

ESTADO DE LA EDUCACIÓN STEM EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA EN EUROPA Y ESPAÑA: UNA VISIÓN DESDE LA URJC

Pablo Melón Jiménez
URJC

pablo.melon@urjc.es
605992361

Arcadio Sotto Díaz
URJC

Jesús M^a Arsuaga Ferreras
URJC

RESUMEN

La educación STEM, descrita a través del número de créditos ECTS incluidos en el itinerario formativo, que reciben los estudiantes de los Grados de Educación Primaria (EP) es uno de los indicadores que aportan información respecto de su futura capacidad docente para afrontar los retos tecnológico-científicos del futuro. En esta ponencia se proponen, en primer lugar, una serie de variables que permiten explorar la influencia de la formación previa en el ámbito STEM. A partir de estos datos, en segundo lugar, se realiza un diagnóstico particular del estado de formación STEM de los estudiantes de los grados de EP a nivel europeo, nacional y autonómico. Por otra parte, se realiza un análisis de la actividad docente STEM que los futuros maestros tendrán durante su futura práctica profesional en los colegios a través de los horarios semanales promedio en los diferentes países y regiones analizados.

El análisis de los datos arroja interesantes resultados en relación con la dedicación STEM durante la fase de formación del profesorado en los Grados de EP. En este sentido, se observa que a nivel europeo y nacional la dedicación promedio a materias STEM durante el desarrollo de los grados de EP está en torno a un 15%. En contraposición, la actividad docente STEM en los colegios durante la práctica profesional asciende hasta un 25% en el caso de Europa y hasta un 30% en el caso de España. Este estudio concluye con un análisis detallado de la dedicación STEM en los grados de EP en la Comunidad de Madrid, con la Universidad Rey Juan Carlos como protagonista de la comparativa.

Entre las principales conclusiones obtenidas destaca la gran variabilidad en la implantación de los Grados de EP a nivel nacional y europeo, la insuficiente formación STEM recibida por los estudiantes de estos grados y la necesidad de implantar nuevos modelos formativos que mejoren su formación (cursos cero, menciones STEM, formación continua).

PALABRAS CLAVE

Educación STEM, Educación Primaria, Europa, España, URJC.

1. INTRODUCCIÓN / MARCO TEÓRICO

Resulta evidente la importancia que la educación STEM tiene en la sociedad actual, ya que tiene como objetivo preparar a los estudiantes para los retos tecnológicos y científicos del futuro (Caprile et al., 2005; Sanders, 2008; English, 2016; Wang et al., 2011; Morse, 2018). Diversos estudios destacan la importancia de la formación STEM en las diferentes etapas educativas, sin embargo, la mayoría de éstos se han desarrollado en el ámbito de la educación secundaria y superior (Tyson et al., 2007; Thomas and Williams, 2009; Means et al., 2018; Diamond and Kisle, 2020). La selección anterior contrasta con la disminución de las vocaciones STEM, que parece producirse en etapas más tempranas [cita]. De hecho, varios

autores proponen que este abandono de vocaciones STEM se produce a edades comprendidas entre los 8 y los 12 años, periodo que corresponde a la etapa de Educación Primaria. Esto resulta de especial relevancia si se analiza la brecha de género que ha sido documentada por diversos autores en la literatura (González-González et al., 2018; Heaverlo, 2011; Martin-Gamez et al., 2018; Zacharia et al., 2020; Arabit and Prendes, 2020; Estévez-Mauriz and Baelo, 2021;).

Para comprender cuál es el estado de la Educación STEM en la Educación Primaria en Europa y España, es importante mencionar algunos indicadores externos relacionados con el ámbito STEM desde una perspectiva más amplia. En primer lugar, la inversión que realiza un país en Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) es un indicador relacionado con el grado de desarrollo científico-tecnológico de dicha región, el cual actúa directa o indirectamente sobre la población, ya sea a través de la producción de nuevas tecnologías o de la creación de puestos de trabajo especializados en las diferentes ramas de la Educación STEM (Carnevale, Smith and Melton, 2011; Turck-Bicakci, Berger and Haxton, 2014). Según los datos ofrecidos por la Oficina Europea de Estadística (Eurostat), mientras a nivel europeo se ha producido un aumento promedio de más de un 11% del PIB en la inversión en I+D+i entre los años 2010 y 2017 (Figura 1A), el análisis de la inversión en España pone de manifiesto que se ha producido una reducción del 7,3% del PIB en la inversión en I+D+i en el mismo periodo (ver figura 1B).

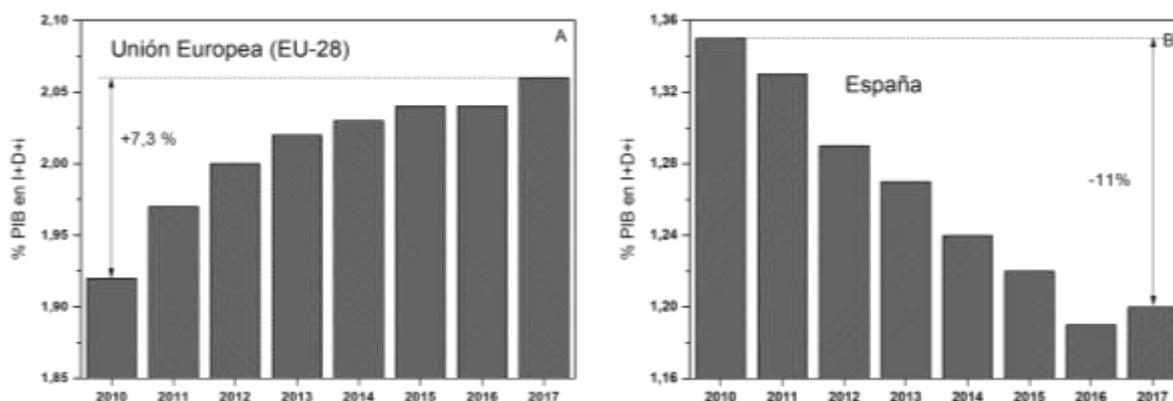


Figura 1. Inversión en I+D+i en la Unión Europea (A) y España (B) entre los años 2010 y 2017.

Una de las cuestiones más relevantes es la estadística de profesionales del ámbito STEM desde una perspectiva de género. Como se aprecia en la figura 2A el porcentaje de mujeres que obtienen el nivel de doctorado o equivalente en especialidades STEM es cercano al 20% frente al 80% de hombres. Esta brecha de género es apreciable para los ámbitos de las Ciencias Naturales, las Matemáticas, las Ingenierías y muchas profesiones de carácter tecnológico (Verdugo-Castro et al., 2019; Jabbar, Samper-Gras and Díaz, 2019). Únicamente las especialidades relacionadas con el ámbito Bio-sanitario presentan un porcentaje de mujeres superior, en torno al 60% (figura 2B). Estos datos ponen de manifiesto la importancia de favorecer la presencia de mujeres en profesiones STEM a través de la formación de nuestras niñas y adolescentes que serán las encargadas de hacer frente a los retos tecnológicos venideros. De esta forma, la Educación Primaria se convierte en un periodo fundamental para la formación de los estudiantes en materias del ámbito STEM.

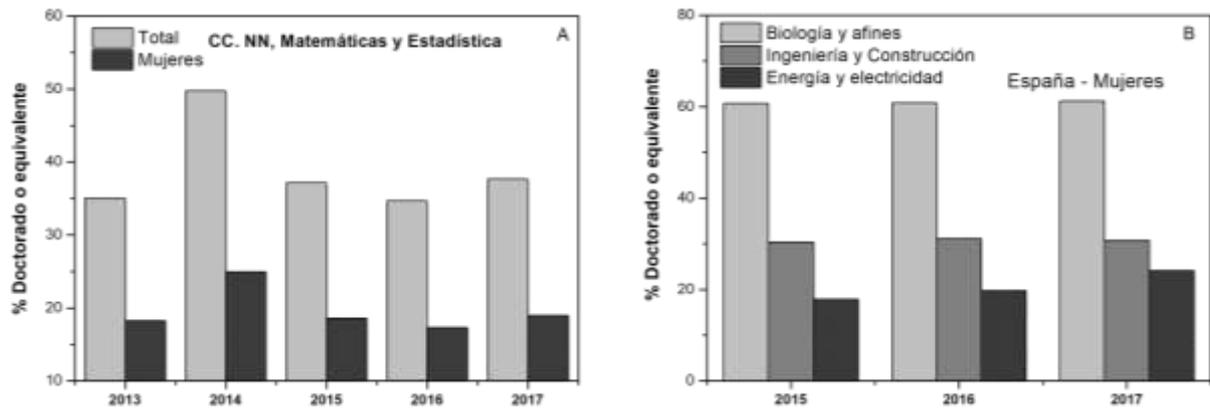


Figura 2. Porcentaje de profesionales con el grado de Doctorado o equivalente en profesiones del ámbito STEM con perspectiva de género.

Los resultados en las pruebas de Matemáticas y Ciencias de las evaluaciones internacionales “Trends in International Mathematics and Science Study” (TIMSS) y “Programme for International Student Assessment” (PISA) pueden resultar valiosas en el diagnóstico de la formación o Educación STEM de una región (Stanco, 2012; López Rupérez, García García and Expósito Casas, 2019; Shah, Richardson and Watt, 2020; Mejía-Rodríguez, Luyten and Meelissen, 2021). En la figura 3 se muestra una comparativa de los resultados de España en las anteriores evaluaciones internacionales respecto a sus países vecinos, la OCDE y la Unión Europea. Dichos resultados muestran de manera singular las carencias que poseen los estudiantes españoles a edades tempranas en Matemáticas. Particularmente, las pruebas TIMSS se realizan a estudiantes que están cursando 4^o de Primaria, por consiguiente, sus edades están comprendidas entre los 8 y los 9 años. Estas pruebas evalúan, por tanto, las competencias adquiridas por los estudiantes en los primeros cursos de Educación Primaria. Por otra parte, las pruebas PISA evalúan a estudiantes de 15 años, por lo que se valoran las competencias adquiridas por el alumnado a lo largo de toda la etapa de Educación Primaria, pero también en los primeros cursos de la Educación Secundaria. Teniendo esto en cuenta, se pone de manifiesto la importancia ahondar y enriquecer la formación STEM en la etapa de EP si se pretende solventar los problemas formativos que se desprenden de los resultados obtenidos por los estudiantes españoles en estas pruebas.

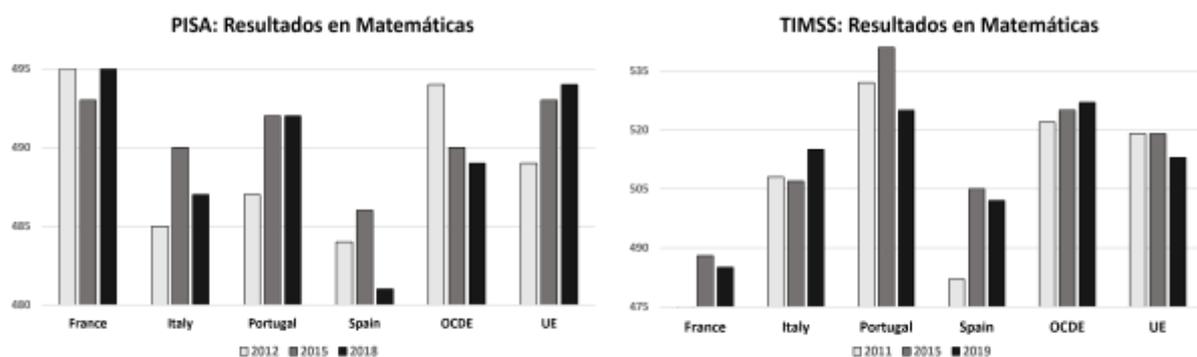


Figura 3. Puntuaciones obtenidas en las pruebas de Evaluación TIMSS y PISA en la materia de Matemáticas en España y los países del entorno en las tres últimas ediciones.

Por tanto, resulta evidente la necesidad de mejorar la formación STEM que reciben los estudiantes de Educación Primaria. En este sentido, una de las acciones que puede influir significativamente de forma positiva sobre el nivel de formación STEM que reciben los estudiantes de EP es precisamente, acrecentar las capacidades STEM de los futuros maestros de EP. Por ello, se propone un análisis para comprender el grado de implantación de materias del ámbito STEM a nivel europeo y nacional.

2. OBJETIVOS / HIPÓTESIS

- Analizar la dedicación STEM en los Grados de Educación Primaria a nivel europeo, nacional y autonómico (Comunidad Autónoma de Madrid).
- Estudiar cuál es la actividad docente STEM que un profesor de Educación Primaria realiza en un colegio según el horario semanal promedio.
- Realizar una comparativa entre estos parámetros y promover una mejora en la Educación STEM que reciben los futuros maestros de EP.

3. METODOLOGÍA / MÉTODO

La metodología empleada en la elaboración de este estudio se detalla en los siguientes apartados:

3.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE DATOS

La selección de los 28 países participantes en el estudio se ha realizado buscando aquellos que imparten el Grado de Educación Primaria (o equivalente). Se han seleccionado entre 3 y 5 universidades o centros de formación para cada país. Algunos países no se han tenido en cuenta en este estudio debido a que o bien no imparten un Grado de Educación Primaria específico o implican otros modelos formativos para el futuro profesorado de EP no comparables.

Existen dos modelos en educación básica a nivel europeo, uno integrado y otro no integrado. El primer modelo implica 6 cursos de Educación Primaria mientras el segundo incluye 9 cursos en total, abarcando también los primeros cursos de la Educación Secundaria.

3.2. DEDICACIÓN STEM EN LOS GRADOS DE EP

Los datos de dedicación STEM se han obtenido analizando los planes de estudios oficiales de las universidades seleccionadas en cada país, disponibles en las páginas web de estas organizaciones. Para ello se han tenido en cuenta los ECTS asociados a cada materia STEM que se imparte en los diferentes Grados de EP.

3.3. ACTIVIDAD DOCENTE STEM EN LOS COLEGIOS DE EP

Los datos mundiales sobre educación proporcionados por la Oficina Internacional de Educación de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2012) y los datos de Distribución Horaria Semanal Por Cursos y materias en Educación Primaria (Enseñanza, 2014) se utilizaron para encontrar el promedio de horas semanales dedicadas a las materias STEM en las escuelas primarias de los diferentes países. Los datos se calcularon considerando la duración de la Educación Básica en cada país, 6 cursos académicos para el modelo No Integrado y 9 cursos académicos para el Integrado.

3.4. DECLARACIÓN DE VARIABLES Y ANÁLISIS

Se han definido las siguientes variables que pueden ayudar a analizar y comprender los aspectos más importantes de este estudio. El análisis de los datos se ha realizado utilizando Microsoft Excel.

Primeramente, se determinó la variable *STEM-ECTS* como el valor porcentual de cada universidad a través del cociente de los valores ponderales adscritos al número de ECTS dedicados a la formación STEM entre el número total de ECTS que se cursan en cada Grado. Se evaluaron un total de “tantas” universidades.

Los valores ponderales de las regiones europeas, países o comunidades autónomas de España, se calculan a través de la media aritmética de los valores correspondientes a cada una de las universidades adscritas a éstos. Se calcularon las desviaciones típicas de cada universidad, país o región.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Primeramente, se realiza un análisis detallado de la dedicación STEM de los estudiantes de los Grados de EP a nivel europeo. Los países participantes se han separado en cuatro grandes regiones, Europa del Norte, del Oeste, del Sur y del Este. Los resultados permiten comprobar que la media de dedicación en el conjunto de Europa es similar, con una dedicación STEM de entre el 16% y el 19% (ver figura 4). Sin embargo, se puede comprobar como existe una importante variabilidad en cuanto a la dedicación STEM en los diferentes Grados de EP en los países analizados.

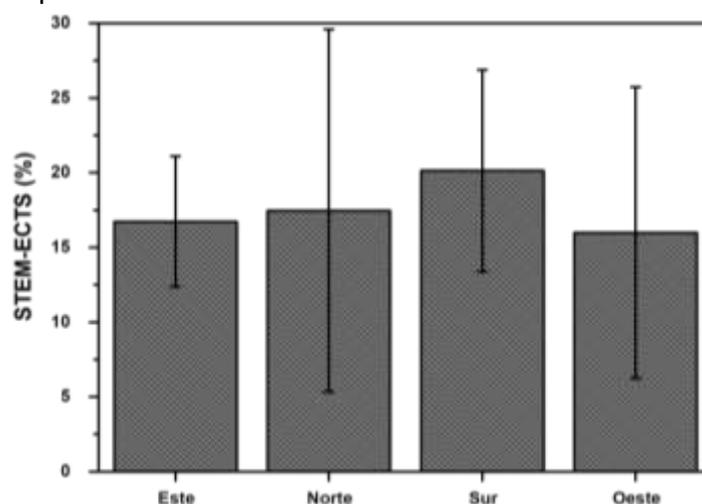


Figura 4. Dedicación STEM en los Grados de Educación Primaria en las regiones de Europa analizadas.

Tomando como ejemplo la dedicación STEM en el Sur de Europa se puede observar cómo mientras en países como Portugal se dedica un 30% del currículum del Grado de EP a la formación STEM, otros países como España apenas dedican un 15% del currículum a esta cuestión (ver figura 5). Esta dispersión se repite en todas las regiones analizadas y da una idea de la variabilidad en la implantación de los Grados de EP en Europa.

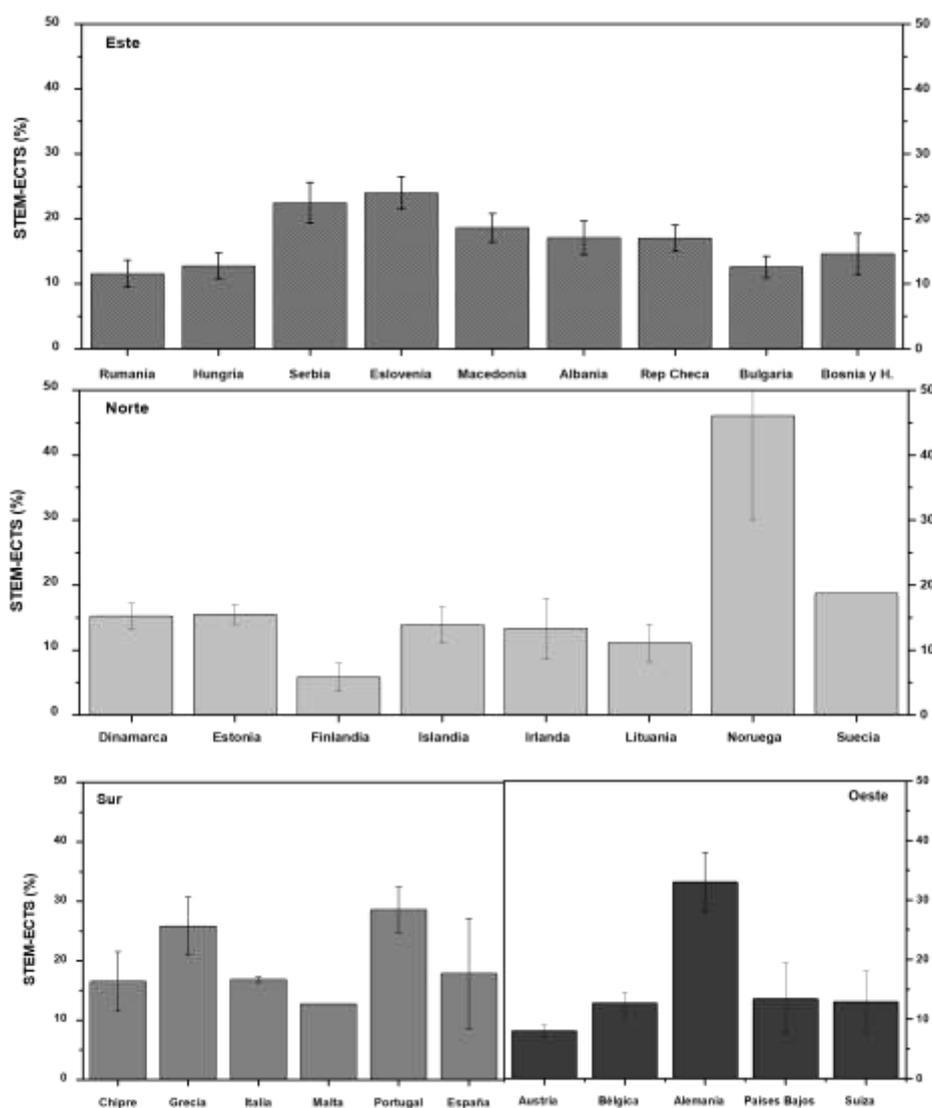


Figura 5. Dedicación STEM en los grados de EP de los países de Europa analizados.

Tras estudiar la Dedicación STEM en los Grados de Educación Primaria en Europa, en segundo lugar, se ha analizado la Actividad Docente STEM requerida en los colegios de EP y se ha realizado una comparativa (ver figura 6). Por una parte, se observa como la dispersión de los datos es menor en el caso de la Actividad Docente STEM, ya que varía entre un 19% y un 30%, frente a la Dedicación STEM que varía entre un 6% y un 27%. Por otra parte, se observa como el promedio de Dedicación STEM se sitúa en torno al 15% mientras que el promedio para la Actividad Docente STEM asciende hasta un 25% a nivel europeo. Se puede afirmar, por tanto, que la formación STEM que reciben los estudiantes de los Grados de EP está considerablemente por debajo de los requisitos docentes STEM que tendrán los futuros maestros durante el desarrollo laboral en los colegios de EP.

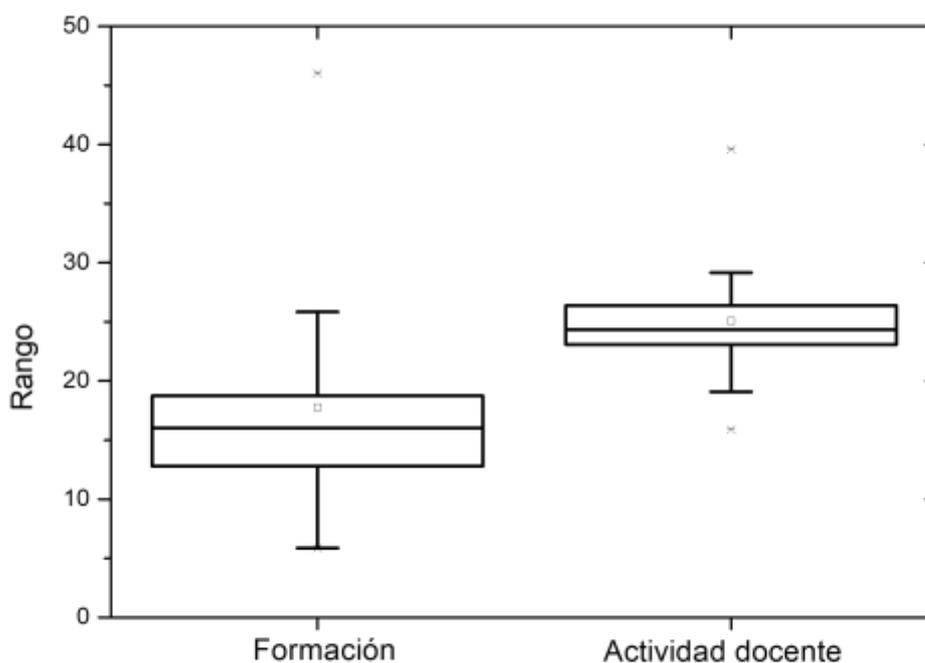


Figura 6. Comparativa entre la dedicación STEM y la actividad docente STEM.

Una vez analizado el estado de la formación STEM en Europa, se procede al estudio del estado de la formación STEM en España. En la figura 7 se puede observar la dedicación STEM en las distintas autonomías españolas, con una media nacional de un 15%, muy similar a la media europea. Sin embargo, se detectan diferencias en la Dedicación STEM en las autonomías españolas, con algunas regiones como Galicia que dedican más de un 17% a la formación STEM y otras como Murcia, que apenas dedican un 12% del currículum de los grados de EP a esta formación.

Estado de la Educación STEM en la Educación Primaria en Europa y
 España: una visión desde la URJC

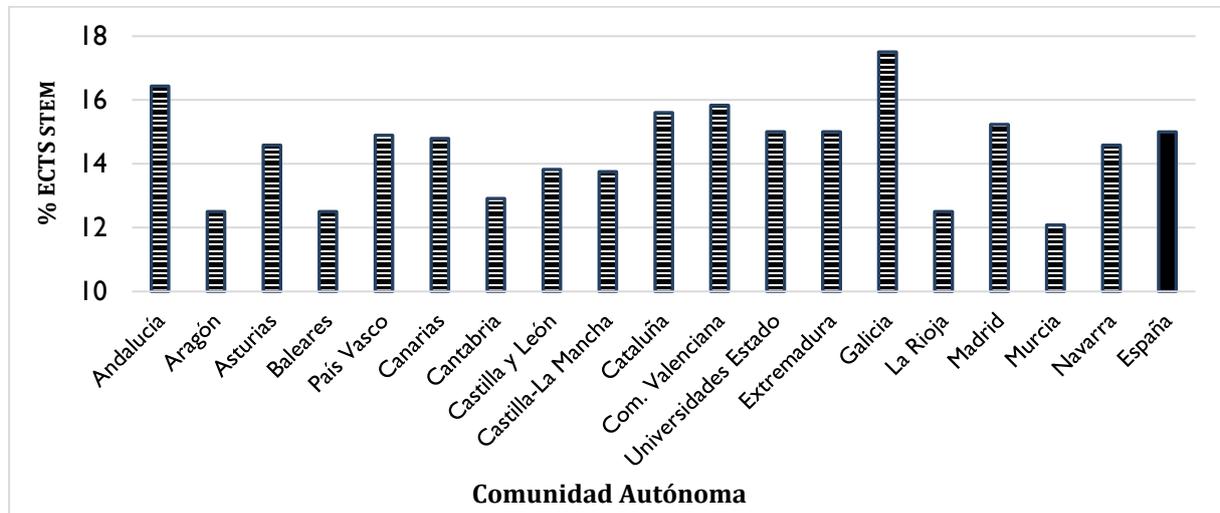


Figura 7. Dedicación STEM (%) en las Comunidades Autónomas españolas analizadas.

El análisis de la Actividad Docente STEM en España indica que, de nuevo, existe una importante diferencia entre la formación STEM recibida por los futuros maestros a lo largo del Grado de EP y la Actividad Docente STEM a la que tendrán que enfrentarse en un colegio de Primaria. En el caso español, tanto la Actividad Docente STEM en colegios de Primaria como en colegios de Primaria Bilingüe se sitúa en torno al 30% (ver figura 8).

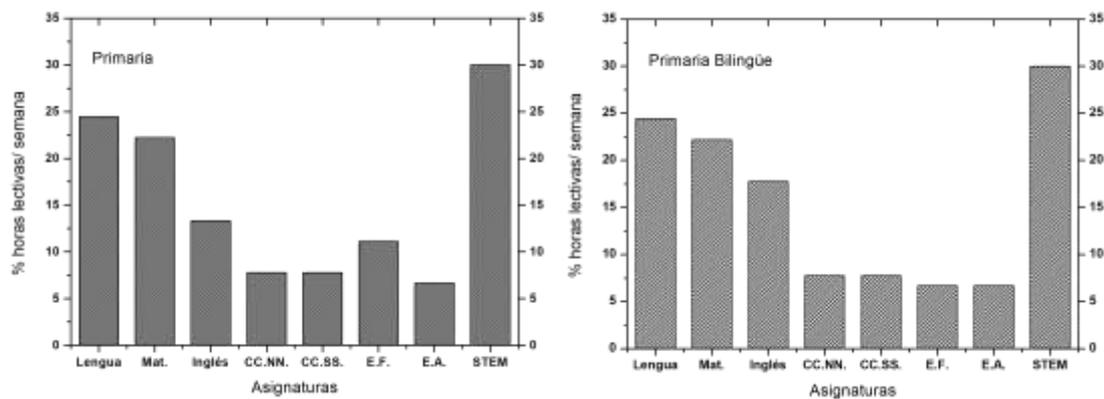


Figura 8. Actividad Docente STEM (%) en colegios de Educación Primaria Generalista o Bilingüe.

Poniendo la atención en el ejemplo particular de la Comunidad de Madrid, se comprueba como la variabilidad en la Dedicación STEM también se observa en las universidades madrileñas que imparten Grados de EP (ver figura 9). El análisis de aquellos Grados de EP que aplican el modelo generalista indica que la media de Dedicación STEM en las universidades madrileñas está en torno al 15% (al igual que a nivel nacional). En este sentido, destaca como la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) se encuentra en la media de dedicación a nivel autonómico. Sin embargo, la situación se invierte si tenemos en cuenta las menciones relacionadas con el ámbito STEM que ofrecen algunas universidades de la región. En este caso, se observa como algunas universidades como la Autónoma de Madrid o la de Alcalá de

Henares alcanzan una Dedicación STEM de más del 35%, aumentando de forma tangible la formación STEM que reciben los estudiantes de los Grados de EP. Queda patente que la inclusión de menciones supone una intensificación crediticia en cuanto a las materias que se trabajan en los Grados de EP (27 ECTS) y, por tanto, del nivel formativo que alcanzarán los futuros docentes de EP.

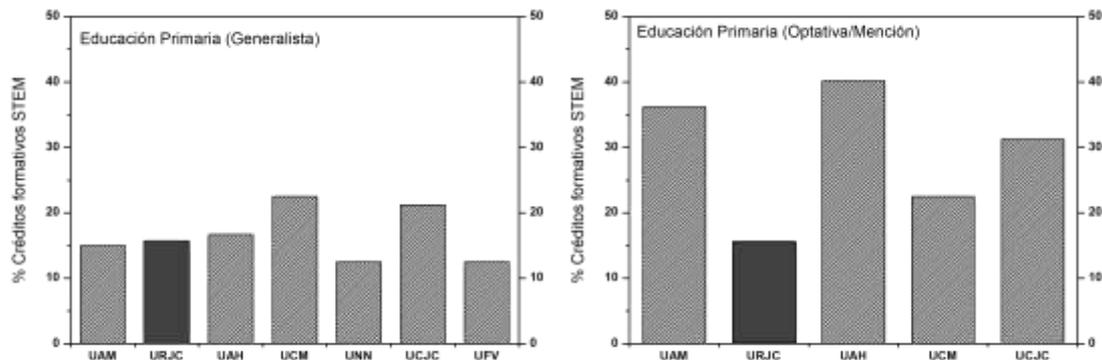


Figura 9. Dedicación STEM (%) en los Grados de educación Primaria Generalistas (izquierda) y con mención STEM (derecha) en Universidades de la Comunidad Autónoma de Madrid.

Finalmente, una comparativa entre la Dedicación STEM y la Actividad Docente STEM se puede observar en la figura 10. Destaca como en la Comunidad Autónoma de Madrid la Dedicación STEM en los Grados de EP se sitúa en un 15,3% en comparativa con la Actividad Docente STEM en los colegios de EP, que prácticamente dobla este valor con un 29%. Esta diferencia también permanece en el caso de la Actividad Docente en materias de Ciencias y particularmente en el caso de las Matemáticas donde se puede ver una diferencia de casi el 10% entre ambas variables.

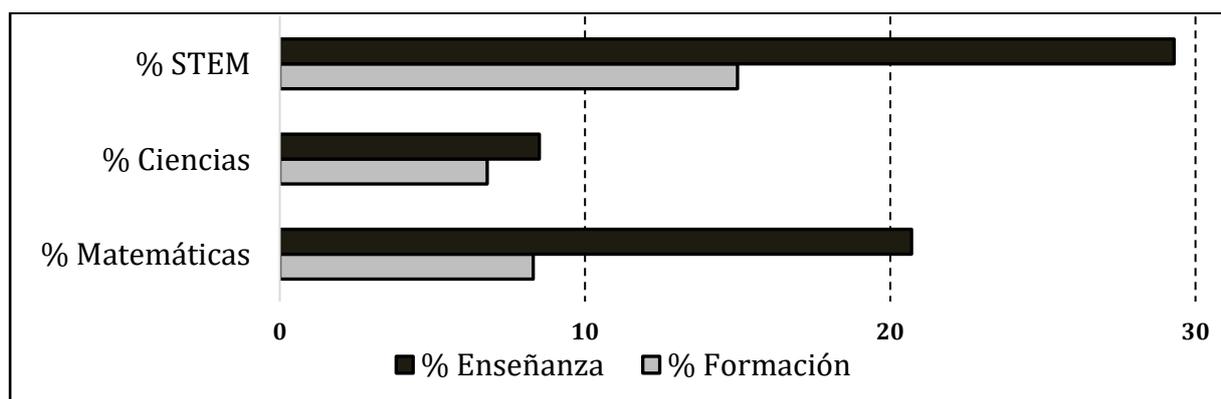


Figura 10. Dedicación STEM (%), Dedicación a Ciencias (%) y Dedicación a Matemáticas (%) en los Grados de educación Primaria en relación con la Actividad Docente STEM (%), Actividad Docente de Ciencias (%) y Actividad Docente de Matemáticas (%) en los colegios de EP.

5. CONCLUSIONES Y PROPUESTA/S

Existe una gran variabilidad en la implantación de los grados de educación primaria a nivel europeo.

La formación STEM que reciben los estudiantes de los grados de Educación Primaria en Europa y España está por debajo de los requisitos docentes durante el desarrollo profesional en los colegios de educación primaria.

Destaca la idoneidad de incluir menciones específicas en el ámbito STEM para mejorar la formación del profesorado y, por ende, la formación de los estudiantes de Educación Primaria.

Otra medida que podría tener un impacto positivo es la creación de cursos cero para mejorar el rendimiento del alumnado de los Grados de EP en materias STEM.

Por último, no olvidar la importancia de la formación continua del profesorado de Educación Primaria en las materias STEM.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arabit García, J., & Prendes Espinosa, M. P. (2020). Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación* 57, 107-128.

Caprile, M., Palmén, R., Sanz, P., & Dente, G. (2015). Encouraging STEM studies labour market situation and comparison of practices targeted at young people in different member states. *Policy Department A*, 12.

Carnevale, A. P., Smith, N., & Melton, M. (2011). STEM: Science Technology Engineering Mathematics. *Georgetown University Center on Education and the Workforce*.

Diamond, A. H., & Kislev, E. (2020). Perceptions of science and their effects on anticipated discrimination in STEM for minority high-school students. *Cambridge Journal of Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/0305764X.2020.1806989>

English, L. (2012). STEM education K-12: Perspectives on integration. *Int. J. STEM Educ.* 3, 1-8.

Enseñanza, U. F. (2014). Distribución Horaria Semanal Por Cursos y materias en Educación Primaria. Implantación LOMCE por Comunidades Autónomas.

Estévez-Mauriz, L., & Baelo, R. (2021). How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain?. *Mathematics*, 9(3), 236.

González-González, C. S., García-Holgado, A., de los Angeles Martínez-Estévez, M., Gil, M., Martín-Fernandez, A., Marcos, A., ... & Gershon, T. S. (2018). Gender and engineering: Developing actions to encourage women in tech. In 2018 IEEE global engineering education conference (EDUCON), April. pp. 2082-2087. IEEE.

Heaverlo, C. (2011). STEM development: A study of 6th-12th grade girls' interest and confidence in mathematics and science. Iowa State University.

Jabbaz, M., Samper-Gras, T., & Díaz, C. (2019). La brecha salarial de género en las instituciones científicas. Estudio de caso. *Convergencia*, 26(80).

López Rupérez, F., García García, I., & Expósito Casas, E. (2019). Rendimiento en ciencias, concepciones epistémicas y vocaciones STEM en las comunidades autónomas españolas. Evidencias desde PISA 2015, políticas y prácticas de mejora. *Revista española de pedagogía*, 77(272), 5-28.

Martin-Gamez, C., Acebal, M. D. C., & Cansino-Herreros, C. E. (2018). ¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias? En *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: iluminando el cambio educativo*, Servicio de Publicacións, p. 1235-1240.

Means, B., Wang, H., Wei, X., Iwatani, E., & Peters, V. (2018). Broadening participation in STEM college majors: Effects of attending a STEM-focused high school. *AERA Open*, 4(4), 2332858418806305. <https://doi.org/10.1177%2F2332858418806305>

Mejía-Rodríguez, A. M., Luyten, H., & Meelissen, M. R. (2021). Gender differences in mathematics self-concept across the world: An exploration of student and parent data of TIMSS 2015. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(6), 1229-1250.

Morse, A. (2018). Delivering STEM (science, technology, engineering and mathematics) skills for the economy. National Audit Office, Department for Business, Energy & Industrial Strategy Department for Education, UK. Available online: <https://www.nao.org.uk/report/>

Sanders, M. E. (2008). Stem, stem education, stemmania.

Shah, C., Richardson, P., & Watt, H. (2020). *Teaching 'out of field' in STEM subjects in Australia: Evidence from PISA 2015* (No. 511). GLO Discussion Paper.

Stanco, G. (2012). *Using TIMSS 2007 data to examine STEM school effectiveness in an international context* (Doctoral dissertation, Boston College).

Thomas, J., & Williams, C. (2009). The history of specialized STEM schools and the formation and role of the NCSSMST. *Roeper Review*, 32(1), 17-24. <https://doi.org/10.1080/02783190903386561>

Turk-Bicakci, L., Berger, A., & Haxton, C. (2014). The nonacademic careers of STEM PhD holders. *Washington (DC): American Institutes of Research*.

Tyson, W., Lee, R., Borman, K. M., & Hanson, M. A. (2007). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) pathways: High school science and math coursework and postsecondary degree attainment. *Journal of Education for Students placed at risk*, 12(3), 243-270. <http://dx.doi.org/10.1080/10824660701601266>

UNESCO. (2012). UNESCO. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Datos Mundiales de Educación: Séptima edición 2010-11.

Verdugo-Castro, S., Sánchez-Gómez, M. C., García-Holgado, A., & García-Peñalvo, F. J. (2019). Revisión y estudio cualitativo sobre la brecha de género en el ámbito educativo STEM por la influencia de los estereotipos de género. *CIAIQ2019*, 3, 381-386.

Wang, H.; Moore, T.J.; Roehrig, G.H.; Park, M.S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *J. Pre-Coll. Eng. Educ. Res.* 1, 1–13.

Zacharia, Z. C., Hovardas, T., Xenofontos, N., Pavlou, I., & Irakleous, M. (2020). Education and Employment of Women in Science, Technology and the Digital Economy, Including AI and Its Influence on Gender Equality. European Parliament.
