

Desarrollo de recursos interactivos para fomentar la participación femenina en STEAM

Anabelem Soberanes Martín; Edgar Serrano Pérez; José Luis Castillo Mendoza; Brenda Vianey Hernández Miramontes; Magally Martínez-Reyes

RESUMEN

Para incrementar la participación femenina en las áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), se planteó como objetivo desarrollar recursos educativos interactivos para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje y empoderar a las mujeres en estas disciplinas. Se adoptó una metodología de diseño mixto, estructurada en dos fases secuenciales: desarrollo técnico-pedagógico de las aplicaciones, definiendo las tecnologías centrales de cada una; y evaluación de usabilidad, con población universitaria (estudiantes y docentes). Se elaboraron tres recursos: simulación para la visualización de vectores de física en 2D dentro de una hoja de cálculo, controlada mediante joysticks físicos y una tarjeta ESP32; una aplicación para el aprendizaje de preposiciones de movimiento en inglés integrando tecnología; y un entorno virtual de aprendizaje que incorpora realidad aumentada aplicado a álgebra lineal. Los resultados de la evaluación preliminar demuestran alta aceptación, lo que sugiere que estos materiales son percibidos como atractivos y pertinentes. El proyecto evidencia cómo la tecnología educativa puede ser un vehículo eficaz para fomentar la inclusión y la equidad de género en STEAM; además, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), relativos a educación de calidad, igualdad de género, industria e innovación, y reducción de las desigualdades.

Palabras clave: educación superior, inclusión, interactividad, recurso educativo, STEAM.

Cómo citar: Soberanes-Martín, A., Serrano-Pérez, E., Castillo-Mendoza, J., Hernández-Miramontes, B., Martínez-Reyes, M. (2026). Desarrollo de recursos interactivos para fomentar la participación femenina en STEAM. En Peña Guzmán, C. *Mujeres y su impacto en la ciencia y tecnología latinoamericana*. High Rate Consulting. <https://doi.org/10.38202/mujeresimpacto11>

Development of interactive resources to promote female participation in STEAM

ABSTRACT

To increase female participation in STEAM areas (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics), the objective was to develop interactive educational resources to support teaching-learning processes and empower women in these disciplines. A mixed design methodology was adopted, structured in two sequential phases: technical-pedagogical development of the applications, defining the core technologies of each one; and usability evaluation, with a university population (students and faculty). Three resources were developed: a simulation for the visualization of 2D physics vectors within a spreadsheet, controlled through physical joysticks and an ESP32 board; an application for learning prepositions of movement in English integrating technology; and a virtual learning environment that incorporates augmented reality applied to linear algebra. The preliminary evaluation demonstrates high acceptance, suggesting that these materials are perceived as attractive and relevant. The project shows how educational technology can be an effective vehicle for promoting inclusion and gender equity in STEAM; in addition, it aligns with the Sustainable Development Goals (SDGs) related to quality education, gender equality, industry and innovation, and reduction of inequalities.

Keywords: higher education, inclusion, interactivity, educational resource, STEAM.

INTRODUCCIÓN

La UNESCO, un organismo de la Organización de las Naciones Unidas especializado en temas de educación, ha reportado y analizado una reducida participación de la mujer en las áreas STEM, debida a múltiples factores. Se destacan las limitadas capacidades y habilidades del profesorado, así como un reducido espectro de recursos educativos disponibles para que los docentes puedan enfocar su cátedra hacia temáticas y prácticas de laboratorio relacionadas con la ciencia y la tecnología. El protocolo se vincula al 4to. objetivo de desarrollo sostenible, “Educación de calidad”, así como al área 4, “Ciencias de la Conducta y de la Educación”, del anterior Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT), hoy Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Se tiene un enfoque en la innovación y desarrollo tecnológico, que permita la creación de recursos educativos interactivos para apoyar a los docentes en su práctica docente, con dispositivos innovadores derivados del uso de tecnologías disruptivas y herramientas de fabricación digital.

Ante las diversas problemáticas que han limitado la participación de la mujer en las áreas STEAM, el presente proyecto aborda la problemática de generar recursos educativos interactivos que, además, puedan integrar, en algunos casos, mecatrónica en favor de mejorar la práctica docente de los profesores de nivel medio superior o superior. Los autores han realizado avances significativos en la generación de recursos educativos con tarjetas con microcontrolador, obteniendo resultados satisfactorios (Serrano-Pérez et al., 2024 y 2025).

Con el propósito de mitigar los factores que limitan la participación femenina en las áreas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), esta investigación tuvo como objetivo desarrollar y evaluar recursos educativos interactivos para apoyar los procesos de enseñanza-aprendizaje y ayudar a empoderar a las mujeres en estas disciplinas.

El diseño e implementación de recursos educativos favorece las diversas etapas de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Existe una creciente necesidad de la generación de recursos educativos que sean accesibles y de bajo costo (Mullens & Hoffman, 2023), tanto para estudiantes como profesores, a fin de mejorar tanto el aprendizaje autónomo como la práctica docente de los catedráticos. Ante diversas situaciones en las cuales la educación presencial no es factible, ya sea por contingencias ambientales (Schwartz et al., 2020) o de salud (Pocinho et al., 2020), los recursos educativos son fundamentales para sostener el aprendizaje activo de los estudiantes a distancia. Las nuevas generaciones de estudiantes cada vez son más digitalizadas, ya que cuentan con diversos dispositivos computacionales, como celulares, computadoras personales y otros dispositivos que se conectan a internet. De esta manera, el estudiante tiene acceso inmediato a herramientas computacionales que pueden ser aprovechadas en el contexto educativo. Ello es posible dada la alta capacidad de procesamiento de los dispositivos, así como la gran cantidad de aplicaciones educativas a su alcance. Sin embargo, por diversos motivos, la capacitación docente para asimilar las nuevas tendencias tecnológicas representa uno de los grandes desafíos para lograr

una mayor conexión entre los estudiantes, que son nativos digitales; en un contexto donde los profesores se encuentran más familiarizados con la práctica docente tradicional. La misma, limita la incorporación de tecnologías actuales en el aula, que está generalmente dirigida mediante el empleo de lápiz, papel y pizarrón.

En muchas ocasiones se aborda el contenido de las asignaturas mediante enfoques teóricos, sin un contexto real de aplicación, lo que dificulta dar un sentido de aprendizaje al conocimiento, que no se enfoca en abordar o resolver alguna problemática de la vida real. En este sentido, se han identificado distintos factores que han originado un alejamiento de las mujeres hacia el aprendizaje de las áreas STEAM. Dentro de los factores relacionados con la escuela y las aulas, la UNESCO, uno de los organismos especializados en educación de la Organización de las Naciones Unidas, brinda un panorama actual sobre esta problemática (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2019), donde se resalta que las cualidades y aptitudes de los docentes, así como los recursos educativos que utilizan, son factores que favorecen o disminuyen la participación de las mujeres en las áreas STEAM. Por un lado, la práctica docente puede influir en la decisión de las mujeres para dirigirse al desempeño de actividades relacionadas con la ciencia, tecnología, ingeniería y las matemáticas. Este efecto puede ser tanto positivo como negativo y se encuentra en estrecha relación con las habilidades y capacidades con las que cuenta el docente para aprovechar tanto su nivel de experiencia como de conocimientos, así como la diversidad de recursos educativos que utiliza durante la práctica docente.

Una de las formas en las cuales se puede abordar la presente problemática es con la generación de recursos educativos que le permitan al docente mejorar su práctica docente, presencial o en línea, integrando tecnologías actuales que favorezcan los distintos estilos de aprendizaje de las y los estudiantes en las áreas STEAM (Idrizi et al., 2023). A medida que se desarrollan recursos educativos con una mayor interactividad y bajo un enfoque tecnológico actual e innovador, es posible dotar a los profesores de herramientas que mejoren su práctica docente, al lograr atraer una mayor atención y enfoque del estudiante con dispositivos tecnológicos educativos que son accesibles, innovadores y de bajo costo.

El uso de tarjetas con microcontrolador y dispositivos electrónicos ha sido utilizado recientemente por integrantes del cuerpo académico para la creación de recursos educativos (Serrano-Pérez et al., 2023; Serrano-Pérez & Soberanes-Martin, 2024; Serrano-Pérez et al., 2024a; Serrano-Pérez et al., 2024b). Aunque se han obtenido resultados iniciales significativos, se ha detectado la necesidad de contar con una mayor diversidad de herramientas de fabricación digital (Jarillo Aguilar, 2023; Lorenzo & Lorenzo, 2021; Soomro et al., 2021) para la fabricación de recursos educativos que sean más completos y complejos, a fin de obtener un alto grado de interactividad.

En el proyecto se desarrollaron tres recursos educativos interactivos que favorecen la inclusión de la mujer en áreas

de la ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas. Uno de ellos consiste en el fomento de desarrollos tecnológicos que se materializan en sistemas mecatrónicos que adoptan la forma de dispositivos hápticos. Los mismos, permiten la interacción de profesores y educandos con ambientes educativos virtuales entre los que se pueden incluir: hojas de cálculo, simuladores interactivos o aplicaciones de realidad virtual y/o aumentada en el contexto de enseñanza y aprendizaje de distintas temáticas de la física y las matemáticas.

Se considera que el proyecto es altamente factible. La apreciación se basa en el hecho de que recientemente integrantes del cuerpo académico, y el colaborador en estancia posdoctoral, han realizado desarrollos tecnológicos enfocados en el área de la electrónica y la computación. La propuesta incluyó el diseño y fabricación de dispositivos mecánicos como un componente complementario, alcanzando un alto nivel de integración mecatrónica. Esta incorpora nuevas funcionalidades dirigidas a incrementar la interactividad y mejorar la consolidación del conocimiento, por la retroalimentación en tiempo real que el estudiante recibe durante la manipulación directa de los dispositivos.

También se busca atender la temática 4 de los ODS de la Organización de las Naciones Unidas, denominada "Educación de calidad", considerando la inclusión de la mujer en las áreas STEM. Por su parte, la UNESCO, que es un organismo especializado en el área de educación, ha identificado la misma problemática docente y de recursos educativos, que se abordan en este proyecto, lo que refuerza su relevancia y alineación con los objetivos globales.

La revisión en la literatura muestra que las tecnologías de fabricación digital crean una huella permanente en los estudiantes y docentes que las utilizan para la creación de dispositivos y prototipos de base tecnológica. En el ámbito educativo, permiten consolidar los conocimientos a través de la prueba y verificación de conceptos teóricos, dado que generan instrumentos tangibles y prototipos con los que el estudiante puede interactuar, manipular y controlar en tiempo real, observando cambios en la dinámica de funcionamiento, verificando y contrastando resultados obtenidos numéricamente mediante teorías y modelos computacionales en una simulación, además de observar el comportamiento temporal en un sistema físico que se comporta en un escenario real.

Para el logro de los objetivos propuestos se propone un paradigma educativo innovador en el que se le brinda tanto al docente como al estudiante recursos educativos interactivos, accesibles y de bajo costo. Estos permiten consolidar el conocimiento teórico, tomando como eje fundamental la interacción humano-computadora. De esta manera, es posible fortalecer la capacidad científica y tecnológica en la comunidad de influencia, en cuanto a equipamiento con tecnologías disruptivas que conlleven a mejores prácticas docentes en beneficio de la comunidad universitaria.

A continuación, se describe la metodología y los resultados, en donde se detalla el diseño instruccional de cada

uno de los tres recursos, que incluyen algunas actividades para fortalecer la participación femenina en áreas STEAM, así como las consideraciones finales.

DESARROLLO

La presente sección detalla el enfoque metodológico empleado para desarrollar y evaluar los recursos educativos: simulador de vectores con ESP32, aplicación para aprendizaje de inglés con gamificación y entorno virtual para álgebra lineal con realidad aumentada.

Metodología

Se adoptó una metodología de diseño mixto. La misma está estructurada en dos fases secuenciales:

1. **diseño instruccional**, que incluye el desarrollo técnico-pedagógico de las aplicaciones, definiendo las tecnologías centrales de cada una, y
2. **la evaluación de usabilidad**, con población universitaria (estudiantes y docentes), mediante la Escala de Usabilidad del Sistema (SUS), aplicada a estudiantes y docentes de educación superior.

Este enfoque se fundamenta en los principios de diseño centrado en el usuario (Norman, 2013) y aprendizaje multimedia (Mayer, 2021). Este enfoque se destaca por priorizar la creación de experiencias interactivas, accesibles y alineadas con estándares pedagógicos.

Participantes

Las pruebas del recurso de simulación para física, orientado a la visualización de vectores, se han realizado únicamente de funcionalidad. Para el recurso 2, incluyó la participación de 88 alumnos de tres instituciones de educación superior de ingeniería en computación, informática y sistemas computacionales (una universidad pública estatal y 2 de instituciones pertenecientes al Tecnológico Nacional de México). Además, cinco docentes de las tres instituciones.

Con el propósito de evaluar la percepción y experiencia de los usuarios se aplicó un cuestionario de usabilidad al Entorno Virtual de Aprendizaje para álgebra lineal, se aplicó un cuestionario a una muestra de 34 estudiantes de nivel superior, pertenecientes en su mayoría al Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca (73 %), seguido por el Tecnológico de Chalco (21 %) y otros institutos con menor representación. El 79 % de los participantes cursa la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, lo cual indica un perfil mayoritariamente técnico entre los usuarios.

Instrumentos

Para el recurso de las preposiciones en inglés se empleó la System Usability Scale (SUS), cuestionario diseñado para evaluar el nivel de usabilidad de productos y servicios; consta de 10 preguntas con 5 opciones de respuesta. Las respuestas se presentan en una escala Likert que va de 1 (totalmente en

desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Posteriormente, el SUS calcula la calificación de la aplicación evaluada en una escala de 0 a 100; cuanto mayor sea esta puntuación, mayor será el nivel de usabilidad (Brooke, 1996).

Asimismo, para el recurso de álgebra, la evaluación de usabilidad se realizó por medio de un instrumento, el cual se fundamentó bajo los criterios de la norma ISO/IEC 9241-11, que define la usabilidad como una medida en la cual un sistema puede ser empleado por usuarios específicos para alcanzar objetivos particulares con eficiencia y satisfacción. El cuestionario incluyó preguntas estructuradas en una escala tipo Likert y una métrica NPS (Net Promoter Score).

Procedimiento

Se partió del diseño tecnopedagógico, para lo cual se utilizó el modelo gradual multidisciplinario, que combina perspectivas educativas y tecnológicas a través de tres procesos interrelacionados, que están basados en un modelo gradual multidisciplinario:

- El **primer paso** involucra el uso de ingeniería de procesos para agrupar y analizar diferentes tecnologías, estrategias educativas y el modelo pedagógico del constructivismo.
- El **segundo paso** considera aspectos relevantes del software o hardware utilizados con fines educativos.
- En el **tercer paso** se diseña un diagrama general, utilizando las coincidencias entre las estrategias de los primeros dos pasos.

De esta manera, las tecnologías utilizadas están orientadas al desarrollo instruccional para implementar un sistema basado en conocimiento que incorpore la realidad aumentada y la inteligencia artificial para el aprendizaje e integración STEAM (Flores Nicolás, 2019).

El diseño instruccional incluye ISTE, siglas de la International Society for Technology in Education (Sociedad Internacional para la Tecnología en la Educación), organización que se dedica a promover el uso efectivo de la tecnología en las aulas para transformar el aprendizaje; su contribución más conocida e influyente es la creación de los Estándares ISTE, un conjunto de marcos de referencia que definen las habilidades y competencias necesarias para que estudiantes, educadores y líderes educativos prosperen en la era digital (ISTE, 2016; ISTE, 2017; ISTE, 2018).

Y, considerando el diseño instruccional, se procedió al desarrollo de los tres recursos educativos, utilizando diversas tecnologías. Para el simulador de física diseñado para la visualización de vectores, se empleó la programación de la tarjeta ESP32, la cual se realizó utilizando el Entorno de Desarrollo Integrado Arduino y la librería ESP32Servo.h (Serrano-Pérez et al., 2025). Para el segundo recurso, las animaciones se desarrollaron utilizando A-Frame, para el desarrollo de aplicaciones de realidad virtual y aumentada

en la web. Se utilizaron geometrías primitivas, como esferas, donas y cilindros, ya que se trata de geometrías preestablecidas que únicamente requieren la definición de sus propiedades, como color, longitud, ancho y/o radio, proceso que agiliza la generación de los elementos virtuales tridimensionales.

A través del componente “animation” se añadieron las características de movimiento. Las mismas están representadas mediante transiciones de posición, definiendo el tiempo en el que ocurren cada uno de los eventos, así como efectos de animación controlados mediante transiciones denominadas “easings”. Se utilizó la plataforma de Glitch para la edición, almacenamiento y despliegue de las animaciones debido a la ventaja que ofrece que se pueda realizar en línea y de forma gratuita, lo que es ideal para el desarrollo de conceptos y prototipos que están en las primeras etapas de desarrollo (Soberanes-Martín et al., 2025).

Además, para el tercer recurso se emplearon diversas tecnologías web que permitieron su estructuración y su operatividad. Específicamente, se implementaron los lenguajes HTML, JavaScript y CSS, los cuales aportaron los componentes esenciales para definir la arquitectura del entorno, incorporar funcionalidades interactivas y establecer su diseño visual, respectivamente.

La codificación del EVA se llevó a cabo utilizando un entorno de desarrollo integrado en Visual Studio Code, que ofrece condiciones óptimas para modificar y organizar el código fuente. La combinación de herramientas y lenguajes consistió en el desarrollo de una interfaz dinámica y de fácil acceso para los usuarios (Hernández Miramontes, 2025).

RESULTADOS

Los resultados se presentan en tres apartados, correspondientes a cada uno de los recursos educativos desarrollados. El primero es una simulación orientada a la enseñanza de la física, que permite la visualización bidimensional de vectores dentro de una hoja de cálculo, controlada mediante joysticks físicos y una tarjeta ESP32.

Este recurso permite la representación gráfica en tiempo real de las operaciones de suma y resta de vectores, a partir de la integración de una tarjeta ESP32, dos joysticks y un micro servomotor. La combinación de estos componentes dio lugar a un sistema de adquisición de datos el cual posibilita la representación dinámica e interactiva de operaciones algebraicas con vectores.

En particular, se presenta la visualización de la suma y resta de dos vectores en dos dimensiones mediante gráficos de Excel, los cuales se actualizan de manera dinámica en función de la manipulación física de los joysticks. El control de la magnitud y la dirección de cada vector se realiza a través de la medición de las componentes generadas por los dispositivos (Serrano-Pérez et al., 2025), como se muestra en la Figura 1.

En la Tabla 1 se detallan los objetivos, estrategias de aprendizaje, secuencia didáctica, materiales necesarios, aplicación de los conocimientos y métodos de evaluación. Estos elementos fundamentales contribuyen a garantizar un aprendizaje efectivo y significativo.

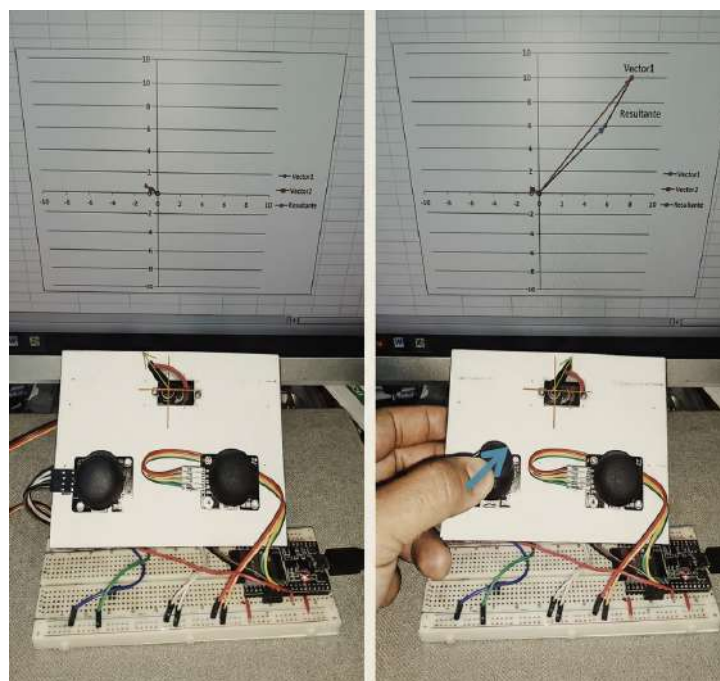


Figura 1. Representación del ángulo del vector resultante en una suma de vectores con un servomotor

Nota. Elaboración. Serrano-Pérez et al., 2025.

Tabla 1.

Diseño Instruccional del recurso educativo de operaciones con vectores para física

PROYECTO		FÍSICA CON VECTORES INTERACTIVOS				
Objetivo	Que los estudiantes comprendan y visualicen de manera tangible las operaciones con vectores en 2D (suma, resta, descomposición) mediante un simulador interactivo que conecta hardware (joysticks, ESP32) con software (hoja de cálculo), pasando de la abstracción matemática a la aplicación física.					
Estándares ISTE						
Pensador computacional: los estudiantes desarrollan estrategias para resolver problemas de vectores aprovechando métodos tecnológicos.						
Diseñador innovador: los estudiantes usan la tecnología en el proceso de diseño para crear soluciones nuevas y útiles.						
Constructor de conocimiento: los estudiantes usan herramientas digitales para construir conocimiento y producir artefactos creativos (el simulador).						
Nivel de inserción de la tecnología						
	Sustitución (-)	Argumento (-)	Modificación (-)	Redefinición (X)		
Modelo pedagógico	Construccionismo; Aprendizaje Significativo					
Estrategia de aprendizaje	Aprendizaje Basado en Proyectos; Aprendizaje Kinestésico; Simulación.					
¿Cómo se aplica?						
CIENCIA	TECNOLOGÍA	INGENIERÍA	ARTES	MATEMÁTICAS		
Principios de la estática y dinámica (fuerzas, resultantes).	Uso de ESP32, joysticks, hoja de cálculo y scripts de programación serial.	Diseño del sistema de adquisición de datos, calibración de sensores, protocolos de prueba.	Diseño de interfaz de usuario, visualización de datos, diagramación vectorial creativa. Creación de infografías sobre aplicaciones de vectores en el arte digital.	Cálculo trigonométrico, coordenadas cartesianas y operaciones algebraicas con vectores. Resolución de problemas con el método gráfico y analítico.		
Secuencia didáctica				Materiales		
Sesiones:						
<ol style="list-style-type: none"> Introducción a los vectores en la vida real (p.ej., navegación, fuerzas). Fundamentos de trigonometría para la descomposición vectorial. Montaje del hardware (conexión de joysticks y ESP32). Configuración de la hoja de cálculo para recibir y graficar datos. Práctica guiada: representar una fuerza y encontrar sus componentes. Proyecto final: resolver un problema de fuerzas en un plano inclinado usando el simulador. 			<ul style="list-style-type: none"> 2 joysticks analógicos Tarjeta ESP32 con cable USB Protoboard y cables jumpers Computadora con acceso a Google Sheets/Excel Script de programación Arduino IDE Guías de trabajo impresas con ejercicios Plantilla de hoja de cálculo preconfigurada Rótulos de identificación de componentes 			
Participación Estudiantil Activa:						
<ul style="list-style-type: none"> Roles rotativos: cada estudiante asume diferentes roles (programadora, física, diseñadora, matemática) Retos colaborativos: competencias por equipos para resolver problemas vectoriales complejos Proyecto final: diseñar un sistema de navegación para drones de rescate 						
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Participación en el montaje y calibración. Exactitud en los cálculos y representaciones. Reporte del proyecto final que incluya el problema, el procedimiento y la solución 					

Nota. Elaboración propia basada en Flores-Nicolás & Martínez (2022).

Algunas de las actividades que se recomiendan para la incorporación de las mujeres en el uso de este recurso parten de presentarles referentes femeninos en estudios de caso de físicas como Marie Curie y Donna Strickland. También se pueden realizar invitaciones a ingenieras para compartir sus experiencias y a otras profesionistas que permitan presentarles cómo inciden en problemas relacionados con medicina, ambientalismo y diseño inclusivo. Finalmente, también se pueden asignar de manera intencional roles técnicos a mujeres; este tipo de recursos permite la participación y motivación de alumnas en el desarrollo, motivándolas en áreas como programación y electrónica.

El segundo recurso educativo apoya el aprendizaje de preposiciones de movimiento en inglés, integrando tecnolo-

gía de realidad aumentada en la web para mostrar animaciones que ejemplifican el uso de preposiciones en escenarios que combinan tanto elementos virtuales como reales.

La representación de las situaciones se ha llevado a cabo siguiendo recomendaciones obtenidas a través de inteligencia artificial generativa y de la consulta y revisión de literatura especializada en el tema de las preposiciones en el idioma inglés.

Como consecuencia de esta indagación, los recursos educativos desarrollados pueden utilizarse desde cualquier dispositivo móvil que cuente con acceso a internet y una cámara, por lo que es posible generar una gran cantidad de escenarios y situaciones que fomenten la práctica de las preposiciones de movimiento (Soberanes-Martín et al., 2025).

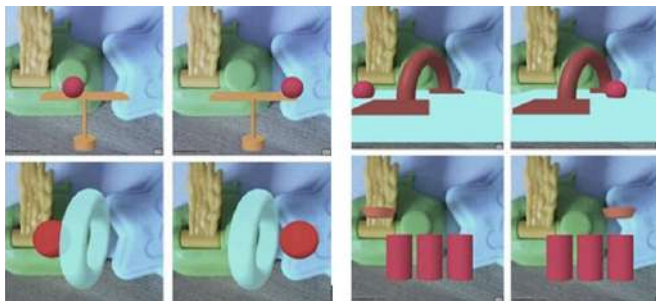


Figura 2. Representación de las preposiciones over, across, through y under, utilizando realidad aumentada

Nota. Elaboración. Soberanes et al., 2025.

En la Figura 2 se presentan las preposiciones over, across, through y under, utilizando realidad aumentada.

Como se muestra, en la Tabla 2 se detallan los objetivos, las estrategias de aprendizaje, la secuencia didáctica, los materiales necesarios y la aplicación de los conocimientos, así como los métodos de evaluación. Del mismo modo se incluyen los estándares ISTE. Como se ilustra en la propia tabla, en la intervención didáctica inicial se plantearon dos clases (Soberanes-Martín et al., 2025); pero para poder incorporar las actividades STEAM el experimento requirió ser ajustado modificándolo a 6 sesiones de trabajo lo cual permitió obtener los resultados deseados.

El estudio contó con la participación de 88 estudiantes y cinco docentes de las tres instituciones. Como se aplicó

Tabla 2. Diseño instruccional del recurso educativo de preposiciones en inglés

PROYECTO		INGLÉS EN MOVIMIENTO: PREPOSICIONES A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA			
Objetivo	Que los estudiantes dominen el uso de preposiciones de movimiento en inglés (over, across, through, under) mediante una aplicación gamificada que utiliza narrativas inmersivas y retroalimentación inmediata, integrando el aprendizaje del idioma con competencias digitales.				
Estándares ISTE					
Alumno empoderado: los estudiantes aprovechan la tecnología para demostrar competencias en sus objetivos de aprendizaje del idioma.					
Comunicador creativo: los estudiantes se comunican con ideas creativas usando plataformas digitales.					
Colaborador global: la herramienta puede usarse para colaborar en equipos, enriqueciendo el aprendizaje.					
Nivel de inserción de la tecnología					
	Sustitución (-)	Argumento (-)	Modificación (X)	Redefinición (-)	
Modelo pedagógico	Constructivismo; Aprendizaje por descubrimiento.				
Estrategia de aprendizaje	Gamificación; Aprendizaje Basado en Juegos; Narrativa Digital.				
¿Cómo se aplica?					
CIENCIA	TECNOLOGÍA	INGENIERÍA	ARTES	MATEMÁTICAS	
Comprensión de conceptos espaciales y de movimiento.	Desarrollo y uso de una aplicación web/móvil interactiva.	Diseño de la lógica de la aplicación y la base de datos de progreso.	Creación de la historia, personajes, escenarios y elementos visuales. Creación de cómics digitales con diálogos en inglés	Lógica de programación para la trayectoria de objetos y evaluación de respuestas.	
Secuencia didáctica			Materiales		
Sesiones:					
<ol style="list-style-type: none"> Introducción a las preposiciones de movimiento con ejemplos físicos en el aula. Exploración de la aplicación: conocer la narrativa y los personajes. Práctica guiada en la aplicación con los primeros niveles. Actividad colaborativa: en parejas, describir una ruta compleja dentro de la app. Crear tu propia misión: diseñar un nivel simple usando las preposiciones aprendidas. Demostración final de los niveles creados y evaluación entre pares. 			<ul style="list-style-type: none"> Dispositivos móviles/tabletas con la aplicación instalada Servidor para almacenamiento de progresos Guion de la narrativa principal y secundaria Storyboard de las animaciones Auriculares para experiencia inmersiva Kit de diseño para que estudiantes creen sus propios niveles Rúbricas de evaluación de creatividad Manual de usuario de la aplicación 		
Participación Estudiantil Activa:					
<ul style="list-style-type: none"> Codiseño: estudiantes proponen nuevos escenarios y personajes Grabación colaborativa: creación de audios con pronunciación correcta Festival de narrativas: presentación de historias creadas con la aplicación Evaluación entre pares: retroalimentación sobre creatividad y uso del idioma 					
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Progreso y logros dentro de la aplicación (insignias, niveles completados). Rúbrica para evaluar la complejidad y corrección de la misión creada. Participación en las actividades colaborativas de descripción 				

Nota. Elaboración propia basada en Flores-Nicolás & Martínez (2022).

a carreras del área de cómputo, en dos instituciones principalmente fueron hombres; en ingeniería en informática son más mujeres, por lo cual, de las tres instituciones, son 63 hombres (71.6 %) y 25 mujeres (28.4 %).

El análisis de usabilidad utilizando la escala SUS arrojó un promedio de 91,66 puntos en todas las instituciones evaluadas. Estos resultados no solo superan con creces el umbral de 68 puntos (considerado aceptable de usabilidad), sino que también superan el estándar de excelencia ($\geq 80,3$) establecido por Bangor et al. (2008). Entre los docentes, la Escala SUS arrojó un puntaje promedio de 89,74. Según los criterios de Bangor et al. (2008), este promedio supera con creces el umbral de usabilidad aceptable (≥ 68) y se encuentra dentro del rango "excelente" ($\geq 80,3$), lo que confirma que los recursos educativos son intuitivos, eficientes y satisfactorios (Soberanes-Martín et al., 2025). No existen diferencias significativas en la percepción de los estudiantes por género.

Entre las estrategias para fomentar la inclusión de las mujeres, se consideraron desde incorporar personajes diversos, incluyendo algunas protagonistas femeninas en roles de liderazgo científico, además de narrativas sobre colaboración, empatía y solución pacífica de conflictos en donde participan. También se deben crear grupos de trabajo mixtos con reglas de comunicación respetuosas, para que las alumnas se sientan parte del grupo. Finalmente, se puede hacer exhibición de proyectos destacados creados por mujeres.

Este tercer recurso educativo implementa un entorno virtual gamificado con realidad aumentada, aplicado a la enseñanza del álgebra lineal en educación superior. Especialmente dirigido al tema de sistemas de ecuaciones lineales, el diseño incorpora elementos lúdicos e interactivos que estimulan la motivación y el compromiso de los estudiantes, incorporando en algunas secciones la RA, como se muestra en la Figura 3.

La Tabla 3 sintetiza los elementos clave del diseño instruccional –desde los objetivos hasta los métodos de evaluación– que en conjunto facilitan un aprendizaje, tanto significativo como efectivo, para los estudiantes.

Cabe consignar que se tuvo una concentración alta entre los participantes de entre los 18 y 21 años (59 %), principalmente del género masculino (68 %). En cuanto al diseño y configuración, los usuarios valoraron de manera positiva tanto el aspecto visual como la experiencia de configuración de la cuenta, ambas con 94 % de satisfacción. La relación calidad-precio también fue percibida favorablemente, con un 91 % de respuestas positivas. Asimismo, las capacidades de colaboración con otros usuarios, aunque con ligeras reservas, alcanzaron un 91 % de valoración positiva, con solo un 6 % de insatisfacción. Con respecto a la disposición de recomendar el entorno, se observó una división equilibrada entre promotores (13), pasivos (9) y detractores (12), lo que resultó en un Net Promoter Score (NPS) de 3.

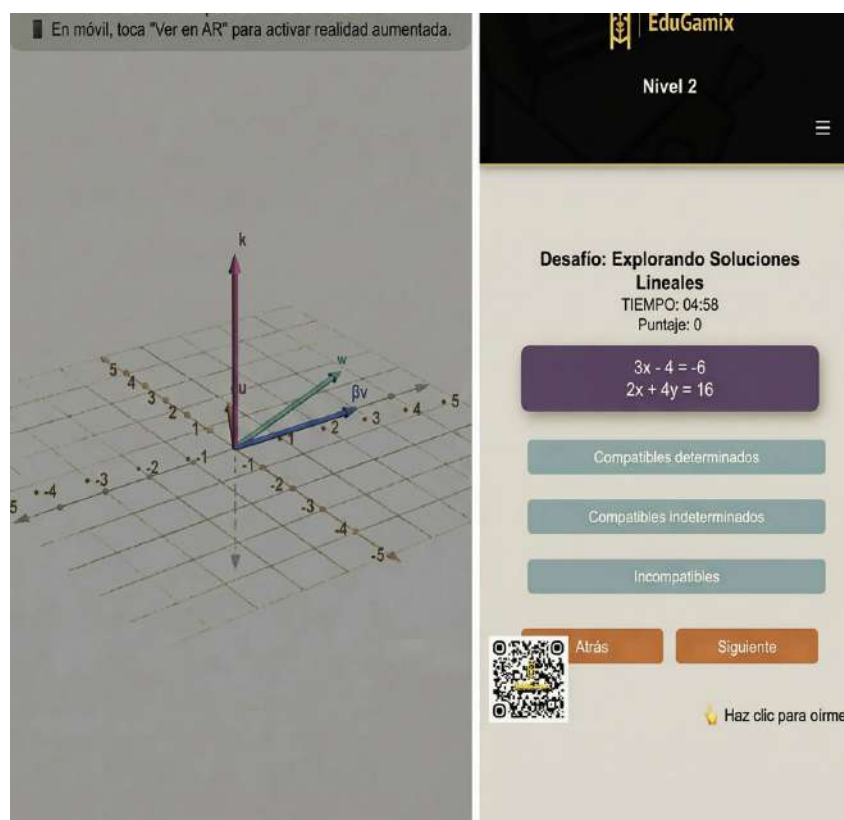


Figura 3. Pantalla de uso de RA en el entorno virtual

Tabla 3.
Diseño instruccional del recurso educativo de álgebra lineal

PROYECTO		ÁLGEBRA LINEAL EN 3D CON REALIDAD AUMENTADA				
Objetivo	Que los estudiantes dominen el uso de preposiciones de movimiento en inglés (over, across, through, under) mediante una aplicación gamificada que utiliza narrativas inmersivas y retroalimentación inmediata, integrando el aprendizaje del idioma con competencias digitales.					
Estándares ISTE						
Pensador computacional: los estudiantes emplean RA para comprender y solucionar problemas matemáticos presentados.						
Constructor de conocimiento: los estudiantes usan herramientas digitales (RA) para construir conocimiento.						
Diseñador innovador: los estudiantes identifican y resuelven problemas creando soluciones imaginativas mediante modelos 3D.						
Nivel de inserción de la tecnología						
	Sustitución (-)	Argumento (-)	Modificación (-)	Redefinición (X)		
Modelo pedagógico	Construccionismo; Aprendizaje Experiencial.					
Estrategia de aprendizaje	Aprendizaje Basado en Proyectos; Simulación; Aprendizaje Visual.					
¿Cómo se aplica?						
CIENCIA	TECNOLOGÍA	INGENIERÍA	ARTES	MATEMÁTICAS		
Visualización de modelos 3D y sus transformaciones en el espacio.	Desarrollo y uso de una aplicación de Realidad Aumentada.	Lógica de programación para renderizar y manipular los modelos 3D de forma estable.	Diseño de los modelos 3D, interfaces de usuario y la experiencia visual inmersiva.	Aplicación directa de transformaciones lineales, matrices, espacios vectoriales y álgebra de Boole.		
Secuencia didáctica			Materiales			
Sesiones:						
1. Introducción a las transformaciones lineales en 2D (ejemplos en papel).						
2. Primer contacto con la herramienta de RA: visualizar un cubo en el espacio.						
3. Aplicar transformaciones simples (escalado, rotación) y observar la matriz asociada.						
4. Práctica: dada una matriz, predecir y luego verificar la transformación en el modelo 3D.						
5. Proyecto: diseñar una secuencia de transformaciones para crear una "animación" simple como hacer girar y deformar un objeto de manera específica.						
6. Presentación de los proyectos de animación y explicación de las matrices utilizadas.						
Participación Estudiantil Activa:						
<ul style="list-style-type: none"> Estaciones rotativas: grupos pequeños experimentan con diferentes aplicaciones de RA. Retos progresivos: desde transformaciones básicas hasta animaciones complejas. Exposición interactiva: demostración de proyectos a la comunidad educativa. Documentación creativa: creación de tutoriales en video explicando los conceptos 						
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> Cuaderno de trabajo con predicciones y observaciones de las prácticas. Proyecto final de animación con transformaciones (evaluado con rúbrica por claridad y complejidad). Examen teórico-práctico, donde se relacione una transformación con su representación matricial. 					

Nota. Elaboración propia basada en Flores-Nicolás & Martínez (2022).

En relación con la participación de las mujeres en el proyecto, se constató que se puede hacer uso de matrices en epidemiología, genética y ciencias sociales. Además, de revisar estudios de matemáticas de Katherine Johnson y Maryam Mirzakhani, enfatizando la participación de mujeres en esta área. También se puede resaltar la participación de la autora en el desarrollo de entornos que hacen uso de matemáticas, programación y electrónica.

CONCLUSIONES

La evaluación preliminar demuestra alta aceptación, sugiriendo que estos materiales son percibidos como atractivos y pertinentes por estudiantes que se encuentra estrecha-

mente relacionados con los diversos dispositivos computacionales.

El proyecto evidencia cómo la tecnología educativa puede ser un vehículo eficaz para fomentar la inclusión y la equidad de género en STEAM; además, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relativos a educación de calidad, igualdad de género, industria e innovación, y reducción de las desigualdades.

El desarrollo de los tres recursos educativos (simulador de vectores con ESP32, aplicación para aprendizaje de inglés con gamificación y herramienta de realidad aumentada para álgebra lineal) evidencia cómo la tecnología educativa bien diseñada trasciende su función instrumental puede incidir en la inclusión y equidad.

La importancia de este proyecto reside en su capacidad para redefinir experiencias de aprendizaje mediante la integración de hardware accesible, software especializado y principios pedagógicos sólidos. Además, de fomentar la participación femenina a través de diseños instruccionales que priorizan contextos significativos, narrativas inclusivas y modelos de rol femeninos en STEAM. Pero sobre todo se destaca por su capacidad en la búsqueda de contribuciones positivas en entornos educativos donde las mujeres se sientan reconocidas, capaces y motivadas en estas áreas.

La efectividad de estos recursos radica en su capacidad para conectar con los intereses y competencias digitales de las nuevas generaciones, mientras se aborda una de las brechas más persistentes en educación: la subrepresentación femenina en STEAM. asimismo, el diseño intencionado de actividades que desarrollan competencias técnicas simultáneamente con la autoeficacia y el sentido de pertenencia, establece un precedente valioso para futuras iniciativas educativas.

Es relevante la consideración de tecnologías como las incorporadas en los tres recursos propuestos. Las mismas aportan recursos que resultan más atractivos e innovadores para las nuevas generaciones de estudiantes que se encuentran estrechamente relacionados con los diversos dispositivos computacionales.

Los hallazgos de este proyecto sugieren que la integración estratégica de tecnologías emergentes en educación superior, con un enfoque explícito en equidad de género, no solo es deseable sino esencial para construir sistemas educativos más inclusivos y relevantes. En función de ello se considera oportuno que futuras investigaciones exploren el impacto a largo plazo de estos recursos en las trayectorias académicas y profesionales de las mujeres en STEAM, así como su escalabilidad en diversos contextos educativos.

Una de las principales limitaciones del estudio radica en el tamaño y características de la muestra. La investigación se realizó en un contexto institucional específico y acotado a un número de participantes. Aunque los resultados obte-

nidos permitieron identificar tendencias relevantes en el uso y aceptación de los recursos educativos desarrollados. Ello demuestra que estos no pueden generalizarse de manera directa a otros niveles educativos, áreas disciplinares o contextos socioculturales distintos. Por ello, futuras investigaciones podrían ampliar la población de estudio, incorporar muestras más diversas y considerar diseños comparativos o cuasi experimentales que permitan evaluar con mayor rigor el impacto del recurso en distintos escenarios educativos y modalidades de enseñanza.

Además, ha de tenerse en cuenta que el estudio se centró principalmente en la evaluación de la usabilidad, la experiencia del usuario y la percepción de los participantes respecto al recurso educativo, pero faltó profundizar de manera longitudinal en los efectos del uso extendido sobre el rendimiento académico, sobre el desarrollo de competencias específicas o sobre la transferencia del aprendizaje. Esto abre la posibilidad de poder desarrollar investigaciones futuras que integren mediciones a largo plazo, indicadores de desempeño objetivo y análisis cualitativos más profundos, así como la incorporación de variables adicionales, como estilos de aprendizaje, accesibilidad, inclusión o el uso de tecnologías emergentes, con el fin de enriquecer la comprensión del impacto pedagógico de este tipo de recursos tecnológicos.

La evaluación preliminar demuestra alta aceptación, lo que sugiere que estos materiales son percibidos como atractivos y pertinentes por estudiantes que se encuentran estrechamente relacionados con los diversos dispositivos computacionales.

El proyecto realizado, y los resultados alcanzados, evidencian cómo la tecnología educativa puede ser un vehículo eficaz para fomentar la inclusión y la equidad de género en STEAM; además, que evidencia las posibilidades de alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), relativos a educación de calidad, igualdad de género, industria e innovación y reducción de las desigualdades.

REFERENCIAS

- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J.T. (2008). An Empirical Evaluation of the System Usability Scale. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594. <https://doi.org/10.1080/10447310802205776>
- Brooke, J. (1996). SUS - A quick and dirty usability scale. En P. Jordan, B. Thomas, I. McLelland y B. Weerdmeester (Eds.). *Usability evaluation in industry* (pp. 189-194). Taylor & Francis. <https://hell.meiert.org/core/pdf/sus.pdf>
- Flores Nicolás, M. (2019). *Diseño de un Modelo para el Desarrollo de Aplicaciones Graduales Multidisciplinarias en Dispositivos Móviles* (Design of a Model for the Development of Gradual Multidisciplinary Applications on Mobile Devices) [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105219>
- Flores-Nicolás, M., & Martínez, M. (2022). The graded multidisciplinary model: Fostering instructional design for activity development in STEM/STEAM education. En 2022 IEEE Mexican International Conference on Computer Science (ENC) (pp. 1-7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ENC56672.2022.9882917>
- Hernández Miramontes, B.V. (2025). *Desarrollo de un entorno virtual de aprendizaje para educación superior con enfoque de gamificación sobre álgebra lineal* (Development of a virtual learning environment for higher education with a gamification approach to linear algebra) [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/143795>

- Idrizi, E., Filiposka, S., & Trajkovikj, V. (2023). Gender impact on STEM online learning: A correlational study of gender, personality traits and learning styles in relation to different online teaching modalities. *Multimedia Tools and Applications*, 82(19), 30201-30219. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-14908-x>
- International Society for Technology in Education. (2016). *ISTE standards for students*. <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-students>
- International Society for Technology in Education. (2017). *ISTE standards for educators*. <https://iste.org/standards/educators>
- International Society for Technology in Education. (2018). *ISTE standards for education leaders*. <https://www.iste.org/standards/iste-standards-for-education-leaders>
- Jarillo Aguilar, I.A. (2023). Laboratorios de Fabricación Digital (FabLab) y su implementación en educación básica. Una revisión sistemática [Digital Fabrication Laboratories (FabLab) and their implementation in basic education. A systematic review]. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1560>
- Lorenzo, C. & Lorenzo, E. (2021). Connecting educators, researchers, volunteers and students through open laboratories for co-design and digital fabrication. En *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 12473-12477). IATED. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.2637>
- Mayer, R.E. (2021). *Multimedia learning* (3a. ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316941355>
- Mullens, A.M., & Hoffman, B. (2023). The affordability solution: A systematic review of open educational resources. *Educational Psychology Review*, 35(72). <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09793-7>
- Norman, D. (2013). *The design of everyday things* (Ed. rev. y ampliada). Basic Books. https://d51n38p3754yc.cloudfront.net/content_object_shared_files/294b324ed17b4cba905c4c394fd7dd6206131e90/The-Design-of-Everyday-Things-Revised-and-Expanded-Edition.pdf?1495759279
- Pocinho, R., Carrana, P., Margarido, C., Santos, R., Milhano, S., Trindade, B., & Santos, G. (2020). The use of digital educational resources in the process of teaching and learning in pandemic by COVID-19. En *TEEM'20: Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturalism* (pp. 810-816). ACM. <https://doi.org/10.1145/3434780.3436589>
- Schwartz, H.L., Ahmed, F., Leschitz, J.T., Uzicanin, A., & Uscher-Pines, L. (2020). *Opportunities and challenges in using online learning to maintain continuity of instruction in K-12 schools in emergencies*. [Working Paper]. RAND Corporation. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/working_papers/WRA200/WRA235-1/RAND_WRA235-1.pdf
- Serrano-Pérez, E., & Soberanes-Martin, A. (2024). Affordable digital electronics for building a hybrid dynamic marker structure with infrared illumination light patterns. *International Journal of Reconfigurable and Embedded Systems*, 13(1), 20-24. <https://doi.org/10.11591/ijres.v13.i1.pp20-24>
- Serrano-Pérez, E., Soberanes-Martin, A., & Castro-Yáñez, A.L. (2024). Adaptando el juego de laberinto con asistencia de inteligencia artificial como un apoyo en el desarrollo de la motricidad fina (Adapting the maze game with artificial intelligence assistance as support for the development of fine motor skills). *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (37), e15. <https://doi.org/10.24215/18509959.37.e15>
- Serrano-Pérez, E., Soberanes-Martin, A., Castro-San Agustín, J.R., & Ávila-Aoki, M. (2024). Diseño e implementación de un dispositivo háptico tipo pantalla térmica para aplicaciones de realidad virtual con fines educativos y de entrenamiento (Design and implementation of a haptic thermal display device for virtual reality applications for education and in training purposes). *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 12(68), 15-25. https://riiit.com.mx/apps/site/files_v2450/realidad_virtual_uaem_2_riiit_may-jun_2024.pdf
- Serrano-Pérez, E., Soberanes-Martin, A. & Hernández-Hernández, M. (2025). Recurso educativo para la visualización dinámica e interactiva de operaciones con vectores en la asignatura de física, controlados mediante una tarjeta ESP32 (Educational resource for the dynamic and interactive visualization of vector operations in the physics course, controlled by an ESP32 board). *RIIIT, Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 13(75), 39-51. https://riiit.com.mx/apps/site/idem.php?module=Catalog&action=ViewItem&id=2&item_id=85684&id=
- Serrano Pérez, E., Soberanes Martín, A., & Soberanes Martín, F. (2023). Recurso educativo interactivo con la hoja de cálculo y un microcontrolador aplicado a la inteligencia de negocios. En J. L. García Cué, C. Cerón Garnica, M. Contreras González, & D. Vilariño Ayala (Eds.), *Herramientas y recursos de apoyo pedagógico en la educación* [Interactive educational resource using a spreadsheet and a microcontroller applied to business intelligence. In J. L. García Cué, C. Cerón Garnica, M. Contreras González, & D. Vilariño Ayala (Eds.), *Tools and resources for pedagogical support in education*] (pp. 1-12). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <https://www.cs.buap.mx/publicaciones/pub2023HerraRecuApoyo.php>
- Soberanes-Martin, A., Castillo-Mendoza, J.L., & Serrano-Pérez, E. (2025). Development of Educational Resources Aimed at Learning Propositions of Movement in the English Language Using Generative Artificial Intelligence and AI: En P. Ilic (Ed.), *Strengthening Language Education Through ICT Integration* (pp. 283-316). IGI Global Scientific Publishing. <https://doi.org/10.4018/979-8-3373-0801-2.ch010>
- Soomro, S.A., Casakin, H., & Georgiev, G.V. (2021). Sustainable design and prototyping using digital fabrication tools for education. *Sustainability*, 13(3), 1196. <https://doi.org/10.3390/su13031196>
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2019). *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas* (STEM) [Cracking the Code: Girls' and Women's Education in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)]. UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649_spa