Revista de Formación en Educación, 2026, *1*, Artículo 4
https://doi.org/10.21134/dd160s16

INVESTIGACIÓN ORIGINAL **Open Access**

TICs, STEAM e ITOP: Revisión bibliográfica y propuesta de enseñanza para un futuro sostenible

ICTs, STEAM, and ITOP: Literature Review and Teaching Proposal for a Sustainable Future

Jorge Moya Olcina y Óscar Martínez Bonastre*

Departamento de Estadística, Matemáticas e Informática, Universidad Miguel Hernández, de Elche.

*Correspondencia:
oscar.martinez@umh.es

***Recibido:* 3/12/2025**
Aceptado:* *10/12/2025
Publicado:* *1/04/2026

Funciones de los autores:
1 conceptualizó y diseñó el estudio, escribió el programa deseado, interpretó los datos, preparó los borradores, incluida la versión final. 1 y 2 revisaron críticamente. Todos los autores han aprobado esta versión final del texto.

Citación:
Moya-Olcina, J. & Martínez, O. (2026). TICs, STEAM e ITOP: Revisión bibliográfica y propuesta de enseñanza para un futuro sostenible. *Revista de Formación en Educación, 1*, Artículo 4. https://doi.org/10.21134/dd160s16

Resumen

Este trabajo persigue dos objetivos principales. Por un lado, realizar una revisión bibliográfica que analice la relación entre las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y la enseñanza de las disciplinas STEAM en ESO y Bachillerato, junto con el papel de las obras públicas y la sostenibilidad medioambiental y social en conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030. Por otro, diseñar una propuesta didáctica para 3º de ESO en Tecnología y Digitalización, que integre competencias y saberes del bloque de energías renovables en el ámbito de la ingeniería civil. La hipótesis planteada sostiene que el uso de ejemplos de obras públicas en el aula favorece el aprendizaje en STEAM mediante las TIC y fomenta la sensibilización hacia los ODS. La propuesta se centra en el diseño, construcción y exposición de una maqueta de puerto costero con luces guía alimentadas por aerogeneradores eólicos, promoviendo el desarrollo competencial y la conciencia sobre sostenibilidad al conectar el aprendizaje con la realidad.

Palabras claves: TIC, STEAM, educación secundaria, Bachillerato, tecnología, metodología, proyectos, energías renovables, ingeniería civil, sostenibilidad.

Abstract

This study pursues two main objectives. Firstly, it conducts a literature review analysing the relationship between Information and Communication Technologies (ICT) and the teaching of STEAM disciplines in Compulsory Secondary Education (ESO) and Post-Compulsory Secondary Education (Bachillerato), together with the role of public works and environmental and social sustainability in connection with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda. Secondly, it designs a teaching proposal for Year 10 students in the subject of Technology and Digitalisation, integrating competences and core knowledge from the renewable energy block within the field of civil engineering. The proposed hypothesis holds that the use of examples of public works in the classroom enhances learning in STEAM disciplines through ICT, while also fostering awareness of the SDGs. The proposal focuses on the design, construction and presentation of a scale model of a coastal harbour with navigation lights powered by wind turbines, promoting competence development and sustainability awareness by linking learning to real-world contexts.

Keywords: ICT, STEAM, secondary education, Baccalaureate, technology, methodology, projects, renewable energy, civil engineering, sustainability.

Introducción

El avance de las Tecnologías de la Información y Comunicación (en adelante, TICs) ha revolucionado la educación actual, permitiendo analizar, diseñar, simular y comunicar fenómenos complejos, mediante herramientas y recursos innovadores (como, por ejemplo, los software y programas Tinkercad, SketchUp o Scratch), esenciales para la enseñanza de proyectos basados en las disciplinas STEAM (acrónimo de las palabras en inglés *Science, Technology, Engineering, Art and Maths*), facilitando con ello el aprendizaje activo, autónomo y colaborativo del alumnado.

Las STEAM promueven el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad y son clave en la formación de los estudiantes, capaces de afrontar retos globales como la sostenibilidad medioambiental y social (Gavari-Starkie et al., 2022). La implementación interdisciplinar del enfoque STEAM mejora la comprensión de conceptos científicos y tecnológicos aplicados a situaciones reales.

Por otro lado, los proyectos y construcciones de ingeniería civil han constituido, desde hace siglos, paradigmas en los que se aúnan los conocimientos, la práctica y el desarrollo de la ciencia, la tecnología, la ingeniería, el arte y las matemáticas. Marco Vitrubio Polión, ingeniero romano contemporáneo de Julio César y del primer emperador Octavio Augusto, a los que asesoró y dedicó gran parte de su obra, citó en su colección de diez tomos, *De Architectura*, que todas las construcciones debían poseer las cualidades de *firmitas, utilitas et venustas* (solidez, utilidad y belleza). Es por ello que las obras públicas de ingeniería civil constituyen un claro ejemplo de aplicación de las disciplinas STEAM en nuestro entorno y vida cotidiana.

Además, en educación se trabajan valores éticos y de buena conducta de manera transversal en todas las materias. Y la de Tecnología y Digitalización no es una excepción. Hacer de nuestro planeta un mundo mejor es un objetivo marcado por la inmensa mayoría de los gobiernos y, a tal fin, la ONU desarrolló el plan denominado *Agenda 2030*. En él se contemplan los llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (en adelante, ODS) y los Retos y Desafíos del siglo XXI.

Actualmente, obras públicas como los puertos marítimos, puentes basculantes, o parques eólicos, son ejemplos también del aprovechamiento de las energías renovables, tanto en su construcción como en su posterior empleo (Kolmos, 2021). Integrar todos estos conceptos facilita el aprendizaje significativo y la contextualización de las enseñanzas y aprendizajes en el aula con la realidad exterior.

Es por todo lo expuesto anteriormente que se justifica una propuesta pedagógica enfocada a la ejecución de una maqueta de una obra de ingeniería civil en un ambiente de energías renovables, aunando la puesta en práctica de las disciplinas STEAM con la aplicación de recursos TIC.

Se contemplan pues, como objetivos principales de este trabajo los siguientes:

Generales:

- Llevar a cabo una revisión bibliográfica sobre el uso de las TICs en el desarrollo de las disciplinas STEAM dentro del sistema educativo.
- Diseñar una propuesta de enseñanza, concretada en una situación de aprendizaje con un enfoque STEAM, basada en el uso de energías renovables aplicadas a una obra de ingeniería civil, poniendo en práctica recursos TIC y fomentando la sostenibilidad ambiental y social.

Específicos:

- Relacionar el papel de las TICs, las STEAM, la ingeniería civil y la sostenibilidad en la educación actual.
- Contextualizar la vida en el aula con la vida real, crucial en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

- Desarrollar las fases del método de proyectos: estudio del problema, búsqueda de información, diseño de la idea, planificación, construcción, presupuesto, evaluación, divulgación y análisis de inconvenientes.
- Familiarizar al alumnado con los retos y desafíos del siglo XXI y poner en práctica algunos de los ODS.

Método

De llevó a cabo una revisión bibliográfica siguiendo las directrices establecidas en la guía PRISMA 2020 (Preferred Reported Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), y confeccionando posteriormente una propuesta de enseñanza.

Se efectuó una búsqueda inicial de artículos en enero de 2025 consultando bases de datos académicas, empleando términos como "TIC", "STEAM", "educación", "educación secundaria", "energías renovables" e "ingeniería civil", y la correspondencia de estos descriptores en inglés: "ICT", "STEAM", "education", "renewable energies", "Civil engineering".

El acceso a las bases de datos se realizó a través de la Biblioteca digital de la Universidad Miguel Hernández, donde se proporciona a la comunidad universitaria acceso a todos los recursos electrónicos suscritos desde las propias plataformas editoriales.

Se hizo otra búsqueda más específica durante el mes de febrero de 2025, esta vez en tres fuentes concretas: dos bases de datos elegidas por su especialización en temas de tecnología, ingeniería y educación (IEEE Xplore, ScienceDirect) y el buscador Google Scholar, estableciendo descriptores, booleanos, y criterios de inclusión y exclusión.

La búsqueda de artículos se adaptó atendiendo las características de búsqueda avanzada de cada una de las bases de datos, a la hipótesis de investigación y a los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Las ecuaciones de búsqueda, descriptores clave y conectores empleados se recogen en la Tabla 1.

Tabla 1:

Protocolo de búsqueda

	nº 1	nº 2	nº 3	nº 4	nº 5
Criterios de inclusión	Trabajos publicados entre 2015 y 2025	Publicaciones redactadas en inglés o castellano	Estudios que tratan al menos dos de las variables (TIC, STEAM, ODS, ENG)	Enfocados en prácticas educativas, preferiblemente ESO y BAT	Documentos de Google Scholar publicados en fuentes fiables
Criterios de exclusión	Trabajos anteriores a 2015	Documentos sin versión en inglés o castellano	Centrado únicamente en una variable	Enfoque fuera del ámbito educativo (Industria, empresas…)	A pesar del título y palabras claves, el contenido no tiene relación

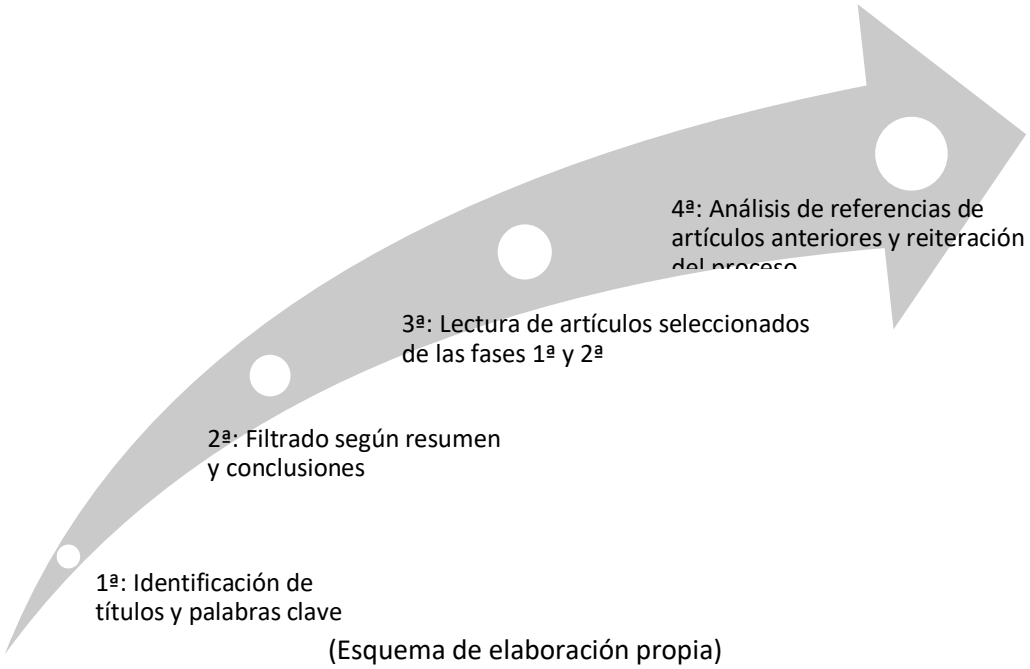
Y los criterios de inclusión y exclusión se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2:

Criterios formulados

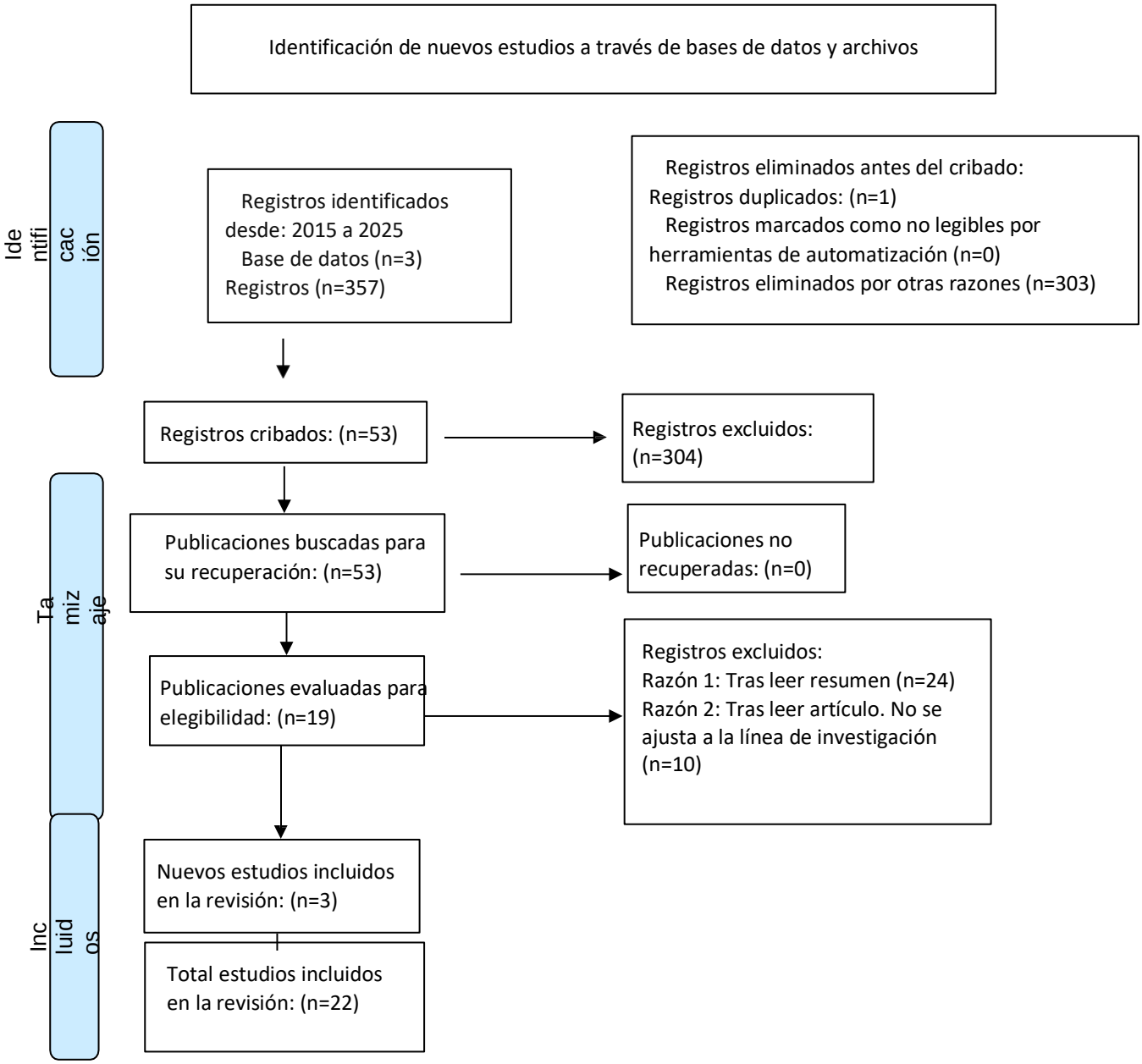
Bases de datos	Ecuaciones de Búsqueda y términos clave
IEEEXplore	Ecuación 1: ICT AND STEAM education AND Engineering Ecuación 2: Civil Engineering AND Secundary School AND Renewable energy
ScienceDirect	ICT AND STEAM education AND Engineering AND Sustainability AND Methodology
GoogleScholar	Ecuación 1: "TICs"+ ("educación STEAM" OR"ingeniería civil") + ("educación secundaria" OR"bachillerato") +"ODS" Ecuación 2: ICTs +"STEAM education" +STEM +civil engineering + (secondary education +high school) + (renewable energies +sustainability)

Entre las tres fuentes se obtuvieron inicialmente 357 resultados potenciales. Durante el mes de febrero y la primera quincena de marzo de 2025 se procedió a su revisión según los criterios anteriores y realizando un proceso general concretado en 4 fases, esquematizadas a continuación:



(Esquema de elaboración propia)

El proceso de búsqueda y selección de estudios se muestra en el Diagrama de flujo PRISMA siguiente:



Por último, se incorporó una publicación de la página web del Colegio Ingenieros de Obras Públicas, al considerarla de interés.

Los documentos se trataron con el gestor bibliográfico Zotero.

Según las fuentes, los estudios quedaron repartidos de la siguiente manera:

- Google Scholar: 12
- IEEE Xplore: 6

- ScienceDirect: 1
- RediUMH: 2
- Página web del CITOP: 1

Y atendiendo al tipo de documento:

- 13 artículos en revistas
- 3 libros
- 2 tesis
- 3 artículos en conferencias
- 1 publicación en página web

Para el análisis de la muestra se elaboró un instrumento (Tabla 3) con el objetivo de recopilar la información relevante que facilitase la interpretación y la posterior exposición de resultados. En él se reflejaron características descriptivas de cada documento (autor/es, el año y país de publicación, código de referencia), y aspectos de contenido (área de estudio, nivel educativo en el que se centra, metodología seguida en la investigación y una breve indicación del enfoque principal).

A continuación, se presenta en la citada Tabla 3 el registro de los estudios seleccionados, de acuerdo a lo especificado anteriormente:

Tabla 3

Recopilación de características de estudios seleccionados, ordenados alfabéticamente

Autor/es	Año	Código de Referencia	Área	Nivel educativo	Metodología	Enfoque principal	País
Baizán et al.	2021	doi:10.1109/RITA.2021.3132605	Educación, STEAM, diversidad	General	Enfoque experimental y aplicado	Implementación de actividades y tecnologías para fomentar la inclusión	España
Barakabitze et al.	2019	doi.org/10.1155/2019/6946809	TICs, STEM	Primaria y secundaria	Revisión sistemática y evaluación de casos prácticos	Impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los sistemas educativos africanos en STEM	Tanzania
Belbase et al.	2021	DOI:10.1080/0020739X.2021.1922943	Disciplinas STEAM, educación, retos del siglo XXI	Secundaria	Enfoque cualitativo basado en el análisis documental	Examina el estado actual de la educación STEAM y analiza su evolución e impacto en la formación de profesionales del siglo XXI	Reino Unido
Botella et al.	2019	doi.org/10.3390/e21010030	ODS, STEM	General	Análisis de literatura, test Chi-cuadrado, indicadores cualitativos	Causas y falta de diversidad en las tecnologías y mundo académico	España

Autor/es	Año	Código de Referencia	Área	Nivel educativo	Metodología	Enfoque principal	País
Catuogno et al.	2023	doi:10.1109/MELE.2023.3291257	STEAM, TICs, educación, ODS	ESO, BAT y Universidad	Análisis de contexto y aprendizaje-servicio	Enfoque LabTA (Laboratorio de Tecnologías Apropiadas) para mitigar pobreza energética en comunidades rurales	Argentina
Colegio de Ingenieros de Obras Públicas y Civiles	2021	Recuperado el 24 de enero de 2025, de https://ingenieros-civiles.es/actualidad/actualidad/1/1015/la-ingenieria-civil-en-la-revolucion-solar	Ingeniería civil y energías renovables	General	Entrevista al Decano del Colegio en Alicante	Analiza el papel fundamental de los ingenieros en la transición ecológica	España
Del Cerro Velázquez, F., & Lozano Rivas, F.	2019	doi.org/10.6018/red/60/04	TICs, STEAM	Primero de Bachillerato	Método cuantitativo experimental	Resultados de aprendizaje con estudiantes de Dibujo Técnico en primer curso de bachillerato, apoyado en las TIC	España
Gavari-Starkie et al.	2022	doi.org/10.3390/land11101869	STEAM, sostenibilidad	General	Análisis documental	Impacto de la educación STEAM en áreas rurales para potenciar sostenibilidad	España
Juvera y Hernández	2021	doi:10.37467/gka-revedu.v9.2712	STEAM y ODS	Primaria y secundaria	Investigación Basada en Diseño (IBD), con un modelo descriptivo y explicativo	Aborda la necesidad de un modelo educativo STEAM para reducir la brecha de género y digital	México
Kanematsu y Barry	2016	ISBN: 978-3-319-19233-8	STEM, TICs, educación	Secundaria	Revisión documental	Uso de las TICs en la educación, con especial énfasis en las STEAM. Propone una situación de aprendizaje a partir de la construcción de maquetas de puentes.	Japón
Karabulut-Ilgu et al.	2018	DOI: 10.1111/bjet.12548	Flipped learning, estudios de ingeniería civil	Universitario	Revisión sistemática. Metodología mixta: cualitativa y cuantitativa.	Revisión sobre el uso del aprendizaje invertido en la educación en ingeniería	Estados Unidos
Kolmos, A.	2021	ISBN: 978-92-3-100437-7	Ingeniería, Sostenibilidad, ODS	General	Revisión documental	Destaca el papel fundamental de la ingeniería en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.	Dinamarca

Autor/es	Año	Código de Referencia	Área	Nivel educativo	Metodología	Enfoque principal	País
Lantada, A.	2020	ISSN: 0949-149X	Ingeniería, educación, ODS, ética	Educación en ingeniería	Revisión sistemática y análisis teórico.	Introduce el concepto de "Engineering Education 5.0", para la formación de ingenieros. Enfatiza que la ingeniería debe ir más allá del desarrollo tecnológico y abarcar aspectos éticos y humanistas, alineándose con los ODS	España
Lee y Oh	2018	doi:10.1109/ICTC.2018.8539559	TIC, STEAM, educación	ESO, BAT y Universidad	Cuantitativa	Propone un sistema de recomendación personalizado para mejorar la educación en TICs a través de YouTube	Corea
Núñez V. et al.	2020	doi:10.1109/EDUNINE48860.2020.9149486	TICs, STEAM, ODS	Área rural	Mixta: cualitativa y cuantitativa	Mejorar los sistemas de cultivos mediante enseñanza de STEM a los agricultores usando herramientas TIC	Colombia
Roy y Roy	2021	doi:10.1109/EMR.2021.3095426	Interdisciplinariedad en ingeniería. Industria 4.0. Pedagogía	General	Análisis documental en industria y modelos educativos.	Explora la creciente interdisciplinariedad en la educación en ingeniería en el contexto de la Industria 4.0.	Estados Unidos
Sastre-Merino et al.	2020	doi:10.1109/conf51404.2020.9385461	Formación, educación, STEAM, TICs	General	Enfoque descriptivo y ex post facto, basado en la comparación de las evaluaciones de los estudiantes antes y después de la pandemia	Impacto de la pandemia de COVID-19 en la formación de docentes STEAM en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).	España
Sillero y Hernández	2019	NIPO: 102-19-034-4	Tecnología, digitalización, educación	General	Revisión y análisis documental	Claves para la formulación de propuestas en la reducción de la brecha de género en la tecnología y digitalización	España
Silva-Díaz et al.	2021	doi.org/10.5565/rev/educar.1136	STEM, Neurodiversidad, RVI	ESO y BAT	Cuantitativo experimental	Impacto de la RVI en el aprendizaje en STEM en ESO y BAT	España
Torres Barchino	2023	doi.org/10.4995/Thesis/10251/199198	Aprendizaje Basado en Problemas, STEAM, educación secundaria, TICs	Secundaria	Analisis cualitativo basado en la revisión de literatura y en la recopilación de datos de	Analiza la enseñanza de la Tecnología en ESO basada en el Aprendizaje Basado en Problemas (PBL) y su conexión en STEAM con metodologías activas que integran las TICs	España

Autor/es	Año	Código de Referencia	Área	Nivel educativo	Metodología	Enfoque principal	País
					experiencias educativas previas		
Zizka et al.	2021	doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123715	STEAM, sostenibilidad, educación	Universitaria	Metodología cualitativa basada en análisis de contenido.	Examina las universidades con programas STEAM, sus iniciativas de sostenibilidad y su impacto en la comunidad	Suiza

Resultados

Tras la selección definitiva de estos estudios, se procedió a una lectura exhaustiva de cada uno de ellos, con el fin de obtener datos y contenido de interés que justificasen los objetivos establecidos en este trabajo.

En primer lugar, la investigación de Barakabitze et al., (2019) se enfoca en el impacto que tienen las TICs en los sistemas educativos y zonas desfavorecidas de algunos países del continente africano en la enseñanza de las disciplinas STEAM, estableciendo estrategias pedagógicas centradas en el estudiantado.

En la tesis doctoral "Contribución de la obra científico-técnica de Leonardo da Vinci a los proyectos de ingeniería" (Cervero Melia, 2021) se tratan los conceptos del aprendizaje interdisciplinar y del ecologismo, relacionados entre sí a través de los trabajos del genio del Renacimiento, considerando a éste precursor de las STEAM y del cuidado medioambiental, como otros personajes influyentes de la historia también lo fueron: tal es el caso del Michelangelo Buonarroti o el flamenco Wenceslas Coebergher (Roy & Roy, 2021).

También desarrollan actividades por medio del uso de las TICs, la interdisciplinariedad STEAM y la conservación del entorno, el artículo y el libro de Catuogno et al., (2023) y Kanematsu & M. Barry (2016), respectivamente.

Otros estudios entrelazan y siguen el hilo de las materias anteriores, junto a la enseñanza y el ejercicio de la ingeniería, y en especial de la civil.

Es por ello que se han considerado idóneos, para sustentar los citados objetivos de este trabajo, los 22 documentos registrados anteriormente, referenciados en el apartado 5, cuyos aportes se expresan más detalladamente en los siguientes apartados:

Revisión bibliográfica

Las TICs y STEAM en las aulas

En las últimas tres décadas, el uso de herramientas y de recursos tecnológicos utilizados para procesar, almacenar, transmitir y compartir información (conjunto conocido como TICs: Tecnologías de la Información y Comunicación), ha ido aumentando a un ritmo vertiginoso. Se ha creado a todo su alrededor un sector tecnológico, extraordinariamente dinámico e innovador, que ha impactado profundamente en la sociedad (Botella et al., 2019). Esta revolución digital no sólo ha cambiado nuestras estructuras sociales y filosofía de vida, sino también la de nuestros jóvenes, encontrándose éstos inmersos en una nueva era, e influenciados enormemente por ella. Inevitablemente, la citada revolución tecnológica y digital se ha introducido también

en su educación. De hecho, el empleo de las TICs se ha convertido en algo cotidiano en los centros de enseñanza de secundaria y Bachillerato (Kanematsu & M. Barry, 2016; Sastre-Merino et al., 2020).

Por otro lado y al mismo tiempo, se ha venido desarrollando un nuevo enfoque a nivel global relativo a la enseñanza y aprendizaje en los sistemas educativos de la mayoría de países: nos referimos a las disciplinas STEAM, el acrónimo de las palabras inglesas Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas, en español). STEAM no es simplemente una fusión más o menos oportuna de materias, sino una transformación pedagógica que permite a los estudiantes enfrentarse a los desafíos del siglo XXI con una mentalidad abierta e interdisciplinaria. Anteriormente STEM, la integración de la A de artes ha hecho posible una enseñanza más creativa del docente y una mejora en la motivación del estudiantado, permitiéndole conectar conceptos científicos y tecnológicos con el ingenio y la expresión personal (Belbase et al., 2022).

Según Lee & Oh (2018), la metodología STEAM plantea un enfoque educativo para el aprendizaje de cualquier área mediante el empleo conjunto de sus disciplinas como punto de acceso para guiar la investigación, el diálogo y el pensamiento crítico del estudiantado, que constituiría una nueva categoría de futuros docentes y líderes del siglo XXI, encaminada hacia una educación sustentada con total normalidad en las TICs.

Ejemplos concretos de aplicación

Kanematsu & M. Barry (2016) dedican el capítulo 16 (Building Briges) de su libro a la construcción de maquetas de puentes para alumnado de secundaria, mediante una enseñanza STEAM, empleando además simulaciones digitales y modelado computacional, afirmando que con estas prácticas se desarrollan habilidades clave en ingeniería civil y sostenibilidad, ya que los estudiantes pueden analizar distintos materiales y estructuras, optimizando el diseño para reducir el impacto ambiental.

Del Cerro Velázquez & Lozano Rivas (2019)**,** presentan los resultados de aprendizaje con estudiantes de Dibujo Técnico en primero de Bachillerato, tras la realización del llamado Proyecto Técnico Ecourbano, apoyándose en el software Sketchup de representación en 3D. Los participantes desarrollaron competencias en creatividad, pensamiento crítico, y comunicación, poniendo además en valor los ODS, trabajando los saberes establecidos en el decreto curricular referentes a geometría plana y sistemas de representación.

Silva-Díaz et al., (2021) analiza el empleo de la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) en el aprendizaje de ciencias y matemáticas. El estudio se llevó a cabo en cuatro centros educativos de Málaga, Granada y Cádiz, de ESO y Bachillerato. Los alumnos participaron en un taller donde aprendieron a utilizar la aplicación CoSpaces Edu para diseñar entornos virtuales en 3D y expresar lo aprendido en clase tras trabajar el concepto del tiempo.

Por su parte, Lee & Oh (2018) desarrollan un sistema de recomendación personalizado a través de la plataforma Youtube, facilitando el acceso a vídeos de alta calidad para el aprendizaje STEAM. Dado el crecimiento exponencial de datos en plataformas sociales como YouTube o Facebook, es muy difícil para los/las docentes encontrar contenido educativo relevante. Es por ello que el estudio introduce un método basado en el análisis de estadísticas (visualizaciones, "me gusta", suscriptores y comentarios) para identificar los canales adecuados según el interés de docentes y alumnado.

Karabulut-Ilgu et al., (2018) se centra en el empleo del aprendizaje invertido (flipped learning), que consiste en trasladar parte de la instrucción tradicional en el aula fuera de la misma, generalmente por medio de videos y recursos en línea, mientras que el tiempo en clase se destina a actividades colaborativas y resolución de problemas. Los autores afirman que su uso ha crecido desde 2013 debido a su potencial para mejorar la interacción entre estudiantes y profesores.

Los estudios de Nunez V. et al., (2020) y de Catuogno et al., (2023) ponen en práctica sendos enfoques innovadores orientados a mitigar la pobreza energética en comunidades rurales vulnerables. El primero lo hace con la participación de pequeños y medianos agricultores en Colombia, Panamá y China mediante la implementación de una metodología para la transferencia de conocimientos, apoyada en la tecnología SmartNode, consistente en el diseño de un sistema de redes y sensores inalámbricos de bajo costo que monitorizan condiciones ambientales en los cultivos (humedad del suelo, temperatura, luminosidad…) y recogen datos en tiempo real. El segundo describe el modelo LabTA (Laboratorio de Tecnologías Apropiadas), centrado en las tecnologías de código abierto para proveer soluciones energéticas a comunidades aisladas en Argentina. En ambas iniciativas se incluyen programas de formación STEAM en secundaria, bachillerato y universidad para capacitar a jóvenes en energías renovables, reducir la brecha tecnológica y favorecer el relevo generacional en el sector agrícola.

Relación con los ODS y la Ingeniería de Obras Públicas

Son varios los estudios que subrayan la importancia de superar barreras sociales, económicas y de género en la educación mediante la enseñanza de las TICs y STEAM: al de Barakabitze et al., (2019) se une el de Gavari-Starkie et al., (2022), apoyando la idea de una educación interdisciplinaria que contribuya a la sostenibilidad, al formar ciudadanos con una conciencia ecológica y social más amplia.

Juvera & Hernández López (2021) dan un paso más, reclamando la necesidad de incorporar un modelo educativo STEAM, para superar estereotipos y fomentar el interés de las niñas en disciplinas científicas y tecnológicas**.**

Existen iniciativas, como la descrita por Baizan et al., (2021) en la que se hace uso de TICs (Flipped Clasroom y gamificación), trabajando con robótica educativa (Arduino y Raspberry Pi) y STEAM, para desarrollar entornos de aprendizaje colaborativo e inclusivo. El programa *Women Techmakers Scholars Program*, impulsado por Google, da visibilidad, genera comunidad y aporta recursos a las mujeres en tecnología e informática, fomentando las vocaciones desde primaria; *Mujeres con Ciencia* es un blog de la Universidad del País Vasco que divulga el papel de las mujeres en este ámbito del conocimiento (Sillero & Hernández, s. f.).

Por otro lado, la ingeniería como disciplina de las STEAM, y en particular la civil apoyándose en las TICs, representa un pilar fundamental para la consecución de un medioambiente y una sociedad sostenible, como en el caso de la construcción de canalizaciones para dotar de agua potable a zonas desfavorecidas (ODS 6), o la realización de carreteras y autopistas modernas, infraestructuras esenciales que sustentan todas las economías. Estas actuaciones son diseñadas y desarrolladas por ingenieros civiles y ayudan a los ciudadanos a llevar una vida sana y productiva, favoreciendo el acceso a un trabajo digno (ODS 8) (Kolmos, 2021; “La ingeniería civil en la revolución solar”, Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas, 29 de septiembre de 2021).

Para Lantada (2020) y Zizka et al., (2021) la educación en las diferentes ramas de la ingeniería debe ir más allá del desarrollo tecnológico, y abarcar además aspectos éticos, humanistas, económicos y sociales. Durante la ESO y el Bachillerato se pueden establecer las bases para formar a futuros ingenieros y ciudadanos, conscientes del impacto de la tecnología en el desarrollo sostenible, alineándose con los ODS y desafíos de la Agenda 2030, preparándolos para enfrentar un mundo que llegue a alcanzar un punto de singularidad tecnológica, es decir, aquel que represente un crecimiento acelerado e irreversible de la innovación, y que tendría impactos impredecibles en la humanidad.

Acabaremos esta revisión bibliográfica con la descripción que hace Torres Barchino (2023) de la asignatura de Tecnología y Digitalización (TyD) en la ESO, relacionada con las STEAM: “Desarrolla (la TyD) destrezas cognitivas, procedimentales y actitudinales. El conjunto de teorías y técnicas que permiten el

aprovechamiento del conocimiento científico, y el carácter instrumental e interdisciplinar, contribuyen a la consecución de las competencias y de los ODS. La materia trata de resolver problemas mediante el aprendizaje basado en el desarrollo de proyectos, el desarrollo del pensamiento computacional, y la incorporación de las tecnologías digitales en los procesos de aprendizaje. Fomenta la creatividad, la cooperación y el emprendimiento, y su desarrollo implica una transferencia de conocimientos, destrezas y actitudes de otras disciplinas".

Y con el ilustrativo testimonio de uno de los docentes entrevistados para su tesis:

"Las aulas y los talleres son espacios que fomentan, que te invitan al trabajo, al intercambio, a la experimentación. Depende, yo diría, de cómo sean esos espacios, y por supuesto relacionar los conocimientos entre asignaturas eso siempre es positivo, pero es verdad que requiere de un esfuerzo muy grande por parte de los profesores. Entonces, todos lo sabemos cuando intentamos coordinarnos con otras asignaturas. Si se hace bien, es fantástico, sólo puede ser positivo, pero es difícil que se haga bien porque requiere muchísimo esfuerzo".

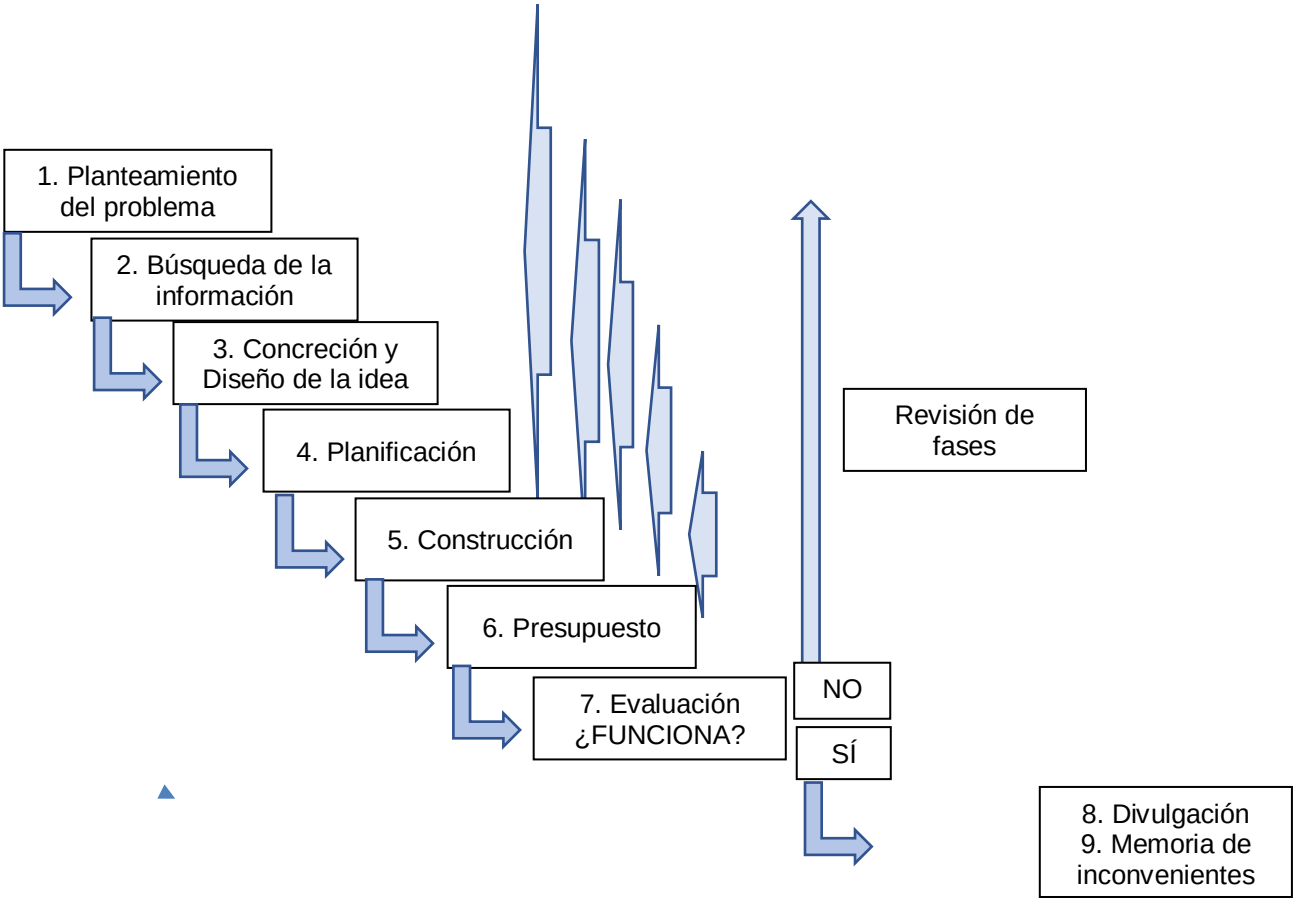
Propuesta innovadora

Como resultado de la revisión bibliográfica realizada, se plantea un proyecto pedagógico en el que se trabajen competencias específicas y saberes básicos correspondientes a la asignatura de Tecnología y Digitalización de 3º de la ESO. Dicho proyecto consistirá en la puesta en práctica de una Situación de Aprendizaje (en adelante, SA) que llevará por título "Energías en acción para un futuro sostenible", y que constará de 3 bloques fundamentales:

1. Contextualización curricular (Justificación-Descripción. Relación con los ODS y Retos del siglo XXI. Competencias específicas, criterios de evaluación y saberes básicos asociados).
2. Organización (Temporal y espacial. Metodología. Recursos. Medidas de atención a la diversidad).
3. Instrumentos de evaluación.

La SA se desarrollará a través de un enfoque STEAM, haciendo uso del método de proyectos principalmente.

El método de proyectos se materializa en un proceso de 9 fases, que puede ser iterativo, establecido esquemáticamente de la siguiente manera:



(Figura de elaboración propia)

DESARROLLO DE LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE nº4

Título: "Energías en acción para un futuro sostenible"

1. JUSTIFICACIÓN

El impacto medioambiental que causa la producción de energías no renovables (carbón, gas, petróleo y nuclear) es uno de los grandes problemas a los que se enfrenta nuestra sociedad. Hacer un mundo tecnológicamente más justo y sostenible pasa, en parte, por el uso de recursos energéticos renovables.

Nuestro alumnado trabaja, como eje conductor y transversal, el tema de la sostenibilidad en otras materias y desde diferentes iniciativas a lo largo de todo el curso. Contextualizar la vida del aula con la vida real es crucial en un aprendizaje significativo, por lo que es muy importante continuar esta labor desde la asignatura de Tecnología y Digitalización.

2. DESCRIPCIÓN

La Situación de Aprendizaje se distribuirá globalmente en 3 tareas, concretadas en las sucesivas sesiones de organización:

- TAREA 1: Analizar las energías renovables y mecanismos asociados, a través de un enfoque STEAM y el empleo de TICs.
- TAREA 2: Diseñar y construir, mediante el método de proyectos, unos modelos funcionales, utilizando materiales reciclables y pequeños operadores tecnológicos.
- TAREA 3: Elaborar un mapa conceptual sencillo que relacione las 5 disciplinas STEAM.

Las STEAM estarán presentes a lo largo del proyecto de la siguiente manera:

- Ciencia (S): Conocer los fundamentos que hacen posible la transformación de las energías renovables en energía eléctrica.
- Tecnología (T): Analizar las técnicas y operadores necesarios para la transformación de un recurso en otro (de viento, hidráulica o solar a electricidad).
- Ingeniería (E): Aplicar conocimientos científicos para diseñar y fabricar elementos resistentes y estables (máquinas, aerogeneradores, estructuras…), una maqueta de puerto eólico y circuitos eléctricos que funcionen.
- Artes (A): Construir creativamente la maqueta (materiales, colores, proporciones, disposición entre elementos…). Aunque el tema y las pautas sean las mismas, el alumnado podrá expresar plásticamente su propio punto de vista para realizar una obra sólida, útil y hermosa (el *firmitas, utilitas y venustas* de Marco Vitrubio).
- Matemáticas (M): Esta disciplina basada en el álgebra y la aritmética se utilizará para tomar medidas, escalar, realizar presupuesto y calcular resistencias compatibles con los voltajes de los diodos y baterías.

Los prototipos serán presentados por los alumnos para expresar y compartir experiencias con el resto de la clase.

La metodología utilizada será participativa y colaborativa. El valor de la cooperación se trata de manera transversal a lo largo de todo el curso.

La evaluación, tal y como establece la LOMLOE, será continua, formativa e inclusiva.

La SA es la nº4 de la programación de aula, y va dirigida al alumnado de una clase de desdoble compuesta por 15 estudiantes de 3ºB de ESO, de entre 14 y 15 años, 8 alumnos y 7 alumnas, y se realiza durante el tercer trimestre del curso 2024-2025 (del 18 de marzo al 27 de mayo).

3. RELACIÓN CON LOS RETOS Y DESAFÍOS DEL SIGLO XXI Y ODS

Tanto por su desarrollo, la temática como por los materiales utilizados para construir la maqueta, esta SA conectará al alumnado de forma activa con los ODS:

- (4) Educación de calidad.
- (5) Igualdad de género.
- (7) Energía asequible y no contaminante.

- (12) Producción y consumo responsables.
- (13) Acción por el clima.
- Y con los retos del siglo XXI, en los siguientes aspectos:
- Usar ética y eficazmente las tecnologías.
- Pensamiento crítico.
- Cooperar y convivir.
- Manejar la ansiedad que genera la incertidumbre.

4. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN VINCULADOS

Según Decreto 107/2022, de 5 de agosto, del Consell, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria obligatoria, los desempeños que el alumnado deberá desplegar en esta SA, y los referentes indicadores del nivel de desempeño serán:

Competencias específicas	Criterios de Evaluación
CE 2. Buscar, obtener, analizar y seleccionar información de forma fiable y segura para poder gestionar, el tiempo, los conocimientos y los recursos disponibles a la hora de abordar retos tecnológicos siguiendo un plan de trabajo realista. Se relaciona con las competencias clave: CCL, CP, CMCT.	2.2. Comparar y valorar la información científico-técnica obtenida de manera crítica, eligiendo la más adecuada en función de la tarea y de su necesidad en cada ocasión. 2.4. Diseñar y ejecutar, con la información obtenida, un plan de trabajo individual o en grupo cooperativo coherente con las características de la tarea, adecuando el tiempo de trabajo y los conocimientos para actuar con la mayor eficacia y eficiencia posibles.
CE 4**.** Realizar un uso responsable y sostenible de los objetos, materiales, productos y soluciones tecnológicas y digitales existentes en el entorno ordinario, analizando críticamente sus implicaciones y repercusiones ambientales, sociales y éticas. Se relaciona con las competencias clave: CCL, CMCT, CD, CC, CCEC.	4.1. Analizar críticamente los objetos, productos y soluciones tecnológicas, atendiendo a sus características funcionales y considerando su naturaleza, estructura y aplicación, utilizando métodos inductivos, deductivos y lógicos propios del razonamiento tecnológico. 4.2. Emplear los elementos tecnológicos accesibles considerando las implicaciones derivadas de su uso, tanto actuales como a medio y largo plazo, y siendo lo más respetuoso posible con el medio y el entorno.
CE 5. Crear, expresar, comprender y comunicar ideas, opiniones y propuestas utilizando correctamente los lenguajes y los medios propios de la tecnología y la digitalización, tanto en el ámbito académico como en el personal y social. Se relaciona con las competencias clave: CCL, CP, CMCT, CD, CCEC.	5.3. Explicar y argumentar ideas, opiniones y puntos de vista sobre cuestiones tecnológicas en diferentes formatos, utilizando de forma correcta y coherente la terminología y la simbología adecuadas. 5.4. Participar responsablemente en las comunicaciones interpersonales en el ámbito personal, académico o social con actitud cooperativa y respetuosa, tanto para intercambiar información vinculada con la tecnología y la digitalización, como para construir vínculos personales en torno a dicho campo de conocimiento.
CE 7. Utilizar la tecnología poniéndola al servicio del desarrollo personal y profesional, social y comunitario y proponiendo soluciones creativas a los grandes	7.1. Desarrollar soluciones que utilicen la tecnología más adecuada, analizando el problema desde diferentes puntos de vista, para obtener soluciones creativas.

desafíos del mundo actual. Se relaciona con las competencias clave: CP, CMCT, CD, CPSAA.	7.3. Valorar el desarrollo de la tecnología como herramienta para el avance social y cultural de la humanidad.

5. SABERES BÁSICOS ASOCIADOS

BLOQUE 1. Proceso de resolución de problemas.

- Estrategias de búsqueda y filtrado de información.
- Proceso de diseños de prototipos.
- Herramientas y técnicas para la construcción de prototipos.
- Emprendimiento, resiliencia, perseverancia y creatividad para abordar problemas desde una perspectiva interdisciplinar.

BLOQUE 2. Digitalización del entorno personal de aprendizaje.

- Sistemas operativos comunes: instalación, configuración, actualización y desinstalación de aplicaciones.
- Identificación y resolución de problemas informáticos sencillos en el entorno personal.
- Comunidades virtuales y entornos virtuales de aprendizaje.

BLOQUE 4**.** Herramientas y máquinas del taller.

- Normas de seguridad e higiene del aula-taller.
- Criterios de reducción de riesgos en el taller.
- Mantenimiento de las máquinas y herramientas.

BLOQUE 5. Materiales, productos y soluciones tecnológicas.

SUB-BLOQUE 5.3. Máquinas simples y mecanismos.

- Relación de transmisión.

SUB-BLOQUE 5.4. Electricidad y electrónica.

- Circuitos eléctricos: interpretación, diseño y aplicación en proyectos.
- Programas informáticos de simulación de circuitos eléctricos.
- Análisis y montaje de circuitos eléctricos elementales.

BLOQUE 6. Creación, comunicación y expresión.

SUB-BLOQUE 6.1. Comunicación técnica.

- Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica sobre proyectos desarrollados.

- Técnicas para la exposición pública de proyectos desarrollados.
- Respeto en el uso del lenguaje: uso de lenguaje inclusivo y no discriminatorio.
- Sistemas de intercambio, colaboración y publicación de información: seguridad y uso responsable.

SUB-BLOQUE 6.3. Sistemas de representación.

- Croquis y bocetos como elementos de información de objetos cotidianos e industriales.
- Dibujo asistido por ordenador en 2D y 3D para representar esquemas, circuitos y objetos.

BLOQUE 7. Tecnología sostenible.

SUB-BLOQUE 7.2. La energía: tipos, producción, transporte y consumo.

- Producción de las distintas formas de energía.
- Impacto sobre el medio ambiente.
- Energías alternativas.

6. ORGANIZACIÓN DE LA SA (sesiones, actividades, espacios, distribución del tiempo y recursos).

Se tiene previsto:

- 17 sesiones, 2 por semana, de 55 minutos de duración cada una.
- Trabajar tanto en aula ordinaria como en la de informática y en taller.
- Para la construcción de la maqueta y las exposiciones, se establecerán 6 parejas y un grupo de 3 alumnos (se hará en la sesión 3), que conforman el total de 15 alumnas/os de este grupo.
- En cuanto al Qué se va a enseñar y aprender, Cómo y Dónde, Cuándo y Con qué, se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4:

Organización de la Situación de Aprendizaje nº4

Organización de las sesiones	Secuenciación de actividades	Espacios	Distribución del tiempo	Recursos y materiales
Sesión 1	Presentación de la SA y objetivos por parte del docente. Se muestra la herramienta Google Classroom. Con este recurso el/la docente planteará las actividades al alumnado. La clase tendrá a su disposición material didáctico compartido por el/la docente, en el que apoyarse para realizar las	Aula ordinaria. Individual	Presentación objetivos: 20 minutos Google Classroom: 10’	Google Classroom Herramienta Genially o Power Point Ordenador del docente Proyector Bolígrafo y papel

	diferentes tareas correspondientes a la SA. El/la docente expone un ejemplo de maqueta acompañada de una presentación (en Genially o Power Point) con la que muestra el proceso del método de proyectos. (		Ejemplo Proyecto: 20’	
Sesión 2	Prueba diagnóstica haciendo uso de la gamificación digital (Kahoot) acerca de los conocimientos sobre energías renovables. Explicación por parte del docente del método de aula invertida (Flipped Classroom), para realizarla en las posteriores sesiones 9 y 10. Proyección de un vídeo de Youtube sobre aerogeneradores que pueden encontrar en Google Classroom.	Aula ordinaria. Individual	Kahoot: 10’ Explicación Flipped Classroom: 10’ Proyección video: 3’ Comentarios del vídeo y explicación sobre el resto de energías renovables: 27’	Plataforma de cuestionarios Kahoot Plataforma Youtube Proyector y pizarra digital Ordenador docente Tabletas
Sesión 3	El/la docente da las pautas para realizar el trabajo de la práctica Flipped Classroom. El documento de la presentación de cada grupo al resto de la clase constará de 6 diapositivas en las que aparecerán, los siguientes ítems: Portada con título e imagen atrayente. En qué consiste la energía atribuida y mecanismos asociados. Datos representativos, ilustrados con gráficos. Usos de dicha energía. Ventajas e inconvenientes actuales y futuros. Conclusiones. Conformación de las 6 parejas y 1 grupo de 3 personas para asignación por sorteo de la energía sostenible (eólica, hidráulica, solar)	Aula ordinaria Parejas	Pautas: 50’	Programa PowerPoint o Canva IA para imagen de portada Proyector y pizarra digital Ordenador docente

	a estudiar, para poner en práctica el método de aula invertida.			
Sesión 4-5	Introducción al software Tinkercard. Práctica para la representación 2D de los circuitos eléctricos de las maquetas con el fin de incorporarla al documento digital de presentación de la misma.	Aula de Informática Individual	Introducción: 20' Práctica: 80'	Plataforma online Tinkercard Ordenadores de aula informática Proyector
Sesión 6-7	Introducción al software Sketchup. Práctica para la representación en 3D de la maqueta, con el fin de incorporarla a la presentación de la misma.	Aula de Informática Individual	Introducción: 20' Práctica: 80'	Programa de diseño Sketchup Ordenadores aula de informática Proyector
Sesiones 8-9-10	Tras las sesiones 4, 5, 6 y 7, el alumnado habrá tenido tiempo de recopilar información necesaria, puesta a su disposición en Google Classroom (vídeos, blogs y redes sociales de divulgación científica, pdfs de contenidos, bases de datos, IAs para imágenes convenientemente referenciadas…) para haber realizado en casa el Power-point de presentación de la energía renovable (eólica, hidráulica, fotovoltaica) asignada a cada pareja y grupo en la sesión 3. Se les deja la sesión 8 para finalizarla, asistiéndoles en sus dudas para la práctica de aula invertida que se hará en las sesiones 9 y 10. Se les insta a que, para la próxima sesión en el aula taller, traigan materiales reciclables para la maqueta (tapones, cartones, tubos de rollos de cocina, botes de plástico…) poniendo en práctica parte de los ODS.	Sesión 8: aula de informática Parejas Sesiones 9 y 10: aula ordinaria	Sesión 8 (Finalización presentación aula invertida y actividad de Tinkercard o Sketchup): 50' Sesiones 9 y 10: Presentaciones (10' por cada una de las 6 parejas y 1 grupo de 3): 70'-80' Recordatorio para preparación construcción maqueta: 20'	Sesión 8: ordenadores aula informática. Programas PowerPoint-Tinkercard-Sketchup. Sesiones 9 y 10: Google Classroom-PowerPoint-Canva-Proyector
Sesiones 11-12-13	Las 6 parejas y el grupo de 3 se distribuyen en las mesas de trabajo del aula taller para comenzar a construir la maqueta de puerto eólico. Pautas para la realización de maqueta: documentos del proyecto (planos, mediciones, presupuesto…). Concreción de materiales reciclables que necesitarán y el resto solicitarlo al	Taller Parejas	Pautas y reparto de fichas y material: 30' Construcción maqueta puerto eólico: 120'	Materiales reciclables Lápiz y papel Pinturas Pistola y barras de cola termo-fusible Herramientas de taller Cable eléctrico, motores, diodos leds, interruptores…

	docente (motores, luces leds, cable eléctrico, pilas, pegamento, plumín de puntos de soldadura…). Trabajo en maqueta.			
Sesiones 14-15	Exposición digital de maquetas y funcionamiento de la misma. Evaluación con rúbricas por parte del alumnado sobre los proyectos realizados.	Aula ordinaria Exposición: Parejas Evaluación: Individual	Exposiciones: 70' Auto y co-evaluación: 30'	Ordenador docente Google Classroom Programa Genially o PowerPoint Proyector Pantalla Bolígrafo, lápiz y papel
Sesión 16	Resumen del contenido: conceptos, actividades, exposición… Resolución de dudas para la prueba escrita final. Realización por parejas de un MAPA CONCEPTUAL, relacionando la SA con STEAM Entrega del Porfolio y mapa conceptual.	Aula ordinaria Individual Parejas	Repaso general: 20' Mapa conceptual: 20' Entrega documentos: 10'	Ordenador docente Proyector Pantalla Bolígrafo, lápiz y papel
Sesión 17	Prueba escrita.	Aula ordinaria Individual	Prueba: 50'	Bolígrafo y papel

7. MEDIDAS DE RESPUESTA EDUCATIVA PARA LA INCLUSIÓN

Como la situación de aprendizaje se desarrolla en el tercer trimestre, el/la docente dispone de la información necesaria para constituir las 6 parejas y el grupo de 3 estudiantes que participarán y colaborarán activamente en la construcción y presentación de los productos, promoviendo la interacción entre ellos.

El material y los espacios se prepararán según lo establecido en el Decreto 104/2018 de la Generalitat Valenciana y el modelo DUA-A (Diseño Universal y Aprendizaje Accesible.

Se tendrán en cuenta las medidas de Nivel III dirigidas al alumnado que requiere una respuesta diferenciada, individualmente o en grupo.

Concretamente, la información que se tiene del grupo ha sido obtenida de sus tutores del curso pasado, del trato semanal con los/las estudiantes, y de las reuniones con el equipo docente y el departamento de orientación.

Este grupo de desdoble de 3ºB de ESO está formado por un total de 15 estudiantes, presentándose individualmente:

- Un alumno, M.S., y una alumna, Z.A., con nivel básico de español.
- Un alumno, J.R.N., con daltonismo.
- Una alumna, A.M.R, con diabetes.
- Una alumna, E.D.G., con altas capacidades (estará en el grupo de 3 estudiantes como apoyo a lo/as compañero/as).
- El resto de alumnado con nivel académico heterogéneo.

Posibles medidas a adoptar para el desarrollo de la persona con:

Nivel básico de español	Proporcionar recursos en su lengua materna (cuando sea posible) o en inglés básico, junto con imágenes, infografías y vídeos subtitulados. Usar un lenguaje sencillo, claro y frases cortas en las explicaciones y los materiales. Formar parejas o grupos de trabajo con compañeros empáticos, que puedan asistirla lingüísticamente. Permitir el uso de traductores digitales durante las actividades, priorizando la comprensión del contenido frente a la expresión lingüística, fomentando su autonomía.
Daltonismo	Utilizar contrastes: letras negras sobre fondo blanco. Tener en cuenta los colores en gráficos e ilustraciones. Evitar fondos azules, verdes y rojos, porque disminuyen la legibilidad.

	Utilizar aplicaciones como la app “Tengo baja visión”, que simula la visión de personas con distintas patologías.
Diabetes	Flexibilidad horaria**:** Permitir pausas para controles de glucosa o ingesta de alimentos cuando lo solicite su aplicación móvil, adaptando actividades o evaluaciones si es necesario. Informar al grupo sobre cómo pueden apoyar, sin exponerla, y sensibilizar sobre las necesidades relacionadas con la diabetes. Tener a disposición un protocolo claro para emergencias de hipoglucemias.
Altas capacidades	Proporcionar tareas de mayor complejidad relacionados con el tema tratado, que supongan un reto cognitivo adicional. Permitirle explorar temas complementarios que vayan más allá del currículo básico. Ofrecer la posibilidad de trabajar con tecnologías avanzadas en los que la alumna pueda aplicar de manera creativa los conceptos aprendidos, como el uso de Realidad Virtual Inmersiva (RVI) CoSpaces Edu para diseñar entornos virtuales en 3D. Posibilidad de adoptar empáticamente el rol de mentora de otros compañeros.

El grupo no requiere medidas de Nivel IV.

8. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN PARA LA VALORACIÓN DEL PROGRESO DEL ALUMNADO.

Para la evaluación continua y formativa de competencias y conocimientos desarrollados y adquiridos y por el alumnado, así como del desempeño del propio docente, se establecen:

- Rúbricas de auto y co-evaluación entre el alumnado para que reflexionen sobre su desempeño y el de sus compañeros, fomentando el autoconocimiento y la mejora continua.
- Rúbrica de evaluación de la metodología del docente.
- Rúbricas del docente para el alumnado: exposición oral, acabado y funcionamiento de la maqueta, memoria del proyecto y entrega de portfolio...
- Escala de observación del trabajo diario realizado en el aula.
- Lista de cotejo de realización de actividades.
- Prueba escrita final.

Como ejemplo, se presentan las siguientes rúbricas:

RÚBRICA 4. TAREA 2. PRESENTACIÓN EN GENIALLY O POWERPOINT DE LA MAQUETA

	Descripción de los niveles de ejecución				Ponderación (%)
Indicadores	**Muy adecuado (10)** Manifiesta poseer un nivel de competencia excelente	**Adecuado (7)** Demuestra dominio de la competencia evaluada	**Básico/A mejorar (3)** Desempeña los criterios de calidad de forma poco aceptable	**Inadecuado (0)** No posee un nivel suficiente de dominio de la competencia	
1. Conexión con las disciplinas STEAM	Nombra en la presentación 4 o 5 disciplinas, las desarrolla y las relaciona entre sí	Nombra en la presentación al menos 3 disciplinas, las desarrolla y las relaciona entre sí	Nombra en la presentación al menos 2 disciplinas, pero no las desarrolla o no las relaciona	Nombra en la presentación sólo 1 disciplina	20
2. Aspectos formales generales de la presentación	Cumple los requisitos, tiene todas las fases y el análisis de inconvenientes	Cumple los requisitos, pero falta alguna de las fases y tiene el análisis de inconvenientes	Cumple los requisitos, falta alguna de las fases y no tiene el análisis de inconvenientes	No cumple los requisitos, no tiene todas las fases ni el análisis de inconvenientes	5
Fases: problema y búsqueda de información	Fases bien desarrolladas	Alguna fase no está bien desarrollada	Las dos fases no están bien desarrolladas	Fases no desarrolladas	10
4. Fases: diseño y planificación	Fases bien desarrolladas	Alguna no está bien desarrollada	Las fases no están bien desarrolladas	Fases no desarrolladas	20
5. Fases: construcción y presupuesto	Fases bien desarrolladas	Alguna no está bien desarrolladas	Las fases no están bien desarrolladas	Fases no desarrolladas	20
6. Fases: evaluación y divulgación	Fases bien desarrolladas	Alguna no está bien desarrolladas	Las fases no están bien desarrolladas	Fases no desarrolladas	20
7. Fases: Análisis de inconvenientes	Fase muy bien desarrollada y bien explicada	Establece varios inconvenientes, pero no los explica correctamente	Establece inconvenientes, pero no los explica	No establece inconvenientes en el desarrollo del proyecto	5
				Nota media:	

RÚBRICA 1. ACTITUD Y DESEMPEÑO INDIVIDUAL DEL ALUMNADO

	Descripción de los niveles de ejecución				Ponderación (%)
Indicadores	Muy adecuado (10)	Adecuado (7)	Básico/A mejorar (3) Desempeña los	Inadecuado (0)	

	Manifiesta poseer un nivel de competencia excelente	Demuestra dominio de la competencia evaluada	criterios de calidad de forma poco aceptable	No posee un nivel suficiente de dominio de la competencia	
Esfuerzo y autonomía	Muestra gran esfuerzo y trabajo realizado de forma autónoma	Trabaja realizado con suficiente autonomía, aunque requiere mínima llamada de atención	Necesita ayuda significativa para completar el trabajo y constantes llamadas de atención	Trabaja realizado con mucha dependencia de terceros y sin interés	20
Capacidad de análisis	Reflexiona con originalidad y analiza detalladamente los pros y contras	Analiza correctamente, pero con poca profundidad	Hace poca reflexión y lleva a cabo análisis limitado	No muestra análisis ni reflexión	20
Organización y presentación de trabajos individuales	Realiza una presentación impecable, clara y ordenada	Hace una presentación clara con algunos pequeños errores	Realiza una presentación descuidada o incompleta	Expone sin organización ni claridad	20
Participación y actitud	Participa de manera activa y respetuosa	Participa a menudo aunque se le llama la atención esporádicamente	Apenas participa y cuando lo hace no respeta los turnos de palabra	No participa y suele presentar una actitud disruptiva	20
Desempeño y comprensión de las disciplinas STEAM	Manifiesta poseer buena competencia de las 5 disciplinas STEAM y sabe aplicarlas en los proyectos	Tiene un buen dominio de las disciplinas STEAM pero no muestra facilidad para identificarlas y aplicarlas en los proyectos	Posee escasas competencias en las disciplinas STEAM y no sabe aplicarlas en los proyectos	No tiene competencias ni conocimientos STEAM y no presenta predisposición para aprenderlas	20
				Nota media:	

Evaluación global de la SA “Energías en acción para un futuro sostenible”:

Tarea/actividad	Instrumento	Ponderación (%)
Actitud y desempeño individual en clase	Rúbrica 1 (o también lista de cotejo de observación de trabajo diario)	20
Presentación tipos de energía	Rúbrica	15
Construcción y exposición de maqueta y su relación con STEAM	Rúbrica	20

Presentación digital de maqueta	Rúbrica 4	15
Competencia digital (Tinkercard-Sketchup-Presentaciones)	Rúbrica	20
Prueba escrita	20 preguntas tipo test y una de desarrollo corto	10
	Calificación Situación de Aprendizaje (SA):	

El peso de la evaluación de la Situación de Aprendizaje nº4 en el total de la asignatura se muestra en la tabla adjunta:

Situación de Aprendizaje	Ponderación %
SA1 "PROYECTANDO CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL"	20
SA2 "¡A PROGRAMAR CON SCRATCH Y ARDUINO!"	25
SA3 "CIRCUITOS Y MECANISMOS QUE MUEVEN EL MUNDO"	25
SA4 "ENERGÍAS EN ACCIÓN PARA UN FUTURO SOSTENIBLE"	30
Total	

Conclusiones

La mayoría de los artículos coinciden en que el empleo de las TICs en la interdisciplinariedad de las STEAM mejora significativamente el proceso de enseñanza y aprendizaje de estas materias en los centros educativos. Y unidas, TICs y STEAM resultan esenciales para fomentar la puesta en práctica de metodologías activas y para reducir la brecha educativa, digital y de género, ofreciendo recursos y permitiendo el desarrollo de programas e iniciativas para tal fin.

Asimismo, otros estudios seleccionados versan en torno a la ingeniería y su relación significativa y positiva con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, manifestando que la ingeniería civil es determinante en el desempeño y la ansiada consecución de lo propuesto en la Agenda 2030.

Por lo tanto, según la bibliografía referenciada y lo extraído de ella, se puede concluir que mostrar y analizar en las aulas ejemplos representativos de obras de ingeniería civil, apoyados en un uso adecuado de las TICs, aporta grandes beneficios en la formación del alumnado de ESO y Bachillerato en las disciplinas STEAM, así como en el conocimiento de los ODS, especialmente a los referidos a una educación de calidad, de igualdad de género y de acceso a energías asequibles no contaminantes, preparando al estudiantado para afrontar futuros desafíos a nivel global.

Por otra parte, sin embargo, los mismos estudios que apuestan por el empleo en educación del enfoque STEAM y recursos TICs, también ponen de manifiesto la gran necesidad de continuar investigando en estos ámbitos pues, a pesar de los años transcurridos, aún se encuentran en una etapa de desarrollo inicial a nivel teórico y conceptual, existiendo también muchas limitaciones económicas, administrativas y organizativas para su total integración en los currículums educativos.

Es indispensable entonces un mayor número de estudios que aúnen conocimiento y establezcan unas bases teóricas sólidas para el desarrollo de la perspectiva STEAM, además de una considerable inversión en esfuerzos y medios como:

- Capacitar a los/as docentes con cursos, y librarles de la excesiva carga burocrática para que puedan dedicar más tiempo de valor a estos proyectos interdisciplinares.
- Garantizar el acceso equitativo a las TICs.
- Considerar la influencia de la neurodiversidad, pues cada persona tiene una manera diferente de aprender.
- Fomentar la colaboración entre los distintos sectores: educativo, administrativo, tecnológico y gubernamental, para contribuir, a través de la educación, al desarrollo sostenible y al bienestar de las personas.

Mientras todo esto se consigue, por la parte que concierne al profesorado y como línea de trabajo futura, se puede ir más allá en la propuesta de enseñanza aquí diseñada, principalmente en tres aspectos:

- Específico y práctico: sería posible ingeniar variantes de la misma, alimentando los generadores y las luces del puerto mediante placas fotovoltaicas de uso escolar, accionadas con la luz natural del sol; o usando la energía hidráulica, transformando el movimiento giratorio de una noria, hecha con palos de helado y tapones de plástico, en electricidad. Se puede variar también el modelo de construcción y representar, como idea, la obra de un puente real como, por ejemplo, el del Estacio, móvil, basculante, sostenible, erigido sobre el canal del mismo nombre, situado en La Manga del Mar Menor (Murcia). O la abertura y cierre de las compuertas a escala de una presa, accionadas con energía neumática, movimiento producido con la ayuda de unas simples jeringuillas sanitarias.

- Teórico-conceptual: como este tipo de proyectos ingenieriles invitan a interrelacionar varias materias como matemáticas, ciencia, historia del arte (tipo de arcos, de formas, de espacios…), tecnología, plástica (diseño y estética) y humanidades (bien social y sostenible, pensamiento crítico, redacción de memorias…), podrían ser adaptados por otros departamentos de cada centro educativo, por separado o en iniciativas compartidas, llevando siempre un registro de los resultados en una evaluación continua, formativa e integradora del alumnado, que ayudaría como información útil e imprescindible para proyectos futuros.

- Neurodiverso y educativo: el enfoque STEAM no se ciñe únicamente al ámbito científico y tecnológico. La A de arte llegó para ofrecer una perspectiva más creativa, plástica y de pensamiento crítico. Siguiendo esta línea, y como se ha apuntado anteriormente, las personas tenemos diferentes formas de aprender, por lo que la diversidad que esto representa no debería observarse sólo desde la obligatoriedad de aplicar medidas particulares de inclusión en el aula, sino también desde la posibilidad que supone la gran riqueza de ideas y puntos de vista a aportar por los estudiantes. Como labor futura, se podría investigar la manera de interrelacionar STEAM con la neurociencia (base científica que explica cómo funcionan el cerebro y el sistema nervioso), la neurodiversidad (formas alternativas de percibir y responder al mundo) y la neuroeducación (que busca entender cómo el

cerebro aprende y cómo las emociones y la motivación influyen en este aprendizaje). Con todo lo anterior, se perseguirá la puesta en marcha de métodos innovadores de enseñanza.

En definitiva, queda aún mucho por hacer. Con este trabajo se intenta aportar un poco más de claridad, tanto de las bondades como de los retos educativos en el amplio campo de las STEAM y las TICs, y animar a contribuir con diferentes e ilustrativas propuestas de aprendizaje (consiguiendo así el segundo objetivo general) que abran nuevos horizontes en este difícil pero apasionante mundo de la docencia.

Referencias

Baizan, P., Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Blazquez-Merino, M., Menacho, A., Macho, A., Garcia-Loro, F., & Castro, M. (2021). Activities and Technologies to Promote Women Presence in STEAM. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologias Del Aprendizaje*, *16*(3), 241-247. https://doi.org/10.1109/RITA.2021.3132605

Barakabitze, A. A., William-Andey Lazaro, A., Ainea, N., Mkwizu, M. H., Maziku, H., Matofali, A. X., Iddi, A., & Sanga, C. (2019). Transforming African Education Systems in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Using ICTs: Challenges and Opportunities. *Education Research International*, *2019*, 1-29. https://doi.org/10.1155/2019/6946809

Belbase, S., Mainali, B. R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2022). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics (STEAM) education: Prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *53*(11), 2919-2955. https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943

Botella, C., Rueda, S., López-Iñesta, E., & Marzal, P. (2019). Gender Diversity in STEM Disciplines: A Multiple Factor Problem. *Entropy*, *21*(1), 30. https://doi.org/10.3390/e21010030

Catuogno, G., Frias, G., Catuogno, C., Cruz, S., & Galetto, S. (2023). LabTA Model, a Guide to Empower Rural Communities: A new approach from university social responsibility to mitigate energy poverty in vulnerable rural communities. *IEEE Electrification Magazine*, *11*(3), 63-71. https://doi.org/10.1109/MELE.2023.3291257

Cervero Melia, E. (2021). *Contribución de la obra científico-técnica de Leonardo da Vinci a los proyectos de ingeniería* [Universitat Politècnica de València]. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/176002

Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas e Ingenieros Civiles. (s/f). Ingenieros-civiles.es. Recuperado el 24 de enero de 2025, de https://ingenieros-civiles.es/actualidad/actualidad/1/1015/la-ingenieria-civil-en-la-revolucion-solar

Del Cerro Velázquez, F., & Lozano Rivas, F. (2019). Proyecto Técnico Ecourbano apoyado en las TIC para el aprendizaje STEM (Dibujo Técnico) y la consolidación de los ODS en el aula. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *19*(60). https://doi.org/10.6018/red/60/04

Gavari-Starkie, E., Espinosa-Gutiérrez, P.-T., & Lucini-Baquero, C. (2022). Sustainability through STEM and STEAM Education Creating Links with the Land for the Improvement of the Rural World. *Land*, *11*(10), 1869. https://doi.org/10.3390/land11101869

Juvera, J., & Hernández López, S. (2021). STEAM en la infancia y la brecha de género: Una propuesta para la educación no formal. *EDU REVIEW. International Education and Learning Review / Revista Internacional de Educación y Aprendizaje*, *9*(1), 9-25. https://doi.org/10.37467/gka-revedu.v9.2712

Kanematsu, H., & M. Barry, D. (2016). *STEM and ICT Education in Intelligent Environments* (Vol. 91). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5

Karabulut-Ilgu, A., Jaramillo Cherrez, N., & Jahren, C. T. (2018). A systematic review of research on the flipped learning method in engineering education. *British Journal of Educational Technology*, *49*(3), 398-411. https://doi.org/10.1111/bjet.12548

Kolmos, A. (2021). *Engineering for sustainable development: Delivering on the Sustainable Development Goals*. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization ; International Center for Engineering Education under the auspices of UNESCO : Compilation and Translation Press.

Lantada, A. S. D. (2020). *Engineering Education 5.0: Continuously Evolving Engineering Education*.

Lee, J., & Oh, H. (2018). YouTube aware Personalized Ranking System for Future ICT Education. *2018 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)*, 776-779. https://doi.org/10.1109/ICTC.2018.8539559

Nunez V., J. M., Vargas, V. L., & Quezada L., Y. M. (2020). Implementation of a participatory methodology based on STEAM for the transfer of ICT knowledge and creation of Agtech spaces for the co-design of solutions that contribute to the development of small and medium agricultural producers in Colombia, Panama and China. *2020 IEEE World Conference on Engineering Education (EDUNINE)*, 1-6. https://doi.org/10.1109/EDUNINE48860.2020.9149486

Roy, M., & Roy, A. (2021). The Rise of Interdisciplinarity in Engineering Education in the Era of Industry 4.0: Implications for Management Practice. *IEEE Engineering Management Review*, *49*(3), 56-70. https://doi.org/10.1109/EMR.2021.3095426

Sastre-Merino, S., Nunez, J. L. M., Pablo-Lerchundi, I., & Nufiez-del-Rio, C. (2020). Training STEAM Educators in the COVID-19 emergency situation: Redesigning teaching. *2020 Sixth International Conference on E-Learning (Econf)*, 72-75. https://doi.org/10.1109/econf51404.2020.9385461

Sillero, S. M., & Hernández, C. G. (s. f.). *Libro Blanco de las mujeres en el ámbito tecnológico*.

Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J., & Fernández-Plaza, J. A. (2021). Uso de tecnologías inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educar*, *57*(1), 119-138. https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136

Torres Barchino, E. (2023). *Análisis y propuesta de mejora de la enseñanza de las tecnologías en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato: Un enfoque desde el aprendizaje basado en proyectos (PBL) y la interdisciplinariedad de áreas STEM.* [Universitat Politècnica de València]. https://doi.org/10.4995/Thesis/10251/199198

Zizka, L., McGunagle, D. M., & Clark, P. J. (2021). Sustainability in science, technology, engineering and mathematics (STEM) programs: Authentic engagement through a community-based approach. *Journal of Cleaner Production*, *279*, 123715. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123715