




Recibido: 15 mayo 2022
Revisado: 26 octubre 2022
Aceptado: 10 noviembre 2022

Dirección autores:

Departamento de Didáctica y
Organización Escolar. Facultad de
Educación. Universidad de Murcia.
Campus de Espinardo, 30100
Murcia (España).

E-mail / ORCID

javier.arabit@um.es

 <https://orcid.org/0000-0001-5622-8029>

pazprend@um.es

 <https://orcid.org/0000-0001-8375-5983>

jl.serranosanchez@um.es

 <https://orcid.org/0000-0003-2359-959X>

ARTÍCULO / ARTICLE

Recursos Educativos Abiertos y metodologías activas para la enseñanza de STEM en Educación Primaria

Open Educational Resources and active methodologies for STEM teaching in Primary Education

Javier Arabit-García, María Paz Prendes-Espinosa y José Luis Serrano

Resumen: Esta investigación se enmarca en el proyecto europeo CREATEskills, centrado en la enseñanza de STEM en educación primaria. El objetivo de este artículo es presentar los principales resultados de la investigación evaluativa, de método cuantitativo y diseño de caso único, donde han participado 5 docentes, 117 alumnos y 55 familiares de alumnos de un colegio público. Los participantes respondieron a cuestionarios diseñados ad hoc tras la implementación de una experiencia de innovación educativa en la que se utilizaron metodologías activas, Recursos Educativos Abiertos y una plataforma de acceso abierto para la enseñanza de STEM. Tras la evaluación de la experiencia, se extrae una valoración muy positiva por parte del profesorado y el alumnado, ya que la inmensa mayoría destaca la calidad, la originalidad, la creatividad, la variedad y la relevancia de los recursos utilizados, así como los resultados de aprendizaje promovidos con los métodos activos. La mayoría de los familiares participantes coincidieron en que la enseñanza de STEM promueve la capacidad de resolución de problemas en la vida real y mejora la motivación del alumnado, en línea con los resultados de investigaciones anteriores. Aunque más de la mitad utilizaba recursos de Internet para trabajar las STEM en casa con sus hijos, solo una minoría había utilizado la plataforma CREATEskills.

Palabras clave: Recursos educativos abiertos, Educación científica, Educación primaria, Formación del profesorado, Innovación educativa.

Abstract: This research is part of the CREATEskills European project, focused on STEM teaching in primary education. The aim of this article is to present the main results of an evaluative research, developed with a quantitative method and a single case design, in which 5 teachers, 117 students and 55 parents of students from a public school have participated. The participants answered questionnaires designed ad hoc after the implementation of an educational innovation experience in which active methodologies, Open Educational Resources and an open access platform for teaching STEM were used. After the evaluation of the experience, a very positive assessment was made by the teachers and students involved, as the vast majority highlighted the quality, originality, creativity, variety and relevance of the open resources used, as well as the learning outcomes promoted with the active methods. Most of the parents agreed that STEM teaching promotes real-life problem-solving skills and improves student motivation, according to previous researchers. Although more than half used online resources to work on STEM at home with their children, only a minority used the CREATEskills platform.

Keywords: Open educational resources, STEM education, Primary education, Teacher training, Educational innovation.

1. Introducción

Para referirse a las competencias científicas y tecnológicas, cada vez está más extendido en la comunidad educativa y en la investigación educativa el término STEM, que engloba las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. En la revisión realizada por Kanadli (2019), la enseñanza STEM surge cuando al menos se relacionan dos de las citadas áreas, se trabajan en un contexto basado en problemas de la vida real y supone diferentes aprendizajes para los estudiantes. El concepto STEM education se emplea a nivel internacional en todas las etapas educativas y tanto en educación formal como informal (González y Kuenzi, 2012).

De acuerdo con English (2017), las competencias STEM están recibiendo una creciente atención global y cada vez son más demandadas en todo tipo de ocupaciones. Su aprendizaje se considera esencial para promover la innovación, teniendo un rol crítico para la modernización de los sistemas educativos en busca de una economía global y competitiva (Mustafa et al., 2016). Se identifican, por tanto, objetivos pedagógicos y políticos que promueven el desarrollo de diversas competencias para la ciudadanía y para la mejora de la mano de obra de trabajos relacionados con habilidades STEM (English, 2017).

1.1. La enseñanza de STEM en Educación Primaria

Numerosos autores inciden en los múltiples beneficios que aporta la enseñanza STEM: curiosidad, creatividad, autonomía, trabajo en equipo, pensamiento crítico, motivación para aprender, conexión entre teoría y práctica, emprendimiento, pensamiento computacional (Murphy et al., 2018; Mustafa et al. 2016; Sanmartí y Márquez, 2017). Sin embargo, siguen existiendo dudas sobre los aspectos metodológicos para que la enseñanza de STEM suponga un aprendizaje auténtico y motivador para los estudiantes.

Existe un creciente interés sobre cuáles son los enfoques más adecuados para la enseñanza de STEM. En la revisión realizada por Thibaut et al. (2018) se enunciaron cinco principios clave en la enseñanza de STEM: integración del contenido STEM, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en la investigación, aprendizaje cooperativo y aprendizaje basado en el diseño. Sanmartí y Márquez (2017) aluden también a una serie de propuestas metodológicas que pueden complementar las citadas anteriormente: aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje y servicio, aprendizaje en ambientes, aprendizaje basado en fenómenos o las rutinas y estrategias de pensamiento de Perkins. Estos principios y propuestas se enmarcan bajo el enfoque didáctico común de las metodologías activas.

Para el desarrollo óptimo de la alfabetización científica asociada a la enseñanza de STEM, Hackling (2015) considera que también es necesario que los estudiantes aprendan a investigar en contextos auténticos para maximizar el interés y su participación. De acuerdo con Ferrada (2021), los métodos activos permiten la relación de los contenidos STEM con el entorno de los estudiantes, mejorando su actitud hacia las ciencias. Además, Macancela-Coronel et al. (2020) aluden al potencial de las metodologías activas para promover un aprendizaje interdisciplinar a partir de las STEM. En definitiva, los beneficios de las metodologías activas para lograr un

aprendizaje efectivo de las STEM por parte del alumnado están ampliamente validados (Mateos, 2021).

El éxito o no de estas metodologías vendrá determinado por diferentes factores. Las metodologías empleadas para la enseñanza STEM y el papel que juega el docente son elementos altamente estudiados según las publicaciones en los últimos años. Thibaut et al. (2018) afirman que las actitudes del profesorado afectan a la enseñanza de STEM y, por lo tanto, la formación de los docentes debería incluir tareas en este sentido. Shernoff et al. (2017) detectaron que los docentes de enseñanza primaria estadounidenses participantes en su estudio estaban interesados en utilizar enfoques de enseñanza integrados para STEM, aunque creían no tener la formación suficiente para implementarlos. En el estudio de Dawne (2016) se muestra cómo la percepción de los docentes sobre STEM, su conocimiento personal y la comprensión de ese conocimiento, está directamente vinculada a la eficacia de la enseñanza de STEM.

Sin embargo, y tal y como se concluye en el estudio de Arabit y Prendes (2020), no solo influye el factor metodológico o el papel del profesorado en la enseñanza de STEM, sino que también es determinante la dotación de recursos y la habilitación de espacios adecuados por parte de la administración educativa para poder desarrollar actividades prácticas y experimentales para trabajar los contenidos científicos en las aulas de primaria. Además, es fundamental destacar el papel que pueden desempeñar las tecnologías avanzadas en la enseñanza de STEM, pues permiten construir en el aula experiencias educativas interactivas y motivadoras para la enseñanza científica si el profesorado las integra de manera eficiente (Arabit, García-Tudela y Prendes, 2021).

En resumen, existe una preocupación a nivel internacional por la mejora de la enseñanza de STEM desde edades tempranas, tanto para el desarrollo de las competencias del siglo XXI como por la influencia en el crecimiento económico y el empleo que estas competencias parecen tener. Los docentes siguen desempeñando un papel central para la mejora del aprendizaje de ámbitos STEM, así como las metodologías y los recursos, que son precisamente el principal centro de interés de nuestra investigación.

1.2. Recursos Educativos Abiertos

Según López y Bernal (2016), la escuela continúa desarrollándose en paradigmas culturales del pasado y no se ha incorporado de forma efectiva a los cambios en las formas de construir y diseminar el conocimiento. Una de estas grandes transformaciones con una repercusión clara en la enseñanza, en la ciencia y en la investigación es la forma en que se crean, se comparten y se difunden la información y el conocimiento. Ciencia abierta, acceso abierto, comunidad virtual o recursos educativos abiertos (en adelante REA) son conceptos que en gran medida vienen a transformar en profundidad nuestras prácticas educativas y que contribuyen a reorientar la enseñanza hacia las nuevas ecologías de aprendizaje de la escuela del siglo XXI (Monsalve-Lorente y Aguasanta-Regalado, 2020).

Numerosos autores aluden al periodo de confinamiento provocado por la pandemia de la Covid-19 como una situación que puso de manifiesto de forma más evidente, tanto para la población en general como en particular en el campo de la educación (especialmente en la etapa escolar), la importancia de un uso eficiente de herramientas tecnológicas en la enseñanza (entornos virtuales y recursos digitales), así

como de nuevas metodologías (Jiménez et al. 2020; Portillo et al., 2022; Santa Medina, 2021).

El término de Recursos Educativos Abiertos fue introducido por la UNESCO en 2002 para referirse a todos aquellos materiales educativos a los que la comunidad de usuarios pueda acceder universalmente de forma abierta y libre mediante tecnologías de la información y la comunicación para consultar, usar o adaptar tales recursos para la enseñanza y el aprendizaje y con fines no comerciales. En línea con lo expresado por Butcher et al. (2015), hablamos de Recursos Educativos Abiertos cuando nos referimos a materiales, recursos y actividades de enseñanza y aprendizaje compartidos de forma gratuita en diversos formatos a través de sitios web, plataformas, comunidades virtuales, blogs, etcétera. En el trabajo de Recio et al. (2021), los REA más compartidos son videos, aplicaciones y presentaciones en línea, infografías o ejemplos de unidades didácticas multimedia, entre otros. Sin embargo, la evolución de los materiales educativos va más allá del paso del papel o lo digital.

«La metamorfosis del material didáctico en este siglo XXI no consiste sólo en un cambio del formato tecnológico, sino que debe ser considerada fundamentalmente como una mutación del relato cultural y de la funcionalidad pedagógica del material.» (Area, 2017, p. 24)

Los docentes, los formadores de docentes y también los discentes recurren a los REA por diversos motivos (Hassler et al., 2014): sirven para mejorar la calidad de sus propios materiales; suponen un ahorro de tiempo y de esfuerzo ya que están creados o solo es necesario adaptarlos; son una oportunidad para acceder a nuevas ideas y recursos más creativos y bien presentados.

Aunque todavía no existe un uso generalizado de los REA por parte del profesorado (Recio et al., 2021), cada vez más docentes comienzan a utilizar herramientas informáticas para el uso, adaptación o creación de estos recursos. Según los autores, los docentes comparten y difunden los REA en las comunidades virtuales en las que participan, como blogs y sitios web educativos. Rodríguez, Dodero y Alonso (2011) sostienen que el acceso abierto a gran cantidad de recursos educativos no garantiza la calidad de los mismos, y por ello se centran en su estudio en analizar e integrar los indicadores de calidad disponibles. Pero el empleo de los REA de forma adecuada puede suponer una oportunidad para impulsar el uso de metodologías activas para el aprendizaje. De acuerdo Aparicio-Gómez y Ostos-Ortiz (2021, p. 11), «las pedagogías emergentes apoyan el proceso educativo de las personas principalmente por medio de la promoción del aprendizaje continuo con tecnología y recursos educativos abiertos».

Los REA favorecen oportunidades de aprendizaje centrado en el alumnado y promueven el pensamiento crítico y la creatividad (Aparicio-Gómez y Ostos-Ortiz, 2021; Chiappe y Lee, 2017; Kim, Lee, Leite y Huggins-Manley, 2020; Rodríguez, Dodero y Alonso, 2011; Zhang y Li, 2017). Por tanto, cuando hablamos de Ciencia Abierta, Recursos Educativos Abiertos o Comunidades Virtuales de Aprendizaje, no solo hemos de considerar las posibilidades de difusión de la investigación científica o de los nuevos recursos de enseñanza, sino que hay que tener en cuenta la oportunidad de interacción y colaboración entre los actores de la comunidad educativa, las implicaciones metodológicas de los materiales compartidos, así como la formación técnica y pedagógica de los docentes que han de utilizar, gestionar o adaptar estos recursos.

Todos estos movimientos se alinean con el concepto de Educación Abierta (Valverde, 2010), que amplía las posibilidades educativas de las tecnologías digitales.

1.3. Contexto de la investigación: el proyecto CREATEskills

Este estudio se enmarca en el proyecto CREATEskills¹ del programa Erasmus+, en el que participó el Grupo de Investigación en Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia (España), junto a otras siete instituciones y colegios de primaria de cuatro países de la Unión Europea (Portugal, Grecia, Lituania y España). El objetivo de CREATEskills es mejorar la enseñanza STEM mediante el empleo de metodologías activas y tecnologías en las aulas de los centros de primaria.

Partiendo de los resultados obtenidos en un análisis de necesidades realizado en la fase inicial de investigación (Arabit y Prendes, 2020; Arabit, Prendes y Serrano, 2021), se diseñó una experiencia de innovación. En este análisis de necesidades inicial el profesorado manifestó su inquietud por mejorar su formación para la enseñanza de STEM, con especial atención a la competencia digital para el empleo adecuado de tecnologías y herramientas digitales, así como la necesidad de fortalecer la conexión de las experiencias de aprendizaje con los intereses de los estudiantes. También se concluyó que es necesario optimizar los recursos educativos disponibles o hacer uso de espacios alternativos como laboratorio escolar o de aula, rincón STEM, zonas exteriores del propio centro o del entorno próximo.

Con estos datos se definieron las recomendaciones metodológicas para la enseñanza de STEM y se diseñaron las actividades y recursos abiertos. Entre las orientaciones metodológicas podemos destacar la importancia de: emplear metodologías activas (aprendizaje basado en la investigación, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas...) para la enseñanza científica; promover el pensamiento crítico por medio de dinámicas de grupo, reflexión y debates; potenciar el trabajo colaborativo y en equipo; favorecer los contextos reales de aprendizaje como experimentos, excursiones culturales o actividades virtuales; o potenciar proyectos interdisciplinares.

También se desarrolló una plataforma web² de acceso abierto, tanto para profesorado y alumnado, como para familias de los estudiantes de Educación Primaria. El objetivo de la plataforma de CREATEskills es promover el intercambio de recursos y actividades orientados a trabajar las STEM en la enseñanza primaria (Prendes y Arabit, 2021). La plataforma incluye diversas secciones y funcionalidades:

- Una Comunidad Virtual en la que los docentes de disciplinas científicas en primaria pueden compartir materiales, recursos y experiencias por medio de mensajes y foro de debate.
- Una biblioteca virtual donde los docentes pueden subir, consultar o descargar documentos, investigaciones y artículos relevantes para la enseñanza de STEM.
- Una galería de experimentos que no requieren material de laboratorio, para que los estudiantes de primaria puedan realizarlos en casa. La intención es

¹ Sitio web del Proyecto CREATEskills: <http://createskills.eu>

² En <http://createskills.eu/actividades-y-resultados/?lang=es>

fomentar la participación de las familias y promover el aprendizaje vivencial en el hogar. Se trata de una foto-galería activa en la que los propios niños y sus familias pueden compartir imágenes de los experimentos realizados, así como una breve descripción de la experiencia.

- Un banco de actividades³ y REA para desarrollar contenidos STEM en la etapa de primaria. Estos materiales fueron diseñados y creados por los socios participantes en el proyecto. Cada actividad se presenta con un documento en el que se especifican las indicaciones necesarias para su implementación en el aula: breve descripción, objetivos a alcanzar, alumnado al que va dirigido (franja de edad o cursos), duración, materiales necesarios, pasos a seguir, evaluación, consejos y recursos adicionales. Las actividades propuestas se fundamentan en el empleo de metodologías activas y el uso de diversas herramientas y recursos: «unas destacan por el uso de la gamificación educativa; otras emplean recursos propios de la robótica; muchas de ellas se presentan como sencillos experimentos científicos; y hay actividades manipulativas que requieren la construcción de una estructura o producto final» (Arabit, García-Tudela y Prendes, 2021, p. 188).
- Una guía docente para la adecuada implementación de los recursos abiertos disponibles en la plataforma, de forma coherente con las orientaciones metodológicas propuestas y las recomendaciones que se extraen del análisis de necesidades realizado en la primera fase de investigación del proyecto.

Finalmente, se diseñó y se implementó una experiencia de innovación en el aula, cuyos datos de evaluación recogemos a continuación.

2. 2. Método

2.1. Enfoque y objetivo

Esta investigación se apoya en un enfoque cuantitativo, dentro del cual hemos optado por una investigación evaluativa con un diseño de caso único (McMillan y Schumacher, 2005). El objetivo principal de esta investigación es evaluar el uso de metodologías activas apoyadas en recursos tecnológicos para la enseñanza de STEM en Primaria, que incluyen REA accesibles desde una plataforma digital diseñada en el marco del propio proyecto. Este objetivo general se concreta en los siguientes objetivos específicos:

- a) Analizar la satisfacción de los estudiantes de enseñanza primaria tras las actividades STEM realizadas con el apoyo de métodos activos y REA.
- b) Analizar la percepción del profesorado sobre la experiencia de trabajo a partir de la propuesta innovadora de CREATEskills.
- c) Analizar la colaboración familia-escuela a partir de la satisfacción de las familias en relación con esta experiencia y los aprendizajes de los estudiantes.

Como es habitual en los proyectos europeos de investigación, pues la institución financiadora lo establece como requisito, la institución coordinadora ha sido la encargada de diseñar el protocolo de ética de la investigación que posteriormente

³ En <http://createskills.eu/stemtoolkit/?lang=es>

ha sido aplicado en cada país participante. Aplicando dicho protocolo, en una fase inicial se ha facilitado la información a los agentes participantes y se han solicitado las correspondientes autorizaciones (consentimiento informado). Además, se ha garantizado en todo momento el uso anónimo de los datos recogidos, que han sido analizados solamente a efectos de obtener resultados y conclusiones en el contexto del proyecto.

2.2. Fases de investigación

El proceso completo se ha desarrollado en cuatro fases (figura 1). En este artículo vamos a presentar los datos recogidos en la fase 4.

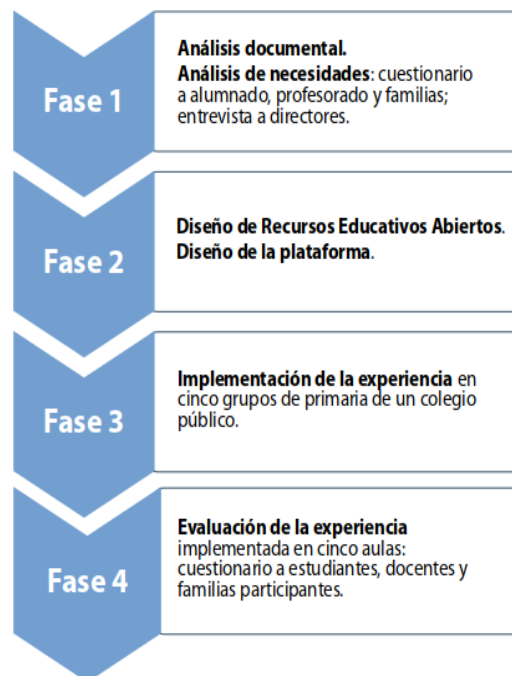


Figura 1. Fases de la investigación. Fuente: elaboración propia.

2.3. Participantes

En este estudio participaron 117 estudiantes de primaria (tabla 1) y 5 profesoras de un colegio público de educación primaria de la Región de Murcia (España), además de 55 familiares de los estudiantes (34 madres y 18 padres; 3 familiares no indicaron el género). Las actividades implementadas (recogidas en la tabla 1) fueron seleccionadas por los docentes participantes de entre todas las disponibles en el banco de recursos abiertos de la plataforma CREATEskills en función de criterios de ajuste al currículo y a la edad de los estudiantes.

Tabla 1. Alumnado participante en la investigación.

Curso de primaria	Edad	Número de alumnos	Actividad implementada
2º	7 y 8 años	23	«¡Ven a visitar mi pueblo!» ⁴
2º	7 y 8 años	23	«Globo aerostático» ⁵
3º	8 y 9 años	26	«Construcción de figuras geométricas» ⁶
5º	10 y 11 años	20	«Aprendiendo ciencia a través del teatro» ⁷
6º	11 y 12 años	25	«¡Boom! - Una prueba de choque» ⁸

2.4. Instrumentos de recogida de información y análisis de datos

Se han utilizado técnicas de encuesta, con cuestionarios diseñados ad hoc y diferenciados para los distintos grupos de participantes (alumnado, profesorado y familias) para ser aplicados a los agentes tras la implementación de las actividades (postest). Los cuestionarios fueron validados mediante juicio de expertos y método Delphi, con la participación de los investigadores de las ocho instituciones europeas asociadas del proyecto. Además de adaptaciones en la redacción de los ítems, en el cuestionario de profesorado se introdujo un cambio en la escala, siendo un bloque respondido con una escala Likert de frecuencia y en otro bloque con una escala de valoración. Para el cuestionario de estudiantes y el de familias se consideró más adecuado utilizar únicamente un tipo de escala Likert.

El cuestionario aplicado al alumnado consta de 21 preguntas politómicas sobre diversos aspectos referidos al desarrollo de la actividad en particular y a la enseñanza de STEM en general, en una escala numérica de frecuencia que va de 1 («Nunca») a 6 («Siempre»). El cuestionario de docentes consta de 17 preguntas. Las 13 primeras cuestiones hacen referencia al desarrollo de la actividad, en una escala numérica que va de 1 («Nunca») a 6 («Siempre»). Los siguientes 4 ítems se refieren a la organización de los documentos, igualmente con una escala de 1 («Totalmente inapropiado») a 6 («Totalmente apropiado»). Y en la última cuestión se pregunta si recomendarían la herramienta a otro profesor o director, en primer lugar con una valoración cuantitativa en una escala de 1 a 10, y también a modo de pregunta abierta. El cuestionario de los familiares incluye 19 ítems. Los tres primeros están referidos a datos sociodemográficos (género, nivel de estudios y género del estudiante del familiar). El resto son preguntas politómicas de única elección y una escala Likert de 5 niveles de acuerdo (desde «Totalmente en desacuerdo» hasta «Totalmente de acuerdo») y hacen alusión a la enseñanza de las STEM y al empleo de recursos en la experiencia implementada.

⁴ Enlace al Recurso Educativo Abierto: <https://bit.ly/2UgYjOF>

⁵ Enlace al REA: <https://bit.ly/2v2TvCp>

⁶ Enlace al REA: <https://bit.ly/2UgGK1e>

⁷ Enlace al REA: <https://bit.ly/2X3JlrN>

⁸ Enlace al REA: <https://bit.ly/2UeFBXY>

2.5. Procedimiento y análisis de datos

La formación del profesorado se realizó de modo presencial a través de un taller de dos días de duración y las actividades fueron diseñadas por los propios profesores participantes en el proyecto. Tras proceder a facilitar el catálogo de recursos a través de la plataforma y una vez elegidas las actividades para cada grupo de estudiantes, se organizó un evento para profesores y familias. Posteriormente, se implementó la actividad en las aulas y se organizó un concurso para promover el trabajo en las casas con la implicación de las familias. Tras tres meses de trabajo con la comunidad educativa, el profesorado recogió los datos a través de cuestionarios en papel. Tras realizar la transcripción de toda la información recogida a las correspondientes hojas de datos, para el análisis estadístico se ha utilizado el programa IBM SPSS Statistics 22.

3. Resultados

A continuación, se analizan los resultados de la experiencia educativa llevada a cabo en las aulas de primaria a través de las opiniones expresadas por los docentes, los estudiantes y los familiares que respondieron a los cuestionarios.

3.1. Resultados del cuestionario aplicado al alumnado

El alumnado valoró muy positivamente los recursos abiertos empleados y las actividades realizadas en la experiencia. Como vemos en la figura 2, casi todo el alumnado (95,8%) se mostró satisfecho o muy satisfecho con la actividad puesta en práctica. Además, el 86,3% consideró que la información sobre la actividad era relevante o muy relevante y la inmensa mayoría (95%) afirmó que quería aprender más sobre los contenidos presentados en los recursos empleados.

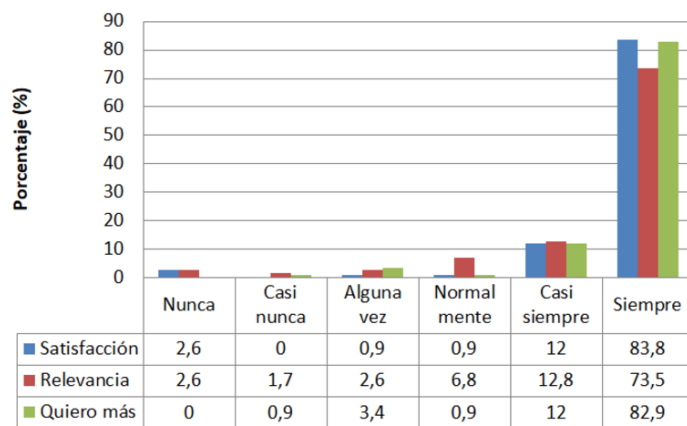


Figura 2. Respuestas del alumnado a los ítems «Estoy satisfecho con la actividad», «La actividad fue relevante para mí» y «Quiero aprender más sobre este tema».

La mayoría de estudiantes manifestó que «siempre» disfrutó de la actividad (73,5%) y la encontró divertida y creativa (76,1%). Estos porcentajes superan el 90% si sumamos a los estudiantes que respondieron «casi siempre». Por otro lado, el 85,5% afirmó haber prestado atención durante el desarrollo de la actividad y un 70,1% consideró que le fue muy bien en las actividades (88% si sumamos la respuesta «casi

siempre»). De hecho, la mayoría (88%) aseguró que siempre o casi siempre se sintió bastante competente.

Cuando les preguntamos si se sintieron nerviosos, presionados o relajados mientras realizaban la actividad hubo más disparidad en sus respuestas. Menos de la mitad (48,7%) respondió que nunca se sintió nervioso y solo el 53% de ellos manifestó que estuvo muy relajado durante las actividades (figura 3). Como vemos en el gráfico, aunque la mayoría de los estudiantes (70,1%) «nunca» se sintió presionada al realizar la actividad, casi un 50% señaló ausencia de nerviosismo y en ese mismo porcentaje señalaron estar siempre relajados haciendo los experimentos.

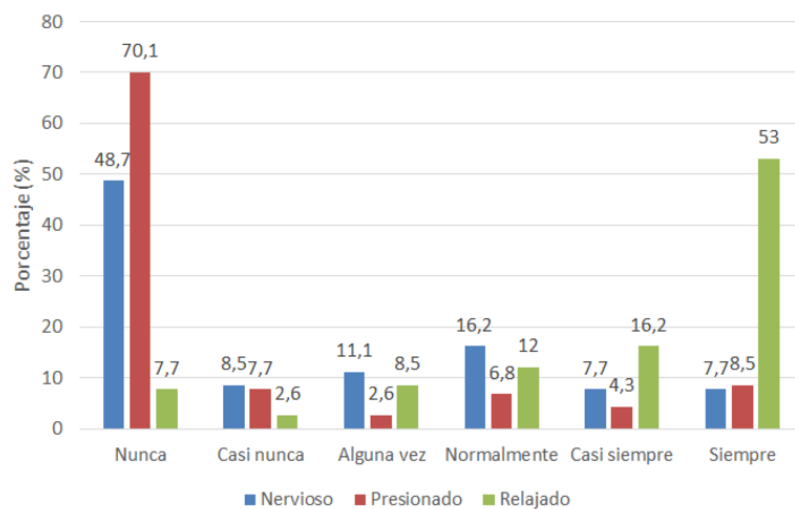


Figura 3. Respuestas del alumnado a los ítems «Me he sentido nervioso», «Me sentí presionado» y «Estaba relajado» mientras realizaba la actividad.

Se preguntó a los estudiantes si tuvieron la opción de participar de modo activo en la actividad. Es interesante destacar la polarización en este ítem: un destacable 34,2% respondió que nunca tuvo la opción de participar, mientras que un 49,6% indicó que siempre la tuvo. Sin embargo, la gran mayoría afirmó que siempre (75%) o casi siempre (13,8%) pudo expresar su punto de vista durante el desarrollo de la actividad.

Por último, se analizan los resultados de diversas preguntas que hacen referencia a las STEM en general. Casi todos los participantes (94,9%) consideran que siempre o casi siempre es interesante aprender STEM. Así mismo, más del 95% del alumnado (81,2% «siempre» y 14,5% «casi siempre») afirmaron que les gustaría aprender materias STEM. Los estudiantes se consideran capaces de adquirir conocimientos y habilidades en STEM (92,3%) y la mayoría piensa que hace un gran esfuerzo para aprender STEM, ya que el 72,6% respondió a esta pregunta utilizando las categorías de siempre (59,8%) o casi siempre (12,8%), aunque un 18,8% marcó «normalmente» en esta pregunta.

3.2. Resultados del cuestionario aplicado a docentes

Con respecto al aspecto organizativo, todas las docentes indicaron la máxima puntuación en las cuestiones referidas a la variedad y la calidad de los recursos. Por

otro lado, cuatro docentes consideraron que siempre fue adecuada la claridad y amplitud de las instrucciones para poner en marcha las actividades (la docente restante dijo que «casi siempre»). Por último, tres docentes respondieron que la calidad de los documentos disponibles en la plataforma para poner en práctica las actividades es totalmente apropiada, mientras que dos contestaron con un 5 sobre 6.

En cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje en relación con las actividades realizadas y la metodología empleada, también hubo consenso. En este sentido, tres docentes respondieron que «siempre» (las dos restantes que «casi siempre») fueron interesantes y relevantes los temas tratados y que la actividad (el recurso abierto seleccionado y llevado a la práctica) promovió el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la creatividad y otras habilidades. Cuatro de las cinco docentes marcaron la puntuación máxima (6 sobre 6), mientras que la docente restante (no siempre la misma) la valoró con un 5 sobre 6, en las siguientes cuestiones: la actividad logró los objetivos de aprendizaje propuestos y las expectativas iniciales; el contenido trabajado fue original; la actividad permitió la adquisición de nuevos conocimientos y experiencias; la presentación de la actividad fue fácil de entender para los alumnos; los materiales y recursos presentados fueron claros y apropiados; y los enfoques de aprendizaje fueron apropiados para la edad del alumnado. Hubo unanimidad y las cinco docentes marcaron la puntuación máxima en las cuestiones referidas a si promovieron la participación y la implicación del alumnado durante el desarrollo de las actividades y si los estudiantes se involucraron y se mostraron motivados y activos. Además, todas las docentes manifestaron que estas actividades siempre pueden integrarse fácilmente en los planes de estudio de ciencias y matemáticas en la etapa de primaria.

Como podemos comprobar, la valoración de los recursos empleados por parte del profesorado fue muy alta, respondiendo en todas las cuestiones con un 5 o un 6 (sobre 6), y en ningún caso con una valoración por debajo de 5. La media de todas las respuestas de las cinco docentes es de 5,83 sobre 6 (d.t.: 0,60). Con respecto a la última pregunta del cuestionario, acerca de si recomendarían la herramienta CREATEskills a otro profesor o director de colegio, en la valoración cuantitativa, tres de las docentes contestaron con la puntuación máxima (10, en una escala de 1 a 10), otra respondió con un 9, y la restante no indicó puntuación.

En cuanto a la respuesta a la pregunta abierta, podemos destacar que, en general, las cinco docentes valoraron de forma muy positiva la actividad realizada y afirmaron de forma unánime que la recomendarían a otros maestros, si bien cada una de ellas destacó aspectos diversos: una profesora opinó que este tipo de actividades «deberían ser compartidas por todos los maestros del colegio» y otra docente destacó que se pueden llevar a cabo en todos los niveles de primaria. Además, destacaron el carácter motivador, participativo, práctico, cooperativo y dinámico de la actividad desarrollada. Así mismo, también se destacó por parte de todas las profesoras participantes que se favorece el trabajo en grupo o el trabajo cooperativo del alumnado, y una de las docentes apuntó que se logró «un aprendizaje significativo para los niños mediante una metodología activa, manipulativa y creativa». Otro comentario hizo hincapié en la implicación de los alumnos en la actividad, ya que les resultó interesante y divertida. Y una de las profesoras, además de incidir en algunos puntos destacados por las otras docentes, hizo mención especial a los alumnos con necesidades educativas especiales y a los alumnos con problemas de conducta, los

cuales «se han interesado por la actividad dada su naturaleza práctica, motivadora y diferente».

3.3. Resultados del cuestionario aplicado a familias

Más de la mitad de los familiares participantes (53,7%) opinó que la enseñanza de STEM debe centrarse más en los contenidos que en favorecer otras capacidades como la resolución de problemas, aunque un 29,6% no estuvo «ni de acuerdo ni en desacuerdo» con esta cuestión. No obstante, casi un 80% (40,7% totalmente de acuerdo y 38,9% de acuerdo) consideró que la enseñanza de STEM promueve la capacidad de resolución de problemas en la vida real. También coincidió la gran mayoría en que la enseñanza científica mejora en el alumnado la motivación por aprender (81,8%) y las habilidades de trabajo en equipo (90,9%).

En cuanto al empleo de recursos y la realización de actividades para el aprendizaje de STEM, se les preguntó por los ámbitos del hogar, del centro educativo y de Internet. Aunque la mitad de los familiares dijo que realizaban en casa con sus hijos experimentos o actividades relacionadas con las asignaturas STEM, un 24,1% marcó la respuesta neutra y un 18,5% respondió «totalmente en desacuerdo» (es decir, que nunca lo hacían). El resultado es similar y comparable en la cuestión referida a si disponían de materiales en casa para hacer este tipo de actividades y experimentos (58,5% de acuerdo o totalmente de acuerdo). También estuvo de acuerdo la mayoría (56,6%) en que el centro educativo disponía de recursos suficientes para la enseñanza de STEM, aunque un 37,7% optó por la respuesta neutra. En cuanto al uso de recursos de Internet para realizar actividades STEM con sus hijos, un 60,6% aseguró que sí los empleaba y tan solo un 14,5% respondió que no (en desacuerdo o totalmente en desacuerdo). En este sentido, se les preguntó si habían utilizado la plataforma CREATEskills y tan solo un 20,7% respondió de forma afirmativa (figura 4).

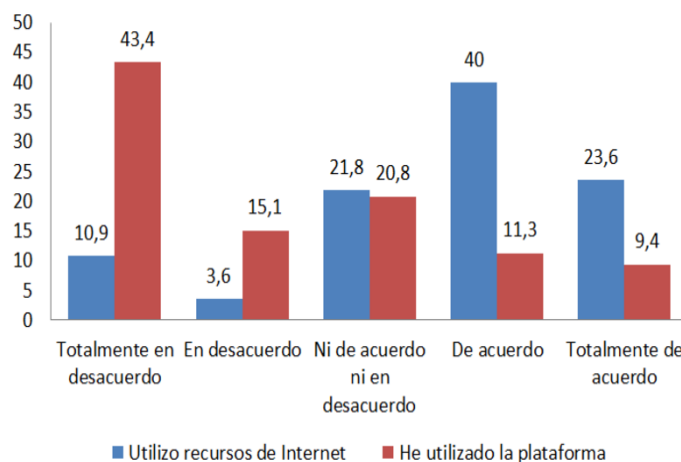


Figura 4. Respuestas de las familias a los ítems «Utilizo recursos de Internet para hacer actividades STEM con mi hijo» y «He utilizado la plataforma CREATEskills». Resultados en porcentajes (%).

Por último, cabe destacar que un 75,4% marcó las respuestas «de acuerdo» o «totalmente de acuerdo» en la cuestión que afirma que la enseñanza de STEM es necesaria para desarrollar una economía global y competitiva. Sin embargo, con

respecto al futuro profesional de sus hijos e hijas, solo un 31,5% dijo que le gustaría que se dedicasen expresamente al ámbito de las STEM y no a áreas relacionadas con el arte, la educación o el derecho.

4. Discusión y conclusiones

4.1. Discusión

Los datos obtenidos en este trabajo confirman los hallazgos de estudios anteriores sobre Recursos Educativos Abiertos y enseñanza de STEM, lo cual supone un aval para las actuales propuestas de enseñanza en ese ámbito disciplinar, que remarcan la utilización de métodos activos, de tecnologías digitales y de este tipo de recursos abiertos.

Por un lado, se encuentran coincidencias relevantes en lo referente a la enseñanza de STEM. Mustafa et al. (2016) y English (2017) destacan la creciente atención internacional de las STEM a nivel político, económico y educativo. Aunque nuestro estudio se centra en el plano pedagógico, los participantes en la experiencia destacan la importancia de las STEM: el alumnado manifiesta que son aprendizajes relevantes e importantes para su futuro, los familiares afirman que la enseñanza de STEM es necesaria para promover una economía competitiva y el profesorado incide en el poder de la enseñanza científica para potenciar en las nuevas generaciones las competencias del siglo XXI, referidas al pensamiento crítico, la creatividad, la colaboración y la comunicación. Las investigaciones de Mustafa et al. (2016), Sanmartí y Márquez (2017) y Murphy et al. (2018) también ahondan en algunos de los beneficios de las STEM que salen a relucir en este estudio, como son la satisfacción mostrada por el desarrollo del trabajo en grupo, así como también la motivación y los resultados de aprendizaje.

Con respecto a los enfoques metodológicos más adecuados para abordar las STEM en las aulas, Sanmartí y Márquez (2017) y Thibaut et al. (2018) coinciden con nuestra investigación al poner el foco en las metodologías activas como elemento clave para la enseñanza STEM junto con la importancia de la colaboración entre profesores y el uso de recursos educativos abiertos. También Aparicio-Gómez y Ostos-Ortiz (2021) defienden que el uso de recursos educativos abiertos debe ir de la mano del empleo de pedagogías emergentes. Continuando con el plano pedagógico, en este trabajo se pone en relieve la necesidad de sustentar los aprendizajes en contextos auténticos y situaciones de la vida diaria para mejorar el interés, la motivación y la participación del alumnado, coincidiendo así con los planteamientos de Hackling (2015). Los participantes en esta investigación aluden al incremento en la participación del alumnado en las actividades, así como a una mejora de la motivación, en lo que también coinciden las familias.

No obstante, en este sentido, es importante señalar la discrepancia entre los estudiantes al responder sobre su grado de participación, pues parece que en algunos casos se limitaron a opinar. Tal y como señalamos en nuestro estudio previo (Arabit y Prendes, 2020), es necesaria la capacitación del profesorado en metodologías activas para la enseñanza de STEM, pues la actividad del estudiante no debe limitarse a la observación y la opinión, sino que debe ser una participación real en la realización de los experimentos en el aula. Hay otras investigaciones previas que también ponen el

acento en la necesidad de formación del profesorado para garantizar la eficacia de la enseñanza de STEM (Shernoff et al., 2017; Thibaut et al., 2018), tal y como manifiesta el profesorado que participó en nuestra investigación.

La plataforma virtual de CREATEskills incluye un catálogo de recursos (actividades, materiales y experimentos) cuyo diseño está en sintonía con la conceptualización que hace Butcher et al. (2015) acerca de los Recursos Educativos Abiertos. Pero, de acuerdo con Area (2017), la transformación del material didáctico no solo alude al cambio de formato tecnológico y su accesibilidad universal, sino que se ha de hacer hincapié fundamentalmente en la calidad pedagógica de los materiales (Hassler et al., 2014), en el sentido de que tengan la capacidad de generar nuevas ideas, sean creativos y estén bien presentados, tal y como manifiestan los participantes de nuestra investigación con respecto a los REA llevados a la práctica en la experiencia implementada. Rodríguez, Doderó y Alonso (2011) inciden en la calidad de los recursos abiertos poniendo el foco en los indicadores de calidad. También es necesario trabajar la competencia digital docente para que los profesores sepan explotar las posibilidades de las tecnologías y los REA, en línea con los trabajos de Cózar y Roblizo (2014), Peirats et al. (2015) o Prendes et al. (2010).

En este sentido, creemos que es importante remarcar que los recursos fueron diseñados y producidos por los propios docentes con el asesoramiento de los investigadores del proyecto. Tanto la colaboración en equipos multidisciplinares como las comunidades virtuales pueden ser estrategias adecuadas para promover el diseño y uso de REA en la enseñanza STEM. Cabe así destacar que la plataforma CREATEskills también cuenta con una sala virtual donde los profesores comparten experiencias y recursos. Este otro ámbito, el de las comunidades virtuales docentes y sus ventajas pedagógicas para promover el aprendizaje colaborativo, se ha estudiado de forma extensa (Meirinhos y Osório, 2009; Prendes y Solano, 2008; Rebollo et al., 2012; Recio et al., 2021; Salinas, 2003; Scherer y Buchem, 2019).

4.2. Conclusiones

Tras la experiencia de innovación educativa implementada, llevando a las aulas Recursos Educativos Abiertos disponibles en la plataforma CREATEskills, podemos concluir que el propósito de este estudio se ha cumplido, dado que se han fomentado las metodologías activas y el trabajo colaborativo, y se han logrado la implicación, la participación, el interés y la motivación en la gran mayoría de los estudiantes participantes. Las actividades escogidas han sido manipulativas y vivenciales, y han estado basadas en contextos auténticos, favoreciendo un aprendizaje significativo y siguiendo los principios del aprendizaje constructivista (aprender haciendo), lo que ha permitido una mejor comprensión e integración de los contenidos STEM trabajados en las aulas de primaria. Así mismo, como se deduce de los resultados, se ha promovido el trabajo en equipo, el intercambio de puntos de vista, la ayuda mutua, la toma de decisiones conjunta y la reflexión, aspectos ligados a los beneficios del empleo de metodologías activas en la enseñanza científica (Ferrada, 2021; Hackling, 2015; Macancela-Coronel et al., 2020; Mateos, 2021).

La valoración general de los participantes, tanto docentes como alumnos, ha sido muy buena: la mayoría de los estudiantes manifiestan que están satisfechos con la experiencia, que ha sido interesante aprender STEM y que se han sentido motivados. Podemos concluir que se ha conseguido el objetivo de promover y evaluar el empleo

de REA para la enseñanza de STEM en primaria, en este caso, haciendo uso de actividades diseñadas y compartidas en la plataforma CREATEskills. En este sentido, la valoración de estos REA por parte de los docentes y discentes involucrados ha sido sumamente positiva, ya que la inmensa mayoría destaca la calidad, la originalidad, la creatividad, la variedad y la relevancia de estos materiales, que son producto de la colaboración de equipos docentes. En cuanto a las familias del alumnado, se concluye la necesidad de mejorar la implicación de las mismas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las STEM, poniendo a su disposición suficientes recursos adecuados y adaptados para que puedan realizar en el ámbito del hogar actividades prácticas, relacionadas con el entorno cercano y basadas en situaciones reales. Los REA, por sus características de difusión, pueden facilitar este cometido, pero la escuela deberá intentar llevar a cabo una colaboración estrecha con las familias para promover su acceso a los recursos en base a criterios de selección adecuados.

Las principales limitaciones de esta investigación aparecen directamente relacionadas con el tipo de diseño de caso único y la imposibilidad de generalización de sus datos, pero ha de valorarse la importancia que este tipo de trabajos tienen para promover experiencias reales de cambio e innovación en las aulas, que necesariamente deben ser evaluadas con procedimientos científicos de investigación rigurosos.

Para finalizar, más allá de los resultados obtenidos, cabe destacar que este trabajo remarca el interés en profundizar en futuras líneas de investigación que pongan el foco en la utilidad de los recursos abiertos para la enseñanza STEM, así como los métodos activos y las tecnologías. Este campo de estudio igualmente puede ampliarse con estudios sobre el valor de la colaboración familia-escuela para la enseñanza de STEM. En definitiva, nos encontramos en una nueva era que avanza, o debe avanzar, hacia una educación más flexible y abierta, que favorezca la participación y la colaboración, el diálogo y la comunicación, la creación y la creatividad, la interactividad y la conectividad, con el impulso de las metodologías activas y aprovechando las posibilidades que brindan la digitalización y la tecnología educativa (Prendes, 2018).

5. Reconocimientos

El proyecto CREATEskills fue financiado por la Comisión Europea (referencia 2017-1-PT01-KA201-035981). En este proyecto participaron ocho instituciones de cuatro países europeos: Grupo de Investigación en Tecnología Educativa (GITE) de la Universidad de Murcia (España), CEIP Nuestra Señora de la Consolación (España), Science View Hellenic Association (Grecia), Chania Directorate of Primary Education (Grecia), UAB Mestis Baltic (Lituania), UAB Karalienes Motos Mokykla (Lituania), Mentortec (Portugal) y Agrupamento de Escolas de Loureiro (Portugal). Gracias a todas las instituciones asociadas, especialmente a los investigadores del GITE y a los docentes, estudiantes y familias del colegio español que participó en la experiencia.

6. Referencias

- Aparicio-Gómez, O.-Y. y Ostos-Ortiz, O.-L. (2021). Pedagogías emergentes en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa*, 1(1), 11–36.
<https://doi.org/10.51660/ripie.v1i1.25>
- Arabit García, J., García-Tudela, P. A. y Prendes Espinosa, M. P. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica.

- Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 173-194.
<https://doi.org/10.35362/rie8714591>
- Arabit García, J. y 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.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.2020.i57.04>
- Arabit García, J., Prendes Espinosa, M. P. y Serrano, J. L. (2021). La enseñanza de STEM en Educación Primaria desde una perspectiva de género. *Revista Fuentes*, 23(1), 64-76.
<https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.v23.i1.12266>
- Area, M. (2017). La metamorfosis digital del material didáctico tras el paréntesis Gutenberg. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 16(2), 13-28.
<https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/181140>
- Butcher, N.; Kanwar, A. y Uvalic-Trumbic, S. (2015). *Guía básica de recursos educativos abiertos (REA)*. París: UNESCO Publishing.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/02329/232986s.pdf>
- Chiappe, A. y Lee, L. L. (2017). Open teaching: A new way on e-learning? *Electronic Journal of E-Learning*, 15(5), 369-383.
<https://academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/1845>
- Cózar Gutiérrez, R. y Roblizo Colmenero, M. J. (2014). La competencia digital en la formación de los futuros maestros: percepciones de los alumnos de los Grados de Maestro de la Facultad de Educación de Albacete. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 13(2), 119-133.
<https://doi.org/10.17398/1695-288X.13.2.119>
- Dawne, B. (2016). The reality of STEM education, design and technology teachers' perceptions: a phenomenographic study. *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1), 61-79.
<https://doi.org/10.1007/s10798-015-9300-9>
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24.
<https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>
- Ferrada, C. (2021). *Diseño e implementación de actividades STEM a partir del trabajo en robótica, con metodologías activas en 3º ciclo de educación primaria*. Universidad de Granada.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=303490>
- González, H. B., y Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
<http://steamwise.io/docs/congressional-research-service-R42642.pdf>
- Hackling, M. W. (2015). Think Piece: Preparing today's children for the workplaces of tomorrow: The critical role of STEM education. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 23(3).
<https://openjournals.library.usyd.edu.au/index.php/CAL/article/download/10334/10263>
- Hassler, B., Hennessy, S., Knight, S., y Connolly, T. (2014). Developing an Open Resource Bank for Interactive Teaching of STEM: Perspectives of school teachers and teacher educators. *Journal of Interactive Media in Education*.
<http://hdl.handle.net/10453/115968>
- Jiménez, Ó. G., Torres, J. R., y Cruz, P. C. (2020). La competencia digital del profesorado y la atención a la diversidad durante la COVID-19: Estudio de caso. *Revista de Comunicación y Salud: RCyS*, 10(2), 483-502.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7697409>
- Kanadli, S. (2019). A meta-summary of qualitative findings about STEM education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1201183.pdf>
- Kim, D., Lee, Y., Leite, W. L. y Huggins-Manley, A. C. (2020). Exploring student and teacher usage patterns associated with student

- attrition in an open educational resource-supported online learning platform. *Computers and Education*, 156. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103961>
- López, M. y Bernal, C. (2016). La cultura digital en la escuela pública. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, (85), 103-110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5573949>
- Macancela-Coronel, G. F., García-Herrera, D. G., Erazo-Álvarez, C. A. y Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Comprensión del aprendizaje interdisciplinar desde la educación STEM. *EPISTEME KOINONIA*, 3(1), 117-139. <https://fundacionkoinonia.com.ve/ojs/index.php/epistemekoinonia/article/download/995/1784>
- Mateos Núñez, M. M. (2021). *Diseño y validación de metodologías didácticas aplicadas en el aula de Educación Primaria para mejorar el dominio cognitivo y emocional en la enseñanza/aprendizaje de competencias STEM* (Tesis doctoral, Universidad de Extremadura). <http://hdl.handle.net/10662/13045>
- McMillan, J. H., Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa: una introducción conceptual*. (5ª ed.). Pearson.
- Meirinhos, M., y Osório, A. (2009). Las comunidades virtuales de aprendizaje: el papel central de la colaboración. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (35), 45-60. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36812381004.pdf>
- Monsalve-Lorente, L. y Aguasanta-Regalado, M. (2020). Nuevas ecologías del aprendizaje en el currículo: la era digital en la escuela. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 19(1), 139-154. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.19.1.139>
- Murphy, S., MacDonald, A., Danaia, L. y Wang, C. (2018). An analysis of Australian STEM education strategies. *Policy Futures in Education* 0(0), 1-18. <http://dx.doi.org/10.1177/1478210318774190>
- Mustafa, N., Ismail, Z., Tasir, Z. y Said, M.N. (2016). A Meta-Analysis on Effective Strategies for Integrated STEM Education. *Advanced Science Letters*, 22(12), 4225-4229. <https://doi.org/10.1166/asl.2016.8111>
- Peirats Chacón, J., Muñoz Moreno, J., y San Martín Alonso, Ángel. (2015). Los imponderables de la tecnología educativa en la formación del profesorado. *Revista Latinoamericana De Tecnología Educativa - RELATEC*, 14(3), 11-22. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.14.3.11>
- Portillo Berasaluce, J., Romero, A. y Tejada, E. (2022). Competencia Digital Docente en el País Vasco durante la pandemia del COVID-19. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 21(1). <https://doi.org/10.17398/1695-288X.21.1.57>
- Prendes-Espinosa, 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). <https://doi.org/10.6018/riite/2018/335131>
- Prendes-Espinosa, M. P. y Arabit García, J. (2021). La enseñanza de STEM: el proyecto CREATE-Skills en M. P. Prendes, I. M. Solano y M. M. Sánchez (Coords.), *Tecnologías y pedagogía para la enseñanza STEM* (pp. 25-39). Pirámide.
- Prendes-Espinosa, M. P., Castañeda-Quintero, L. y Gutiérrez-Portlán, I. (2010). Competencias para el uso de TIC de los futuros maestros. *Comunicar*, 35, 175-182. <https://doi.org/10.3916/C35-2010-03-11>
- Prendes-Espinosa, M. P. y Solano Fernández, I. M. (2008). Edutec en la red comunidades virtuales para la colaboración de profesionales. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (25), a092. <https://doi.org/10.21556/edutec.2008.25.481>
- Rebollo, M., García, R., Buzón, O. y Barragán, R. (2012). Las comunidades virtuales como potencial pedagógico para el aprendizaje colaborativo a través de las TIC. *Enseñanza & Teaching*, (30), 105-126. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4091476>
- Recio Mayorga, J.; Gutiérrez-Esteban, P. y Suárez-Guerrero, C. (2021). Recursos educativos abiertos en comunidades

- virtuales docentes. *Apertura*, 13(1), pp. 101-117.
<http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v13n1.1921>
- Rodríguez, J. S., Doderó, J. M., & Alonso, S. S. (2011). Determinando la relevancia de los recursos educativos abiertos a través de la integración de diferentes indicadores de calidad. *Revista de Universidad y Sociedad Del Conocimiento*, 8(2), 46-60.
<http://rusc.uoc.edu/ojs/index.php/rusc/article/view/v8n2-sanz-dodero-sanchez/v8n2-sanz-doderosanchez>
- Salinas, J. (2003). Comunidades virtuales y aprendizaje digital. *CD-ROM Edutec*, 54(2), 1-21.
<https://campus.fundec.org.ar/admin/archivos/3%20conferenciasalinas.pdf>
- Sanmartí, N. y Márquez, C. (2017). Aprendizaje de las ciencias basado en proyectos: del contexto a la acción. *Ápice: revista de educación científica*, 1(1), 3-16.
<https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2020>
- Santa Medina, R. (2021). El e-Learning en Educación Primaria como consecuencia de la situación generada por el Covid-19: un estudio de caso. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (10), 121-136.
<https://doi.org/10.6018/riite.439831>
- Scherer Bassani, P. y Buchem, I. (2019). Virtual exchanges in higher education: developing intercultural skills of students across borders through online collaboration. *RIITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, (6).
<https://doi.org/10.6018/riite.377771>
- Shernoff, D., Sinha, S., Bressler, D.M. y 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), 1-16.
<https://doi.org/10.1186/s40594-017-0068-1>
- Thibaut, L. Knipprath, H., Dehaene, W. y Depaepe, F. (2018). The influence of teachers' attitudes and school context on instructional practices in integrated STEM education. *Teaching and Teacher Education*, 71, 190-205.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.12.014>
- UNESCO (2002). *Forum on the impact of open courseware for higher education in developing countries. Final report.* www.unesco.org/iiep/eng/focus/opensrc/PDF/OERForumFinalReport.pdf
- Valverde-Berrocoso, J. (2010). El movimiento de "educación abierta" y la "universidad expandida". *Tendencias pedagógicas*, 16, 157-180.
<https://revistas.uam.es/tendenciaspedagogicas/article/view/1948>
- Zhang, M., & Li, Y. (2017). Teaching experience on faculty members' perceptions about the attributes of open educational resources (OER). *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(4), 191-199.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v12i04.6638>