

Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en Educación Primaria: análisis de necesidades

Methodologies & Technologies to teach STEM in Primary Education: needs analysis

D. Javier Arabit García javier.arabit@um.es

Dra. M^a Paz Prendes Espinosa pazprend@um.es



Grupo de Investigación en Tecnología Educativa, Universidad de Murcia, España

RESUMEN

Los resultados de los informes de evaluación internacionales más reconocidos revelan que las puntuaciones obtenidas por los estudiantes españoles en las áreas de STEM en Educación Primaria se encuentran por debajo de la media de la UE y la OCDE. Es importante, por tanto, conocer las perspectivas y necesidades del profesorado y del alumnado y para ello hemos realizado este estudio vinculado al proyecto europeo CREATEskills. Ha sido llevado a cabo en centros de Primaria de la Región de Murcia mediante una técnica de encuesta aplicada a ambos colectivos, profesorado y estudiantes. El cuestionario recogía preguntas sobre motivación, recursos y espacios con los que cuentan, estrategias metodológicas y el uso que se hace de las nuevas tecnologías. Entre sus principales resultados, encontramos que los maestros reconocen falta de recursos y de formación para mejorar la enseñanza de STEM, mientras que los estudiantes manifiestan que les gustaría realizar más experimentos y usar nuevas tecnologías. Se concluye que para mejorar la enseñanza en STEM es necesario implementar metodologías activas, desarrollar más actividades prácticas y experimentales y también la mejora de la competencia digital docente. ■

ABSTRACT

International assessment reports reveal that the scores obtained by Spanish students within the STEM areas in Primary Education are below the average for the EU and OECD. Thus, it is necessary to know the context, perspectives and needs of the different agents of the educational community, both teachers and students. This work, framed into the European CREATEskills project, has been carried out in the Region of Murcia through a quantitative analysis of the data thrown by the questionnaires applied to teachers and students. The questionnaires included aspects such as the resources and spaces, the methodological strategies followed and the use made of the new technologies. Among its main results, we find that teachers need more resources and request more training to improve STEM teaching, while students say they would like to do more experiments and use new technologies. In conclusion, special attention must be focused on the use of active methodologies, the improvement of the digital teaching competence and the development of practical and experimental activities to strength STEM contents in the Primary classrooms. ■

PALABRAS CLAVE

STEM, Educación Primaria, Tecnología Educativa, metodologías activas

KEYWORDS

STEM, Primary Education, Educational Technology, active methodologies

1.- Introducción

Esta investigación está vinculada al proyecto europeo CREATEskills (<http://createskills.eu/>) en el que participa el Grupo de Investigación en Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia junto con otras instituciones de Portugal, Grecia y Lituania. La finalidad del proyecto es diseñar e implementar prácticas innovadoras de enseñanza en las escuelas de Primaria a través del empleo de metodologías activas y recursos digitales que contribuyan a mejorar el desarrollo de las competencias STEM (acrónimo formado por las iniciales en inglés de las áreas de Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). En relación a los recursos digitales, el proyecto CREATESkills desarrolla una plataforma a través de la cual se pretende crear una comunidad virtual de profesorado, una librería de recursos digitales para la enseñanza de STEM y una galería fotográfica de experimentos y actividades (DIY “Do it yourself”).

El presente artículo se enmarca en la primera fase de desarrollo del proyecto en la cual, a través de una técnica de encuesta, pretendemos realizar un análisis de necesidades que nos permita conocer la perspectiva de los agentes educativos directamente implicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las STEM en Primaria.

1.1. La enseñanza de STEM en Educación Primaria

La enseñanza y el aprendizaje de los contenidos propios de las STEM están presentes de manera clara en la legislación que sustenta el Sistema Educativo español en todas sus etapas. Una de las siete competencias clave establecidas en base a la Recomendación 2006/962/EC del Parlamento Europeo es la “competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología”. De acuerdo con la Orden ECD/65/2015 (p. 6993), estas competencias “inducen y fortalecen algunos aspectos esenciales de la formación de las personas que resultan fundamentales para la vida”.



Figura 1. Competencias clave (a partir de Comisión Europea, 2018).

En Educación Primaria, los contenidos relacionados con las competencias matemática, científica y tecnológica se trabajan fundamentalmente en dos asignaturas: Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza. No obstante, dado el carácter transversal e interdisciplinar del currículo de esta etapa educativa, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología están presentes en mayor o menor medida en todas las áreas de conocimiento.

Pese a la importancia que se les otorga a estas competencias, si atendemos a los resultados que se desprenden de las distintas pruebas de evaluación externas hay motivos para la preocupación. En el último informe de la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo, TIMSS (INEE, 2016), España se sitúa por debajo del promedio de la OCDE en el rendimiento de los alumnos de Primaria en las áreas de Ciencias y Matemáticas, ocupando los puestos 24.º y 27.º respectivamente del total de 33 países estudiados. Por su parte, en el último Informe PISA (INEE, 2016), España consigue una puntuación media en Matemáticas y Ciencias ligeramente por debajo del promedio de la OCDE y de la UE. Si acudimos a los resultados obtenidos en las 17 Comunidades Autónomas de nuestro país, la Región

de Murcia se sitúa a la cola en ambas asignaturas: en Ciencias ocupa el puesto 13.º y en Matemáticas el puesto 15.º. Estos datos refuerzan las conclusiones de numerosas investigaciones en las que se remarca la necesidad de innovar en las metodologías y recursos que se utilizan en la enseñanza de STEM (García-Valcárcel & González, 2011; Barrera, 2015; Ortiz-Revilla & Greca, 2017; Sanmartí & Márquez, 2017; Borges, Pires & Delgado-Iglesias, 2018). En este sentido, Kurup, Li, Powell y Brown (2019) señalan que es fundamental la formación específica del profesorado de Primaria para enseñar las disciplinas STEM desde una perspectiva integradora que les provea de modelos pedagógicos que conecten con la vida real y con las competencias del siglo XXI. Abundando en esta idea de la importancia del profesorado, Lee, Rhee y Rudolf (2019) remarcan que los buenos profesores ayudarán a los estudiantes a desarrollar la motivación intrínseca hacia una disciplina en particular, en este caso, las ciencias y las matemáticas.

1.2. STEM y Tecnología Educativa

Aunque la Tecnología no se estudia como asignatura en Educación Primaria, como sí ocurre en Secundaria, el currículo oficial de la etapa Primaria establece que los alumnos deben desarrollar la competencia digital y la competencia tecnológica de forma transversal en todas las áreas de conocimiento. Esta transversalidad se pone de manifiesto en el tratamiento de la competencia digital en las asignaturas STEM. El área de Matemáticas contribuye a la adquisición de la competencia digital en varios sentidos: proporciona destrezas asociadas al uso de los números y el cálculo, contribuye a la utilización de los lenguajes gráfico y estadístico y, por último, también el uso de herramientas tecnológicas facilita la comprensión de contenidos matemáticos. En cuanto al área de Ciencias de la Naturaleza, se desarrolla la competencia digital por un lado mediante contenidos directamente relacionados con el manejo de las TIC y, por otro lado, a través del tratamiento de la información en diferentes códigos, formatos y lenguajes, que aparece como elemento imprescindible de una buena parte de los contenidos de la asignatura.

Con respecto a la E de STEM (la ingeniería), según Barrera (2015, p. 218) la inclusión de las TIC en la educación “ha dado origen a lo que se conoce como Ingeniería educativa, que tiene como propósito encontrar nuevos enfoques didácticos usando componentes tecnológicos”. Y dentro de este concepto el autor incluye la Robótica educativa, cuyo objetivo es “poner en juego toda la capacidad de exploración

y de manipulación del sujeto cognoscente al servicio de la construcción de significados a partir de su propia experiencia educativa”. Coincidiendo con el autor en la aproximación a la importancia de los conocimientos tecnológicos y el pensamiento computacional, creemos que el ámbito está ya definido y reconocido como Tecnología Educativa, por lo que no es necesario introducir nuevas denominaciones.

Dentro de las líneas de investigación en Tecnología Educativa hay aspectos que son relevantes para nuestro estudio sobre STEM, como el análisis de la competencia digital o la innovación educativa apoyada en TIC, siempre con la meta de mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. El desarrollo tecnológico y la llegada de Internet en la actual Sociedad del Conocimiento, así como los avances de la investigación en Tecnología Educativa, han puesto al alcance de la comunidad educativa una ingente variedad de nuevos recursos tecnológicos y estrategias didácticas que pueden ser empleados y aplicados en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Son numerosos y relevantes los estudios de investigación en Tecnología Educativa que vienen apuntando en esta dirección, lo que hace más urgente si cabe su aplicación efectiva en las aulas (Cabero, 2014; Prendes, 2018).

Tal y como señalan Roblizo y Cózar (2015), la integración de TIC en las aulas está siendo muy rápida y a la par está siendo la respuesta a las demandas sociales sobre el cambio de la escuela. Si la sociedad y la cultura cambian por la presencia de TIC, la escuela no puede alejarse de esta realidad y ha de saber afrontar los desafíos y las oportunidades que estas tecnologías representan. Este cambio de la escuela se conecta con la renovación pedagógica en relación con estrategias didácticas, metodologías y uso de nuevos recursos para la enseñanza y el aprendizaje.

La investigación en Tecnología Educativa ha tratado de forma profusa el modo de emplear las innumerables herramientas y aplicaciones tecnológicas en el aula, ha originado y puesto a prueba nuevos modelos metodológicos asociados a las TIC y ha señalado las principales implicaciones que el empleo de esas herramientas y la aplicación de esas nuevas metodologías tienen en el papel de docentes y discentes. De acuerdo con García-Valcárcel y González (2011, p. 130):

“Las TIC pueden convertirse en un estímulo para una nueva metodología y organización de los escenarios de aprendizaje, buscando una mayor autonomía del alumno en su aprendizaje, mayores niveles de interactividad y feedback y una mayor comprensión de los conceptos, en definitiva, un aprendizaje más significativo, más situado en la realidad y más estimulante”.

Se presenta, pues, una oportunidad para aprovechar las posibilidades que ofrece la Tecnología Educativa para optimizar la enseñanza de los contenidos STEM en concreto y el proceso de enseñanza-aprendizaje en general. Pero no se trata solo de incorporar herramientas TIC en el aula, sino sobre todo de integrarlas con una justificación e intencionalidad pedagógica clara mediante una acción didáctica planificada. Para ello, será clave la competencia digital docente. Koehler y Mishra (2008, p. 2) sostienen en su Modelo TPACK que los profesores deben poseer un conocimiento disciplinar, pedagógico y tecnológico. En este sentido, Gisbert, González y Esteve (2016) afirman que no es solo imprescindible que el profesorado sea un experto en la materia (conocimiento del contenido), sino que debe ser competente en la planificación de las estrategias didácticas más eficaces (conocimiento pedagógico) y debe dominar los recursos tecnológicos que potencian dichos aprendizajes (conocimiento tecnológico). De acuerdo con Valverde (2015, p. 207), el docente que precisa la sociedad contemporánea ha de estar formado para “una autonomía en el aprendizaje, reflexión sobre la propia experiencia, capacidad de adaptación a contextos colaborativos y multiculturales, así como para el diseño de entornos de enseñanza-aprendizaje enriquecidos con tecnologías”. En definitiva, y de acuerdo con Prendes, Martínez y Gutiérrez (2018, p. 12), “la competencia digital referida a los docentes va mucho más allá del conocimiento sobre cómo usar las tecnologías, pues supone conocimientos y capacidades para poder llevar a cabo procesos de selección e integración curricular de estas tecnologías”.

Como venimos diciendo, de la investigación en Tecnología Educativa han surgido nuevos modelos de enseñanza y tecnologías para mejorar los procesos de enseñanza, siempre y cuando sean llevados a la práctica de forma adecuada. Podemos destacar metodologías como la Clase Invertida (Flipped classroom), modelos de enseñanza como B-learning o M-learning, estrategias como la Gamificación educativa y tecnologías aplicables a la educación como la Realidad Aumentada o la Realidad Virtual. Todas ellas, además de los laboratorios y recursos propios de los centros, se presentan como eficaces herramientas a

través de las cuales se pueden planificar y desarrollar multitud de oportunidades para trabajar las STEM con actividades prácticas y de carácter experimental que favorezcan la motivación del alumnado y el aprendizaje significativo.

2.- Metodología

El objetivo general de esta investigación es conocer el contexto y las necesidades de los agentes que participarán en una experiencia de innovación educativa de enseñanza de STEM apoyada en TIC. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Conocer la opinión y necesidades manifestadas por los alumnos de Primaria sobre las asignaturas STEM, así como aspectos de motivación, esfuerzo y participación en dichas materias.
- Identificar las necesidades y perspectivas del profesorado de Primaria con respecto a las asignaturas STEM en relación con metodologías y uso de tecnologías.

En la investigación se ha utilizado una metodología mixta mediante la aplicación de cuestionarios a profesorado, alumnado y familias, así como la realización de entrevistas a directores. En este artículo presentamos los principales resultados obtenidos de los cuestionarios de profesorado y alumnado mediante estudio exploratorio-descriptivo. Esta información nos permite conocer el contexto de los centros educativos en los que se implementará la experiencia de innovación educativa en la segunda fase del proyecto CREATEskills, así como las necesidades y perspectivas del profesorado y el alumnado.

Se han diseñado dos cuestionarios ad hoc, los cuales han sido validados mediante juicio de expertos y método Delphi. En este procedimiento participaron los investigadores internacionales de los cuatro países del proyecto, para lo que se utilizó un formulario en línea. Las preguntas de los instrumentos de evaluación se distribuyen en seis bloques, establecidos en relación con las dimensiones de la investigación, que además de los datos sociodemográficos, son: importancia de las STEM; las STEM en el centro educativo (metodología, recursos, espacios, etc.); formación del profesorado respecto a las STEM; estudiantes y STEM (nivel de motivación, esfuerzo, participación, etc.); y evaluación general y aspectos a mejorar. El

cuestionario de profesores consta de 30 preguntas (28 de ellas son de respuesta cerrada y dos de respuesta abierta), mientras que el cuestionario del alumnado tiene 15 preguntas (14 de respuesta cerrada y 1 de respuesta abierta). Las preguntas cerradas son politómicas (Sí / No / No lo sé) o bien politómicas con una escala de frecuencia (Nunca-casi nunca/A veces/Casi siempre-siempre). También se incluyen preguntas cuya respuesta requiere valorar diversos aspectos en una escala de 1 a 5 o de 0 a 10.

La muestra participante se compone de 67 maestros y 141 alumnos de siete colegios públicos de la Región de Murcia elegidos por conveniencia en el municipio según criterios de homogeneidad (titularidad pública, zona urbana y centros sin oferta de enseñanza secundaria). Al ser un estudio exploratorio, se facilitó el cuestionario a todo el profesorado de los centros y al alumnado del tercer ciclo (5.º y 6.º cursos). El 81,5% de los docentes que participan son mujeres y el 18,5% son hombres, con una edad media de 42,9 años (con d.t.= 9,13) y un promedio de años de experiencia de 17,8 años (d.t.= 8,48). Con respecto al alumnado, el 52,5% son niñas y el 47,5% son niños y tienen una edad comprendida entre 10 y 13 años.

Para el análisis estadístico de los datos cuantitativos recogidos se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics 22, mientras que para el análisis de contenido de los datos cualitativos de las preguntas abiertas de los cuestionarios se ha empleado el programa Microsoft Excel.

3.- Análisis y resultados

3.1. En relación al cuestionario del profesorado

Los participantes contestan de forma casi unánime que es importante enseñar STEM en Primaria (95,5%), que los alumnos aprendan a aplicar los contenidos de estas materias en su vida diaria (97%) y que son importantes estos conocimientos para el futuro de los estudiantes (95,5%).

Un número significativo de profesores (59,1%) considera que no es suficiente el tiempo que se dedica a las asignaturas STEM en el horario escolar. El 47% de los docentes contesta que no se trabajan las materias STEM en el aula de manera diferente a como se hace con otras asignaturas, mientras que el

39,4% afirma que sí (26 de los 67 maestros encuestados). 21 de los 26 docentes que afirman trabajar las STEM de forma diferente especifican en respuesta abierta en qué se diferencia esa forma de trabajo. En la siguiente tabla reflejamos las respuestas que hacen referencia de forma explícita al empleo de nuevas tecnologías para enseñar STEM (Tabla 1).

Tabla 1. Trabajo diferenciado en materias STEM con respecto a otras áreas

| Nº cuestionario | Respuesta literal |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P3 | “Con más medios informáticos: aula virtual, vídeos, tareas,...”. |
| P4 | “Intento que todo sea lo más vivencial posible, jugamos con material manipulativo, hacemos experimentos sencillos o vemos documentales en Internet”. |
| P19 | “Trabajo en equipo colaborativo, de investigación, iniciación a la actividad científica y creación de contenidos digitales”. |
| P22 | “Estudiamos a través de experimentos, observación de la naturaleza, trabajo en equipos, salidas al entorno relacionadas, investigación a través de Internet,...”. |
| P59 | “Experiencia directa y uso intenso de audiovisuales”. |
| P63 | “Intento trabajar con una metodología más cooperativa e introduciendo las nuevas tecnologías y la gamificación en el aula”. |

A la pregunta de si los contenidos STEM se trabajan en clase de forma integrada, un 36,4% dice que sí, otro 36,4% afirma que no y el 27,3% restante responde que no lo sabe. Un 41,5% considera que la forma en que se enseñan las materias STEM no motiva a los estudiantes y un 30,8% piensa que sí. La mayoría de los participantes (62,1%) afirma que no le gusta la forma en que se enseñan las materias STEM en la escuela primaria.

De forma muy mayoritaria (84,8%), el profesorado considera que trabajar con los contenidos STEM en las aulas es algo más que enseñar Ciencias y Matemáticas. También hay consenso en que en la escuela no hay recursos (81,8%) ni laboratorios o aulas específicas suficientes (93,9%) para trabajar de forma adecuada las asignaturas STEM con el alumnado (Figura 2).

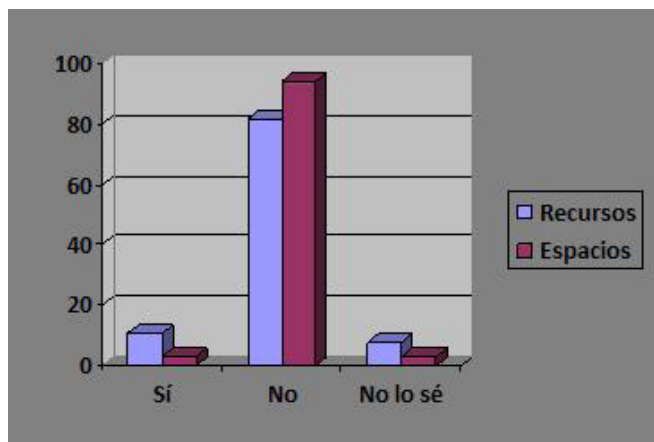


Figura 2. ¿Son suficientes los recursos y espacios disponibles para trabajar las STEM? (Profesorado)

Las siguientes preguntas se refieren a diferentes aspectos relacionados con la formación. El 90,9% de los participantes cree que en la universidad no recibió suficiente formación para trabajar las materias STEM en el aula. Un 62,1% del profesorado considera que actualmente no está suficientemente capacitado para trabajar las materias STEM de forma adecuada en el aula. El 43,9% de los participantes dice no saber si sus compañeros están suficientemente formados para enseñar STEM, mientras que el 28,8% dice que sí lo están y finalmente el 27,3% responde que no. Casi todos los participantes (93,9%) indican que les gustaría recibir más formación para poder enseñar mejor las materias relacionadas con STEM. A aquellos que han respondido de forma afirmativa a esta cuestión se les pide que concreten en qué aspectos les gustaría mejorar su formación y mayoritariamente responden que les gustaría mejorar su formación en relación con los recursos (86,4%) y las metodologías (81,8%) que se pueden emplear y aplicar con asignaturas STEM. Más equilibrada es la respuesta cuando preguntamos si desean ampliar su formación para lograr una mejor motivación del alumnado: solo el 54,5% responde que sí.

Este último dato es coherente con su opinión sobre la motivación del alumnado, pues una gran parte de los participantes (78,1%) cree que sus estudiantes están motivados cuando se trabajan los contenidos STEM en el aula y califican esa motivación con 6,5 de media en una escala del 0 al 10 (d.t.= 1,90). Por otro lado, el 60,6% del profesorado indica que los alumnos se esfuerzan cuando trabajan los contenidos

STEM. La calificación media que otorgan los docentes a ese esfuerzo del alumnado es de 6,6 con d.t.= 2,56. Con respecto al rendimiento académico de los alumnos en las asignaturas STEM, el 53,1% de los profesores considera que es bueno y el 28,1% piensa que no.

La mayoría del profesorado (58,5%) piensa que sus estudiantes están interesados en continuar su formación en competencias relacionadas con las materias STEM, aunque hay un porcentaje importante (38,5%) que dice no saberlo. En cuanto a la concepción que tiene el profesorado sobre las diferencias que pudieran existir entre alumnos y alumnas en las asignaturas STEM, la mayoría de los docentes considera que no existe diferencia según el género del alumnado en los niveles de participación (76,9%), de motivación (75,4%) y de rendimiento académico (76,9%).

Por último, se pide a los docentes que califiquen, en una escala de 1 a 5, la calidad de la enseñanza de STEM en España (Tabla 2). En este rango, los participantes dan una calificación media de 2,8 (d.t.= 0,77) a la enseñanza de las materias científicas en Educación Primaria en nuestro país.

Tabla 2. Calificación de la enseñanza de STEM en España, según el profesorado

| | | Enseñanza STEM en España |
|-------------------|---------------|--------------------------|
| Género | Femenino | 3,0 |
| | Masculino | 2,6 |
| Edad (Intervalos) | Menos de 35 | 2,5 |
| | Entre 35 y 50 | 2,7 |
| | Más de 50 | 3,1 |
| Total (Media) | | 2,8 |

Las dos últimas preguntas del cuestionario de profesores son de respuesta abierta. En la primera de ellas se pregunta a los docentes qué creen que se podría mejorar en la enseñanza de STEM para que los alumnos aprendieran sus contenidos de un modo motivador. Los maestros responden (en orden de importancia en las respuestas):

- Recursos: 39 de los 67 profesores participantes mencionan la palabra “recursos” para referirse a la necesidad de mejorar la infraestructura, los materiales e incluso los recursos tecnológicos.
- Formación: 22 de 67 hablan sobre la necesidad de mejorar la formación inicial y actual, incluso se menciona la necesidad de especializar este tipo de capacitación en STEM.

- Metodología: 15 de los participantes destacan la importancia de cambiar las metodologías tradicionales y trabajar en experiencias significativas para los estudiantes.
- Tecnologías: algunos maestros (7 de 67) hablan sobre cómo las tecnologías pueden ayudar a innovar y mejorar la motivación de los estudiantes.
- Apoyo político: 6 de 67 mencionan aspectos como la necesidad de estabilidad en las leyes educativas y un compromiso político y social con la ciencia.
- Otras respuestas con frecuencia menor que 6 (sobre 67) están relacionadas con la motivación de los estudiantes, la usabilidad del contenido y la inversión en laboratorios.

En la Tabla 3 recogemos la respuesta literal de aquellos participantes que hacen alusión directa al uso de TIC para mejorar las clases de STEM:

Tabla 3. Aspectos a mejorar en las clases de STEM según el profesorado (referido a las TIC)

| Nº cuestionario | Respuesta literal |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P3 | “Formación en competencia digital del profesorado nuevo (universidad) y del antiguo”. |
| P6 | “Hacer las clases más prácticas y tangibles, realizar experimentos, utilizar vídeos y presentaciones, etc.”. |
| P10 | “Banco de recursos de forma organizada. Existen muchos recursos en internet pero hay que invertir demasiado tiempo en su búsqueda y selección”. |
| P17 | “El uso de las tecnologías”. |
| P18 | “Más tecnológico”. |
| P22 | “Cambiar radicalmente la metodología a una metodología activa, relacionada con las nuevas tecnologías, robótica, etc.”. |
| P63 | “Metodologías y uso de nuevas tecnologías en el aula”. |

Finalmente, el cuestionario termina pidiendo a los maestros que señalen fortalezas y debilidades de la incorporación de los contenidos STEM a la Educación Primaria y específicamente en relación a las TIC (Tablas 4 y 5). Como fortalezas destacamos la integración de TIC en metodologías y entornos tradicionales para contribuir no solamente al aprendizaje, sino también a la motivación. Como debilidades, de nuevo aparecen la falta de recursos y las carencias formativas para usarlas.

Tabla 4. Fortalezas del uso de TIC para enseñar STEM en Primaria según el profesorado

| Nº cuestionario | Respuesta literal |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| P7 | “Capacidad para utilizar las TIC e integrarlas en entornos de aprendizaje”. |
| P13 | “Las metodologías tradicionales se enriquecerían al ampliarse y al complementarse con las herramientas TIC”. |
| P18 | “Aplicaciones como WeDo 2.0 hacen que la ciencia, la tecnología, la ingeniería, las matemáticas y la codificación cobren vida (aprendizaje significativo para la vida real)”. |
| P26 | “Enseñanza acorde con la nueva era tecnológica”. |
| P37 | “Si se incorporan la ingeniería y la tecnología a la educación primaria, los alumnos estarían mucho más motivados y le encontrarían un sentido a todos esos contenidos tan abstractos para ellos”. |

Tabla 5. Debilidades de las TIC para enseñar STEM en Primaria según el profesorado

| Nº cuestionario | Respuesta literal |
|-----------------|------------------------------------------------------------------|
| P2 | “Mejora de los recursos informáticos”. |
| P3 | “Falta de competencia digital del profesorado”. |
| P10 | “Insuficientes recursos tecnológicos en las aulas”. |
| P13 | “El uso no adecuado de las nuevas tecnologías”. |
| P18 | “Necesidad de uso tecnológico en las aulas”. |
| P41 | “Son necesarios recursos informáticos de los que no disponemos”. |
| P51 | “Miedo a las nuevas enseñanzas”. |

3.2. En relación al cuestionario del alumnado

De forma muy mayoritaria, el alumnado cree que las ciencias y las matemáticas son importantes en su vida diaria (87,1%) y para su futuro (93,6%). Asimismo, también de forma mayoritaria (77,1%), los alumnos consideran que el tiempo dedicado en el horario escolar a las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas es suficiente.

Por otro lado, el 51,8% afirma que en las clases de las asignaturas STEM no se trabaja de forma diferente a como lo hacen con otras asignaturas (un 30,2% de los estudiantes dice que sí trabajan de forma diferente en las clases de STEM y un 18% responde que no lo sabe). A la pregunta de si comprenden bien las explicaciones del profesorado en las clases de Matemáticas y Ciencias, el 81,3% del alumnado responde que sí.

Varias preguntas se centran en aspectos metodológicos y de organización del aula. Con respecto a la forma de agrupamiento, el 75% de los estudiantes afirma que casi siempre trabajan de manera individual, un 58% señala que a veces trabajan en grupo y solo un 10,8% indica que trabajar en grupo es lo más frecuente. La mayor parte de los alumnos señala que casi siempre (56,1%) es un método tradicional: el profesor explica los contenidos en clase y manda deberes para realizar en casa. En relación a las tareas que llevan a cabo, un 67,5% indica que casi nunca realizan experimentos (32,6% responde que lo hacen a veces). Cuando se pregunta si realizan ejercicios prácticos en clase, el 45,2% responde que casi siempre, un 27,3% que a veces y el 16,5% que casi nunca.

Se pregunta a los alumnos qué recursos y espacios se usan en las clases de Ciencias y Matemáticas. La mayoría de los participantes responde que casi nunca (50,4%) o solo a veces (45,3%) lo hacen en una sala de ordenadores, que casi nunca trabajan las STEM en la biblioteca del centro (67,9%) y que a veces hacen excursiones (72,9%) y visitas educativas (61,9%). Pero lo que más sorprende en relación a los espacios específicos es que el 97,1% asegura que casi nunca trabajan estas asignaturas en laboratorios. En cuanto a los recursos tecnológicos empleados en las clases de STEM, según los alumnos, casi nunca hacen uso de tabletas (97,2%) ni de ordenadores (74,3%); sin embargo, casi siempre (52,5%) o a veces (30,9%) utilizan la pizarra digital.

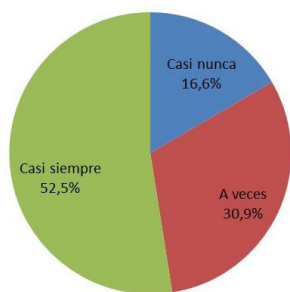


Figura 3. Uso de pizarra digital en STEM

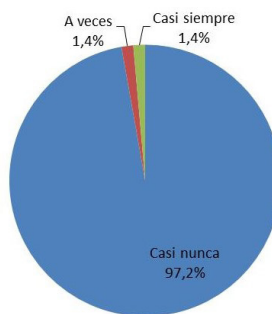


Figura 4. Uso de tabletas en STEM

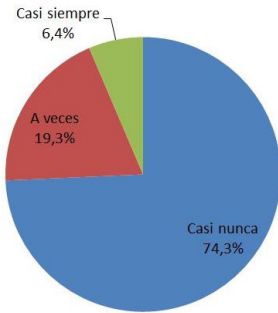


Figura 5. Uso de portátiles en STEM

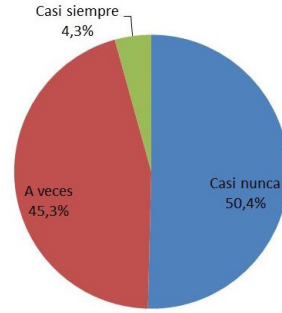


Figura 6. Uso de sala ordenadores en STEM

Las siguientes preguntas se refieren a los niveles de motivación, esfuerzo y participación del alumnado en las asignaturas STEM (Tabla 6). Un 48,2% del alumnado dice estar motivado en las clases de Ciencias y Matemáticas, mientras que un 34,4% no lo está (el 14,4% responde que no lo sabe). En este ítem encontramos cierta diferencia en función del género: el 52,2% de los niños indica que están motivados, mientras que la cifra baja al 44,4% en el caso de las niñas. Cuando se les pide que califiquen en una escala de 0 a 10 su nivel de motivación, la media es de 6,25 con d.t. = 2,54.

Con respecto a la satisfacción que tiene el alumnado con su nivel de esfuerzo, el 68,6% de los participantes responde que sí está satisfecho, existiendo también en ese caso una diferencia notable entre niños (66,1%) y niñas (74,3%). La calificación media que ofrecen los estudiantes a su nivel de esfuerzo es de 7,83 con d.t. = 1,80.

Y en cuanto al nivel de participación del alumnado en las clases de STEM, los participantes responden de forma mayoritaria (72,3%) que sí están satisfechos, con un resultado muy similar entre niños y niñas. Califican su nivel de participación con un 7,19 (d.t.= 2,47). La última pregunta con respuesta cerrada del cuestionario se refiere a la satisfacción del alumnado con sus resultados en Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza, a lo que el 71,4% responde que sí y solo el 14,9% que no.

Tabla 6. Satisfacción del alumnado con respecto a su motivación, esfuerzo y participación en STEM

| | Motivación | | | Esfuerzo | | | Participación | | |
|------------------|------------|-------|----------|----------|-------|----------|---------------|-------|----------|
| | Sí | No | No lo sé | Sí | No | No lo sé | Sí | No | No lo sé |
| General | 48,2% | 37,4% | 14,4% | 68,6% | 15,7% | 15,7% | 72,3% | 14,9% | 12,8% |
| Femenino | 44,4% | 36,1% | 19,4% | 74,3% | 13,5% | 12,1% | 72,9% | 14,8% | 12,1% |
| Masculino | 52,2% | 38,8% | 8,9% | 66,1% | 18,1% | 19,6% | 71,6% | 14,9% | 13,4% |

Tabla 7. Aspectos a mejorar en las clases de STEM según el alumnado (referido a las TIC)

| Nº cuestionario | Respuesta literal |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A2 | “Más tabletas en vez de libros, porque llaman más la atención del alumno”. |
| A10 | “Que hiciéramos más trabajos en ordenadores”. |
| A13 | “Creo que debería haber más práctica con la pizarra digital”. |
| A19 | “Que se usen juegos en las tabletas y los ordenadores”. |
| A23 | “Unos ordenadores que funcionen”. |
| A26 | “Que haya tecnología”. |
| A27 | “Se podría usar la tecnología, no solo mandar deberes y estudiar”. |
| A31 | “A mí me gustaría mucho aprender matemáticas con los portátiles y ciencias con juegos de internet”. |
| A34 | “En Naturales ir a ordenadores para buscar información de algo”. |
| A37 | “Que pongan tabletas y que hagamos más trabajos”. |
| A38 | “Hay que poner cosas más divertidas para que tengamos ganas de hacer ciencias y matemáticas, con ordenadores, tabletas,...”. |
| A46 | “Que utilicemos la pizarra digital para hacer juegos de matemáticas y ciencias”. |
| A47 | “Trabajar con tabletas u ordenadores. Hacer que los ordenadores funcionen bien”. |
| A48 | “A veces haría juegos de matemáticas en la pizarra digital”. |
| A90 | “Se podrían crear juegos en una aplicación especialmente diseñada para los temas del libro”. |
| A102 | “Que hagamos más a las salas de ordenadores”. |
| A110 | “Usar más materiales como ordenadores o hacer experimentos”. |
| A113 | “Que los niños participasen en la pizarra digital para saber lo que han aprendido y enseñar otras cosas que les interese que no esté relacionado con el libro”. |
| A123 | “Fomentaría los recursos digitales”. |
| A139 | “Más excursiones, más recursos digitales y menos deberes”. |
| A140 | “Podríamos hacer más excursiones e ir al aula de ordenadores”. |
| A141 | “Hacer más experimentos y usar ordenadores”. |

Por último, el cuestionario se cierra con una pregunta abierta en la que se pide a los alumnos que respondan qué creen que se podría mejorar en las clases de Ciencias y Matemáticas. En este sentido, los aspectos más referidos por los estudiantes son (Tabla 7): realizar experimentos (25 de 141), hacer uso de nuevas tecnologías (24 de 141), una menor carga de trabajo para casa (19 de 141), recibir mejores explicaciones de los contenidos por parte del profesorado (13 de 141), hacer más trabajos prácticos (14 de 141) y en grupo (9 de 141), trabajar las STEM en espacios específicos (17 de 141) y también en excursiones y visitas educativas (11 de 141).

4.- Discusión

Es importante remarcar que el currículo oficial de Educación Primaria establece que las competencias tecnológica y digital se han de trabajar de manera transversal en todas las áreas de conocimiento, pero si atendemos a los resultados de nuestro trabajo vemos que el uso de recursos tecnológicos en las áreas STEM es poco frecuente y que, además, existe un déficit en la competencia digital docente para que el profesorado pueda integrar de forma adecuada estos recursos. Esto choca con lo expresado por diversos autores (Koehler & Mishra, 2008; Valverde, 2015; Gisbert, González & Esteve, 2018; Prendes et al., 2018) en relación con la necesidad de tener competencia digital docente para poder llevar a cabo procesos de selección e integración curricular de estas tecnologías.

Asimismo, la legislación vigente en materia educativa aporta unas orientaciones pedagógicas para las áreas de Ciencias y Matemáticas en las que recomienda integrar el uso de las TIC en el aula, así como fomentar la experimentación mediante la realización de sencillos experimentos. Esta tendencia de innovación apoyada en TIC, recogida por diversos autores (García-Valcárcel & González, 2011; Cabero, 2014; Barrera, 2015; Roblizo & Cózar, 2015; Prendes, 2018), no parece ser la realidad de nuestros centros, pues tanto el profesorado como el alumnado encuestado reconocen que casi nunca se hace uso de tecnologías y que casi nunca hacen experimentos, ni tampoco trabajan en espacios específicos como laboratorios. Sin embargo, es igualmente cierto que hay numerosas experiencias exitosas de uso de TIC para la enseñanza de STEM, como las premiadas por la Fundación Telefónica (2014), y que pueden ser una interesante fuente de inspiración.

Nuestra investigación también revela que las metodologías utilizadas en estas asignaturas de Primaria son en muchos casos similares a las de otras asignaturas. Este dato viene a contradecir los estudios de diversos autores (García-Valcárcel & González, 2011; Barrera, 2015; Ortiz-Revilla & Greca, 2017; Sanmartí &

Márquez, 2017; Borges, Pires & Delgado-Iglesias, 2018; Kurup, Li, Powell & Brown, 2019) sobre la necesidad de incorporar metodologías específicas para enseñar STEM y vienen a reforzar la propia demanda expresada por el profesorado encuestado sobre sus necesidades formativas en metodologías para enseñar STEM.

En relación a las puntuaciones obtenidas por los estudiantes españoles en Ciencias y Matemáticas en las pruebas internacionales de evaluación de PISA 2015 y TIMSS 2015, cabe destacar que, aunque en estos informes nuestro país se sitúa por debajo de la media de la UE y la OCDE, en nuestro estudio encontramos que los participantes consideran que el nivel de rendimiento de los estudiantes en las áreas STEM es bueno (así lo manifiestan el 53,1% de los profesores, y el 71,4% del alumnado). Con respecto a la metodología empleada en las áreas STEM, en el apartado introductorio hemos citado estudios en los que se reivindican cambios en la metodología de la enseñanza de las ciencias para conseguir un mejor desarrollo de las competencias. Sin embargo, de nuestro estudio se deduce que se sigue empleando una metodología tradicional en las clases de STEM, reconocido tanto en las respuestas del profesorado como del alumnado.

5.- Conclusiones

Con respecto al objetivo general del estudio, referido al contexto y necesidades de los agentes participantes, se concluye que es necesario poner el foco en la dotación de recursos y la habilitación de espacios por parte de la administración educativa y, sobre todo, en la formación del profesorado como elemento clave del cambio educativo. En esta tarea habrá que prestar especial atención al empleo de metodologías activas, al desarrollo de actividades prácticas y experimentales para trabajar los contenidos STEM en las aulas de Primaria y a la mejora de la competencia digital docente.

Por su parte, con respecto a los objetivos específicos, referidos a las perspectivas, creencias y necesidades de los participantes, cabe concluir lo siguiente: a pesar de que las STEM son disciplinas con un importante componente práctico, la mayoría de los profesores reconocen que no trabajan estas asignaturas de forma diferente a como lo hacen en otras materias, lo cual se corrobora en las respuestas de los estudiantes.

Los profesores reconocen las posibilidades que ofrecen las STEM para implementar experiencias innovadoras, motivar a los alumnos y emplear nuevas tecnologías. Sin embargo, la mayoría del profesorado

indica que no se considera suficientemente formado para impartir de forma adecuada las STEM. En este sentido, muchos de los docentes encuestados señalan que les gustaría tener una formación específica para hacer que las asignaturas STEM sean más prácticas.

Asimismo, muchos de los profesores dicen que no se hace un uso adecuado ni frecuente de los recursos tecnológicos en las aulas, aunque solo dos de ellos hacen alusión directa al déficit de competencia digital docente. Además, cabe destacar que casi ninguno de los participantes ha mencionado de forma explícita alguno de los modelos de enseñanza o tecnologías concretas que han surgido de la Tecnología Educativa. Los estudiantes, por su parte, indican de forma mayoritaria que preferirían hacer un uso más frecuente de las nuevas tecnologías y de actividades prácticas como experimentos, lo cual es acorde con los estudios sobre el tema que hemos recogido y también con las recomendaciones que nos llegan desde la Comisión Europea sobre STEM.

Por otro lado, la mayoría de docentes coincide en que el nivel de motivación, esfuerzo y participación de los estudiantes es suficiente. Sin embargo, menos de la mitad de los alumnos declaran estar motivados en las clases de STEM y un porcentaje importante responde directamente que no están motivados.

De todo lo anterior se deduce que se sigue empleando una metodología tradicional en las clases de STEM, las cuales probablemente se desarrollan en su mayor parte mediante explicaciones magistrales de los docentes y el seguimiento del libro de texto. No obstante, hay que tener en cuenta que los participantes insisten mayoritariamente en la falta de recursos y espacios específicos para trabajar las STEM. A partir de estos datos, es realmente de interés el desarrollo de la experiencia que se llevará a cabo en la segunda fase del proyecto CREATEskills, pues permitirá trabajar las necesidades detectadas en cuanto a formación del profesorado y uso de metodologías innovadoras apoyadas en TIC para renovar la enseñanza de STEM en los centros participantes y en todos aquellos que decidan sumarse.

Financiación

Este estudio está vinculado al proyecto CREATEskills, del programa Erasmus+, financiado por la Comisión Europea (referencia 2017-1-PT01-KA201-035981).

Referencias

- Barrera, N. (2015). Uso de la robótica educativa como estrategia didáctica en el aula. *Praxis y Saber*, 6(11). Recuperado de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/3582
- Borges, I. M., Pires, D. M. & Delgado-Iglesias, J. (2018). ¿Qué mejoras se han alcanzado respecto a la Educación Científica desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente en el nuevo Currículo Oficial de la LOMCE de 5º y 6º curso de Primaria en España? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1-15. Recuperado de <https://bit.ly/2I8soNH>
- Cabero, J. (2014). *Investigación aplicada a la Tecnología Educativa*. Madrid: Centro de Estudios Financieros CEF-UDIMA.
- Comisión Europea (2018). Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente. Recuperado de <https://bit.ly/2TjdCqw>
- Fundación Telefónica (2014). *TOP 100 Innovaciones Educativas*. Madrid: Fundación Telefónica. Recuperado de <https://bit.ly/2N4YVW0>
- García-Carmona, A., Criado, A. M. & Cañal, P. (2014). ¿Qué educación científica se promueve para la etapa de primaria en España? Un análisis de las prescripciones oficiales de la LOE. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 139-157. Recuperado de <https://bit.ly/31sZlqc>
- García-Valcárcel, A. & González, A. D. (2011). Integración de las TIC en la práctica escolar y selección de recursos en dos áreas clave: Lengua y Matemáticas. En *La práctica educativa en la Sociedad de la Información: Innovación a través de la investigación* (pp. 129-144). Editorial Marfil.
- Gisbert, M., González, J. & Esteve, F. (2016). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *RIITE. Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 0, 74-83. Recuperado de <https://bit.ly/2WwEOms>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2016). TIMSS 2015. Estudio internacional de tendencias en Matemáticas y Ciencias. Informe español: resultados y contexto. *Ministerio de Educación Cultura y Deporte*.

- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2016). PISA 2015. Informe español. Educaínee Boletín de Educación. *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing technological pedagogical content knowledge. In A. E. R. Association (Ed.), *Annual meeting of the American Educational Research*. Recuperado de <https://bit.ly/2jRMTE4>
- Kurup, P.M., Li, X., Powell, G. & Brown, M. (2019). Building future primary teachers' capacity in STEM: based on a platform of beliefs, understandings and intentions. *International Journal of STEM Education*, 6(1). DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0164-5>
- Lee, J., Rhee, D.E. & Rudolf, R. (2019). Teacher Gender, Student Gender, and Primary School Achievement: Evidence from Ten Francophone African Countries. *Journal of Development Studies*, 55(4), pp. 661-679
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*.
- Ortiz-Revilla, J. & Greca, I. M. (2017). Propuesta de una programación didáctica de ciencias de la naturaleza en educación primaria a través de la indagación científica. *Enseñanza de las ciencias*, 5341-5346. Recuperado de <https://bit.ly/2KK8hr0>
- Prendes, M.P. (2018). La Tecnología Educativa en la Pedagogía del siglo XXI: una visión en 3D. *RIITE, Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (4), 6-16. Recuperado de <https://bit.ly/2WGEg2j> DOI: <https://doi.org/10.6018/riite/2018/335131>
- Prendes, M.P., Martínez, F. & Gutiérrez, I. (2018). Competencia digital: una necesidad del profesorado universitario en el siglo XXI. *RED Revista de Educación a Distancia*, 56. Recuperado de <https://bit.ly/2wYgDTT>
- Recomendación 2006/962/EC, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- Roblizo, M. J. & Cózar, R. (2015). Usos y competencias en TIC en los futuros maestros de Educación

Infantil y Primaria: hacia una alfabetización tecnológica real para docentes. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (47). Recuperado de <https://bit.ly/31t1K9S>

Sanmartí, N. & Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice: revista de educación científica*, 1(1), 3-16. Recuperado de <https://bit.ly/2R3djif>

Valverde, J. (2015). La formación inicial del profesorado en el grado en educación primaria. Valoración cualitativa del diseño y desarrollo curricular de recursos tecnológicos didácticos y de investigación. *Tendencias Pedagógicas*. Recuperado de <https://bit.ly/2Iy8ASW>

Cómo citar este artículo:

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>