VISUAL REVIEW | Vol. 18, No. 8, 2026 | ISSN 2695-9631

International Visual Culture Review / Revista Internacional de Cultura Visual

https://doi.org/10.62161/revvisual.v18.6519

DIDÁCTICA DE LAS ARTES VISUALES STEAM E I-TPACK EN LA FORMACIÓN DOCENTE.

Una experiencia con Inteligencia artificial y robótica educativa audiovisual

PILAR MANUELA SOTO-SOLIER [1]
psolier@ugr.es
PÍA SCHULZE URIBE [2]
pia.schulze@ulagos.cl
[1]Universidad de Granada, España
[2]Universidad de Los Lagos, Chile

PALABRAS CLAVE

Educación artística
Pedagogía STEAM-TPACK
Fotografía
Robótica audiovisual
Enducación Superior

RESUMEN

Esta investigación cualitativa en Didáctica de las Artes Visuales analiza la formación de 67 futuros docentes en el Grado de Educación Primaria mediante los enfoques STEAM/I-TPACK. Los estudiantes desarrollaron 62 metáforas visuales y 31 obras roboticas interactivas combinando inteligencia artificial y robótica creativa para reflexionar sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, enfocándose en la inclusión y diversidad. Los hallazgos revelan una preocupación predominante por los estereotipos, la el racismo y sostenibilidad. Se concluye que la integración de la Educación Artística con tecnologías potencia la capacidad crítica y cognitiva del alumnado, logrando narrativas de alta calidad con coherencia formal y conceptual

RECIBIDO: 10/ 07 / 2026
ACEPTADO: 27/ 10 / 2026

1. Introducción

Diversos planes internacionales abogan por impulsar la alfabetización digital y visual desde las primeras etapas educativas, con el fin de mejorar la calidad formativa y la inclusión en una sociedad cada vez más mediatizada. En este contexto, surge la necesidad apremiante de propuestas didácticas innovadoras que incorporen de manera efectiva la cultura visual y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Jing & Omar, 2024; Soto-Solier & Villena-Soto, 2024). La formación docente contemporánea debe atender las demandas de una realidad atravesada por medios digitales, preparando a los profesionales para desenvolverse en entornos híbridos y altamente visuales. Una de las respuestas pedagógicas más sólidas a estos desafíos ha sido el enfoque STEAM, que integra la "A" de arte (*Arts*) a las disciplinas tradicionales de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM). La incorporación de la "A" no se limita a añadir contenidos artísticos, sino que aporta un enfoque holístico que integra el conocimiento creativo y estético, desarrollando habilidades interdisciplinares (Caeiro et al., 2024; Colucci-Gray et al., 2019). Investigaciones previas indican que los proyectos STEAM fomentan el pensamiento creativo, la sensibilidad estética, los valores y la innovación (Colucci-Gray et al., 2019; Diego-Mantecón et al., 2021), funcionando incluso como puente motivacional en áreas científicas.

No obstante, la implementación eficaz del enfoque STEAM en las aulas depende intrínsecamente de la formación del profesorado. Resulta imprescindible que los futuros docentes desarrollen competencias tanto en las disciplinas artísticas como en el uso didáctico de las tecnologías (Sevilla & Solano, 2022). En este sentido, adquiere relevancia el modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), un marco conceptual que describe la intersección del conocimiento tecnológico, pedagógico y disciplinar (Mishra & Koehler, 2006; Koehler et al., 2015). Este modelo ha evolucionado recientemente hacia el I-TPACK (*Intelligent-TPACK*), conceptualizando la transición de la interacción humano-tecnología hacia la colaboración humano-IA, donde las tareas cognitivas se comparten entre docentes, estudiantes y agentes de inteligencia artificial (Aldemir et al., 2025; Chiu, 2026).

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) generativa y la robótica educativa audiovisual plantea paradigmas disruptivos para la didáctica de las artes visuales. La IA puede facilitar la creatividad colaborativa y la exploración de nuevos modelos de creación en una cultura digital expandida (Delgado Hernández & Marqués Ibáñez, 2025). Sin embargo, esta integración exige una alfabetización visual avanzada para interpretar críticamente los nuevos lenguajes simbólicos generados algorítmicamente (Calderón & Hernández, 2019). A diferencia de los métodos tradicionales, la "creatividad computacional" (López-Mántaras, 2016) permite que la tecnología actúe como aliada del proceso creativo, aunque su uso debe ser pedagógicamente fundamentado para evitar que la IA sustituya los procesos humanos esenciales, dada su carencia de la empatía necesaria en la enseñanza (Flores-Vivar & García-Peñalvo, 2023). Por otro lado, la robótica educativa se consolida como una herramienta potente para la creación de "poemas objeto interactivos" que habitan el espacio físico (Kac, 2021; Sáez-López, 2021), permitiendo procesos de aprendizaje híbrido donde la imagen digital adquiere interactividad a través de la programación.

En respuesta a estos desafíos nace esta investigación, una experiencia educativa innovadora desarrollada con futuros docentes en la asignatura de Didáctica de las Artes Visuales. El objetivo central es mejorar la alfabetización visual y digital-tecnológica del profesorado en formación, explorando estrategias didácticas que conecten la enseñanza artística con las demandas de la cultura visual contemporánea y los retos sociales.

1.1. Objetivos

Diseñar e implementar una experiencia formativa enfoque STEAM basada en el modelo I-TPACK, integrando inteligencia artificial IA y robótica educativa audiovisual en el área de Educación Artística.

Determinar qué temas les interesan a los futuros docentes cuando se les pide que reflexionen sobre inclusión y diversidad.

Evaluar la capacidad de los futuros docentes para diseñar y crear metáforas visuales interactivas con coherencia conceptual y formal utilizando la IA generativa y robótica.

Aplicar la IA generativa y robótica audiovisual a un proyecto de creación de metáforas visuales interactivas, evaluando la transferencia de aprendizajes sobre narrativa visual y tecnología.

Mejorar el pensamiento crítico a través de la producción de textos e imágenes como procesos complementarios en la construcción de mensajes visuales y audiovisuales metafóricos.

2. Estado de la cuestión

2.2. Aprendizaje basado en proyectos audiovisuales STEAM-TPACK centrados en la "A"

El entorno educativo actual requiere adaptaciones y una sólida alfabetización audiovisual y digital para afrontar los retos del Plan de Acción de Educación Digital (2021–2027) y las directrices de la Agenda 2030 y la UNESCO (2016), centradas en el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En este contexto, las Humanidades Digitales (HD) adquieren relevancia al promover procesos interdisciplinares que generan conocimiento significativo (Rodríguez, 2014). Según Rojas (2013), las HD no son solo un "hacer" tecnológico, sino un "pensar" diferente basado en los medios digitales. Esta evolución da lugar a los HD Labs, espacios de co-creación híbridos afines al Aprendizaje Basado en Proyectos Audiovisuales STEAM.

Esta metodología activa se enfoca en la transformación social y el compromiso comunitario (Kou et al., 2021). La integración de tecnologías en el ABP facilita escenarios digitalizados e inmersivos, donde la convergencia entre HD y pedagogía potencia el desarrollo del ABP-STEAM (Hawari & Noor, 2020). Estos principios se materializan en experiencias prácticas como el análisis de la "Identidad atrapada en la red", donde se utilizan IA y robótica para denunciar el ciberacoso, demostrando la eficacia de estos nuevos paradigmas educativos (Soto-Solier y Villena-Soto, 2024).

El enfoque STEAM se asocia directamente con el pensamiento creativo, la estética, los valores y la innovación (Caeiro et al., 2024, Colucci-Gray et al., 2019; Diego-Matecon et al., 2021). En esta metodología, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) resulta fundamental al situar al estudiante en el centro del proceso, mientras el docente actúa como facilitador del aprendizaje. Aunque existen propuestas basadas en el pensamiento computacional, el "hazlo tú mismo" (Prat & Sellas, 2021) o la gamificación (López et al., 2021), el ABP sigue siendo la forma de trabajo con mayor sentido pedagógico (Diego-Mantecón, Prodromou et al., 2021; López-Banet et al., 2021).

Para lograr una integración tecnológica eficaz, es clave el Modelo TPACK (Mishra & Koehler, 2006; Koehler et al., 2015; Mishra, 2019). Este modelo se ha actualizado para conceptualizar la colaboración humano-IA, compartiendo tareas cognitivas entre profesores, estudiantes y agentes (Aldemir et al., 2025) mediante la competencia en IA (Chiu, 2026). Un ejemplo de esta aplicación es el diseño de metáforas visuales críticas sobre el ciberacoso sexual que integran IA generativa y robótica (Soto-Solier y Villena-Soto, 2024).

Finalmente, los cambios hacia una sociedad digital exigen la implicación educativa y política, la universidad debe fomentar entornos híbridos y cooperativos que promuevan competencias digitales y audiovisuales (Cabero & Fernández, 2018; Mascarell-Palau, 2020) y un pensamiento crítico (Ewing, 2020) esencial para interpretar y generar nuevos conocimientos.

2.3. Educación audiovisual e inteligencia artificial generativa en la formación del profesorado.

En el ámbito de la expresión plástica, visual y audiovisual, el uso de la inteligencia artificial (IA) se configura como una alternativa de gran interés para trabajar y reflexionar sobre diversos aspectos educativos y creativos, como la generación de imágenes a partir de texto (prompts), el análisis visual y la mediación didáctica en la interpretación de obras de arte. No obstante, la creatividad, uno de los ejes centrales de la educación artística, ha sido históricamente cuestionada en relación

con la IA, al considerarse un rasgo distintivo del ser humano frente a la máquina (López -Mántaras, 2016).

En este debate emerge el concepto de "creatividad computacional", cuyo objetivo es, el análisis del diseño y la creación de sistemas informáticos capaces de manifestar conductas que, en contextos humanos, serían interpretadas como creativas (Mántaras, 2016). Esta perspectiva permite analizar la creatividad humana para su aplicación en herramientas tecnológicas que actúan como aliadas de los procesos creativos, abriendo nuevas posibilidades para la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito de la creación artística y visual.

Este planteamiento resulta especialmente relevante en el contexto educativo, donde uno de los principales desafíos es integrar la IA como un recurso que potencie la alfabetización visual, el pensamiento crítico y la creatividad, sin que su uso suponga un agravio para el profesorado ni una sustitución de los procesos humanos de creación (Vicente-Yagüe-Jara et al., 2023), sino como una oportunidad para el desarrollo del arte colaborativo (Castejón Ibáñez, 2025) . En este sentido, uno de los retos actuales de la educación consiste en reconfigurar la IA como una oportunidad didáctica, incorporándola a las metodologías docentes y superando su percepción como riesgo o amenaza. No obstante, como advierten Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023), a diferencia de un profesor humano, la IA no puede ser una fuente de inspiración completa porque carece de empatía que resulta esencial en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

La expansión de la creación de imágenes mediante IA se ha visto impulsada por la aparición de herramientas especializadas como Craiyon, DALL·E, Midjourney, Stable Diffusion, Jasper, NightCafe y DeepAI, ampliamente utilizadas en ámbitos profesionales como el arte y el diseño gráfico. Sin embargo, su uso plantea importantes cuestionamientos éticos relacionados tanto con la veracidad de la información visual como con la amenaza profesional que pueden suponer para fotógrafos y creadores visuales (Franganillo, 2023).

La implementación de nuevas metodologías educativas basadas en el uso de la IA ha comenzado a ofrecer resultados significativos que permiten analizar enfoques eficaces y productivos. Un ejemplo relevante es la investigación basada en las artes visuales desarrollada por Marín-Viadel et al. (2024), centrada en el aprendizaje del dibujo a partir de grabados y dibujos de Goya mediante la plataforma *Stable Diffusion*. Los resultados muestran que las instrucciones generadas por el profesorado permitieron a la IA aprender patrones estilísticos, abriendo nuevas posibilidades didácticas y creativas.

En relación con la línea de investigación aquí planteada, resultan especialmente relevantes estudios recientes que evalúan el desempeño de los generadores de imágenes mediante IA en términos de calidad, diversidad y eficiencia, así como sus limitaciones y desafíos éticos (Bansal et al., 2024). Asimismo, Pise et al. (2024) concluyen que los sistemas de IA posibilitan que los artistas generen producciones visuales de gran interés a partir de descripciones textuales, ampliando y democratiando el acceso a los procesos de creación y reforzando la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad innovadora humanas.

Investigaciones de Brisco et al. (2023) y Ranscombe et al. (2024) examinan si la IA puede sustituir al diseñador en la ideación, resaltando su potencial educativo bajo una perspectiva crítica y ética. En este escenario, la investigación se centra en crear conocimiento mediante metáforas visuales (IA) y poemas objeto robotizados, recursos esenciales para la alfabetización visual y la reflexión sobre identidad, inclusión y justicia social. La metáfora visual permite comunicar significados complejos que trascienden el lenguaje verbal, facilitando conceptos abstractos y estimulando el pensamiento creativo (Caeiro et al., 2021). Además, ayuda a explorar creencias docentes y el impacto de contextos socioculturales en la percepción del mundo. Es, asimismo, una técnica eficaz para desarrollar la Alfabetización Crítica en IA (CAIL) (Roe et al., 2025). Trabajos recientes analizan la IA en la ciencia ficción como metáfora de la existencia (Hermann, 2023) o la capacidad de modelos como GPT-4 para interpretar metáforas literarias (Ichien et al., 2024) mostrando que esta integración tecnológica potencia la capacidad crítica del alumnado, generando narrativas de alta calidad conceptual y coherencia formal.

2.4. Robótica Educativa Audiovisual: La imagen que habita el espacio

Otra de las herramientas tecnológicas educativas más relevantes para fortalecer en los estudiantes las competencias clave, así como las habilidades digitales y audiovisuales, es la robótica educativa y creativa (Relkin, de Ruiter y Bers, 2020; Xia y Zhong, 2018). Según Sáez-López (2021), esta modalidad incluye programas, aplicaciones, robots físicos y los denominados entornos humanos digitales. Entre ellos destaca la app *Makeblock*, que permite una experiencia completa de control de robots: desde las instrucciones de construcción hasta la programación de movimientos mediante controles predefinidos. Asimismo, *mBlock 5* constituye una plataforma integral para la enseñanza inicial de codificación; se trata de un lenguaje visual de referencia por su sencillez, basado en la organización de bloques de colores. Es una tecnología de código abierto (Open Source), desarrollada por el MediaLab del MIT a partir de las investigaciones del grupo Lifelong Kindergarten. Por su parte, *Makeblock-mBlock 5* promueven el trabajo colaborativo en entornos presenciales, virtuales o híbridos. Estas cualidades lo convierten en una herramienta pedagógica clave para la creación de metáoras audiovisuales interactiva en 3D (poemas objeto interactivos) una metodología centrada en la alfabetización digital, el aprendizaje tecnológico y, sobre todo, la comunicación a través de creaciones audiovisuales interactivas.

La integración de la robótica en la educación artística representa un enfoque transformador del aprendizaje que aprovecha el potencial de la tecnología para mejorar el desarrollo cognitivo, las habilidades de resolución de problemas y la colaboración de los estudiantes (Guo y Wang 2024; Mao y Zhang 2021; Wang y Reynolds 2024). A medida que la sociedad avanza la educación cambia hacia metodologías más interactivas y centradas en el estudiante, El papel de la robótica en el aula se consolida como una herramienta especialmente potente para la creación de entornos de aprendizaje motivadores y participativos (Derakhshan et al., 2025; Pan & Wang, 2025). Al articular marcos constructivistas y de aprendizaje experiencial, el profesorado puede diseñar programas artísticos dinámicos que no solo aborden los fundamentos del arte, sino que también promuevan la exploración, la experimentación y la interacción significativa entre el alumnado. Desde esta perspectiva, las teorías constructivistas subrayan la participación activa del estudiante en la construcción de su propio conocimiento, mientras que el aprendizaje experiencial enfatiza el valor de la experiencia directa y la reflexión como motores del aprendizaje (Gao et al., 2024).

La integración de robótica educativa visual en la educación artística facilita el desarrollo de proyectos prácticos que conectan el conocimiento teórico con su aplicación real. Actividades como la construcción y programación de creaciones artísticas interactivas robotizadas, instrumentos robóticos o máquinas generadoras de arte así como ofrecen al alumnado oportunidades singulares para explorar conceptos artísticos, al tiempo que potencian el pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, al enfrentarse a retos técnicos y de diseño (Mao & Zhang, 2021), en los que se generan procesos de aprendizaje híbrido analógico/digital mediante el diseño y realización de obras/prototipos creados con materiales físicos los cuales adquieren interactividad a través de la programación.

Al ampliar la definición de robot, habitualmente asociada a los ámbitos de la ciencia, la ingeniería o la industria, los Art Robots (robots artísticos) se configuran como dispositivos capaces de abrir espacios para la crítica social, la expresión de preocupaciones personales y el libre juego de la imaginación y la fantasía. Los robots, entendidos como objetos que operan en el tiempo y el espacio, presentan estructuras espaciotemporales abiertas y diversas, lo que les permite responder de manera específica a distintos estímulos (Kac, 2021)

El arte robótico abarca desde agentes autónomos hasta autómatas que perciben y responden al público mediante sensores. Estos manifiestan comportamientos miméticos, sintéticos o híbridos. Al simular dimensiones físicas, temporales o humanas, generan nuevos comportamientos que expanden las fronteras expresivas, educativas y conceptuales del arte contemporáneo. De este modo, la obra interactúa de forma activa, habitando el espacio y transformando la experiencia estética mediante la tecnología.

Asimismo, el uso de la robótica en el ámbito educativo fomenta la colaboración y el trabajo en equipo, al requerir procesos de comunicación y coordinación entre estudiantes con perfiles diversos (Mustoip et al., 2024). La aportación de perspectivas y habilidades híbridas en proyectos

compartidos contribuye a la creación de entornos educativos inclusivos, que valoran la diversidad y preparan al alumnado para desenvolverse en una sociedad cada vez más interconectada y mediada por la tecnología, tanto dentro como fuera del contexto escolar (Ramos et al., 2020), destacando los robots educativos, sociales, inclusivos, de vigilancia y sostenibles, entre otros.

Final del formulario

3. Metodología

El proyecto se llevó a cabo en el marco del Grado en Educación Primaria de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada, dentro de la asignatura optativa Didáctica de las Artes Visuales, impartida en el cuarto curso, 2024-2025. Esta materia tiene como objetivo fundamental el desarrollo de competencias específicas para que los futuros docentes puedan planificar y facilitar procesos de enseñanza en Educación Artística con tecnologías.

La investigación se realizó mediante un estudio prospectivo observacional de tipo cuasiexperimental sin grupo de control, pre y post intervención. Se llevó a cabo una investigación-acción educativa basada en el arte, visual y audiovisual con IA (Marín-Viadel, 2025) y el Aprendizaje Basado en Proyectos STEAM-I-TPACK (Hawari & Noor, 2020; Koehler et al., 2015).

Para llevarlo a cabo se diseña una acción educativa orientada al desarrollo de competencias críticas y creativas mediante el uso de inteligencia artificial generativa y robótica creativa. La propuesta pedagógica implica que los participantes elaboren narrativas visuales y textuales a través de procesos de diseño con herramientas como ChatGPT-4 y Bing Image Creator, promoviendo la reflexión activa sobre los resultados generados. Esta intervención didáctica no solo fomenta la producción creativa mediada por IA, sino que también induce al alumnado a adoptar una postura crítica fundamentada en el conocimiento disciplinar, cuestionando las respuestas, estéticas y patrones que emergen de los modelos generativos.

A partir de las imágenes iniciales generadas por IA, el alumnado debe conceptualizar y construir metáforas visuales robotizadas y poemas objeto interactivos, integrando elementos visuales, textuales y mecanismos robóticos. Para ello, se utilizan aplicaciones como *Makeblock,* mBlock 5. y kits de robótica educativa, lo que permite vincular la expresión artística con el desarrollo del pensamiento computacional creativo. Este enfoque transdisciplinar articula la alfabetización digital avanzada con procesos de diseño, programación, electrónica básica y estética simbólica, promoviendo un aprendizaje significativo a través de experiencias maker en contextos educativos innovadores inclusivos.

3.1. Participantes

En la experiencia participaron 67 estudiantes (n=67; mujeres=41, hombres=26) en formación, organizados en grupos de entre 2 y 3 integrantes, quienes elaboraron un total de 31 proyectos artísticos, cada proyecto está compuesto por dos metáforas visuales (imágenes con IA) y un poema objeto robotizado, lo que se traduce en 62 metáforas visuales y 31 obras robóticas . Las obras fueron realizadas utilizando IA Generativa y Robótica visual interactiva, abordaron desde una perspectiva crítica y creativa, temáticas vinculadas con la inclusión, diversidad. Antes del inicio del trabajo de campo, se solicitó a los participantes la firma de un consentimiento informado, en el que se especificaban los compromisos asumidos por ambas partes —investigadores y participantes— y se garantizaba expresamente la confidencialidad de la información proporcionada.

3.2 Instrumentos de investigación

Los instrumentos seleccionados y elaborados conforme a criterios de validez pedagógica, tecnológica y estética son los siguientes:

Protocolo para el diseño y creación de imágenes artísticas o metáforas visuales realizadas con IA y piezas artísticas en 3D robotizadas, poemas objeto interactivos. Se trata de un material educativo específicamente desarrollado y adaptado por el equipo docente participante en el proyecto. Este protocolo fue integrado en la guía docente de la asignatura y estructurado en fases secuenciales, proporcionando orientaciones conceptuales, técnicas y procedimentales para la alfabetización audiovisual y digital-tecnológica del alumnado. Su finalidad era guiar la creación de imágenes visuales con IA y de las obras interactivas robotizadas en 3D combinando principios del lenguaje visual y narrativo con elementos de programación básica (Tabla 1.).

Las metáforas visuales (creadas con IA generativa) y los poemas visuales interactivos (creaciones artísticas robotizadas realizadas en 3D). Se siguen procesos de diseño y creación en los que se utilizan

herramientas y recursos digitales como la aplicación Bing Image Creator (DALL·E 3) para la realización de imágenes con IA, y también Kit de robótica programados utilizando *Makeblock*-mBlock 5 basado en el lenguaje de programación por bloques para la realización de obras interactivas. Las imágenes 2D y las obras 3D fueron creadas por los futuros docentes en grupos de 2-3 estudiantes. Cada grupo generó dos imágenes o metáforas visuales reflexivas con IA y un poema objeto robotizado, obra artística interactiva aplicando robótica como producto final, acompañada de un portafolio reflexivo y documental. Este portafolio incluía evidencias textuales, visuales y audiovisuales del proceso investigativo, con anotaciones sobre las decisiones creativas, conceptuales y tecnológicas adoptadas, así como referencias a los Objetivos de Desarrollo Sostenible trabajados en el proyecto.

Rúbrica para la evaluación de las creaciones, las metáforas visuales (imágenes creadas con IA) y los poemas objeto robotizados (Tabla 3.). Se realizó mediante un protocolo específico con adaptaciones de estudios validados publicados, centrados tanto en la creación de imágenes artísticas con IA (Arias et al., 2024; Sáez-López et al., 2016; Sáez-López et al., 2020; Verdú et al., 2025) como en las creaciones con robótica educativa audiovisual (Sáez-López et al., 2016; Sáez-López et al., 2020), basados en el Test de Robótica Educativa en la Enseñanza (REE). Se evaluaron 20 ítems distribuidos en dos dimensiones (D1, D2) y cuatro subdimensiones: D1: conocimiento y conceptualización, calidad de prompts e indicadores, diseño, y D2: creación de la metáfora o poema robotizado interactivo, y calidad estética visual. La escala de valoración empleada fue de tipo Likert (1 a 5), donde 1 significa "deficiente", 2 “aprobado”, 3 ”aceptable”, 4 “bueno y 5 "excelente".

Cuestionario de percepción y conocimientos I-TPACK pre- y post- formación, basado en las investigaciones de (Hawari & Noor, 2020; Koehler et al., 2015) centradas en el protocolo de valoración del conocimiento basado en el Modelo I-TPACK (Tabla 4.), se evaluaron 5 ítems del conocimiento. Siendo Likert de 1 a 5, siendo 1 “no adecuado“, 2 “poco adecuado“, 3 adecuado“, 4 “bastante adecuado, y 5 “muy adecuado“.

Estos instrumentos permitieron triangular la información recabada, evaluar la coherencia formal y conceptual de las producciones y valorar el impacto pedagógico de la experiencia desde una perspectiva STEAM y TPACK.

4. Trabajo de campo

El trabajo de campo de esta investigación se estructuró de manera sistemática a lo largo de doce sesiones, las cuales se dividieron en cinco fases principales: definición del prolema, investigación-exploracion, formulación y diseño y creación y exposición-evaluación. Este proceso permitió a los 67 futuros docentes no solo adquirir habilidades técnicas en el proceso de creación de metáforas visuales, imágenes creadas con IA y creaciones de metáforas o poemas objetos con robótica audiovisual, sino también profundizar en la reflexión sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible, enfocándose en la inclusión y diversidad (Tabla 1.).

Tabla 1. Fases del programa de intervención (F) y sesiones (S.)

Fases	Sesiones (Teórico/práctica)	Material	Tiempo
1F. 1. S. Definición de reto o problema social, inclusión o diversidad. Conocimiento, reflexión crítica, (ODS). Realización cuestionario pre- formación			1h.
2F. Investigación-exploración: formación del alumnado			
2.S. Conceptualización de metáfora visual: análisis de los elementos del lenguaje visual, plástico de las metáforas visuales/ digital (Chema Amador). Desarrollo de la idea. 3.S. Conceptualización de Metáfora o poema objeto con robótica: Análisis de los elementos del lenguaje visual, plástico, interactivo de los poemas objeto/ obras en 3D (Joan Brossa). Conocimiento sobre arte y robótica creativa inclusiva. Desarrollo de la idea.		- Ordenador/Tablet - Internet	2h. 2h.
3F. Formulación/ experimentación: **Diseño y elaboración de dos metáforas visuales** (2 Imágenes con IA): 1.Imágen de Metáfora visual original y 2. Imagen Metáfora visual original con aplicación de robótica creativa. 4.S. Conceptualización y diseño de Imagen-metafórica con IA: Redacción de prompts: experimentación- redacción de una sinopsis breve (párrafo) que describa con máxima precisión de forma literal o figurada. Desarrollo síntesis de la		- Ordenador/Tablet - Bing Image C. (DALL·E 3) - Internet - Porfolio	2h

narrativa. Uso de IA de texto (ChatGPT) para expandir la sinopsis, definiendo objetos simbólicos y contextos mediante un ciclo de revisión y rectificación. 5.S. Generación imágenes metafóricas con IA: Introducción de indicadores (prompts descriptivos) en Bing Image C. (DALL·E 3): 1.Imágen de Metáfora visual original. 6.S. Generación de la imagen de la Metáfora visual original con aplicación de robótica (2. Metáfora visual original con integración de robótica). Utilizar **IA generativa** para visualizar cómo se integrarán los elementos físicos (objetos simbólicos, materiales, sensores, cables, etc.) con la base robótica, concreción del diseño mediante la elaboración de prompts. Evaluación crítica: Detección de errores (composiciones inadmisibles o elementos incongruentes con la narración inicial).		1h.2h. 2h.
4F. Diseño, creación de la obra en 3D: de la imagen digital a la Metáfora interactiva robotizada "Poema objeto inclusivo robotizado" (Integración de Robótica Audiovisual) 7.S. Conceptualización de una obra interactiva en 3D: Poema objeto robotizado interactivo. 8.S Diseño y composición de la metáfora robotizada, integración de los elementos físicos (objetos simbólicos, materiales, sensores, cables, etc.) con base robótica, concreción del diseño narrativo visual. Vinculación de la "obra" robótica con el "discurso" visual. 9.S. Configuración y aplicación del hardware y prototipado (Sensores movimiento, sonido, luz) 10.S. Programación Interactiva con *Makeblock*-mBlock 5. Se utiliza el lenguaje de bloques para dotar de "comportamiento" a la obra robotizada.	- Ordenador/Tablet - Kit de robótica (Sensores: movimiento, sonido, luz) - *Makeblock*-mBlock - Cámara de fotos - Porfolio	2h. 1h.2h 2h 2h.1h.2h.
5.F. Exposición/Evaluación 11. S Exposición. 12. S. Evaluación de imágenes con IA (Rúbrica). Evaluación creaciones artísticas robotizadas (Rúbrica). Realización cuestionario post-formación	- Ordenador/Tablet - Cámara de fotos - Porfolio	2h.2h. 2.h

Fuente(s): Soto-Solier P. M. (2026).

Se aplica una evaluación continua mediante observación y rúbricas que permiten adaptar las estrategias metodológicas analógicas digitales-tecnológicas durante el proceso (Soto-Solier et al., 2023). El alumnado realiza procesos de autoevaluación y coevaluación grupal, cuestionando con rigor académico los puntos fuertes y débiles de sus metáforas visuales y la eficacia de la tecnología utilizada (Soto-Solier y Villena-Soto, 2024)

Se analizaron 31 proyectos o casos realiados por los estudiantes. Esta sección es vital, ya que permite observar la aplicación real del modelo I-TPACK-STEAM y cómo la IA y la robótica se entrelazan con la narrativa visual en dos de los casos (Tabla 2.).

Tabla 2. Análisis de dos casos de estudio I-TPACK-STEAM. Proectos artisticos con IA y robótica

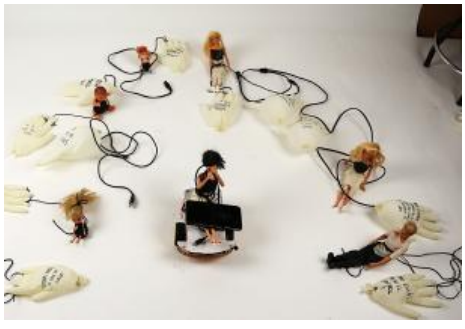
El Caso 1 analiza la integración TPACK-STEAM mediante la metáfora "Mercantilización de la infancia"	
imagen/IA generativa	**Robótica / Interacción**
 	
Imágenes 1. dcha., 2. izq.: Alumnado participante +IA (2025). Imágenes o *metáforas visuales sociales creadas con IA:*	Imagen-fotograma video 3.: Soto-Solier, P. M. (2025). *Metáfora audiovisual 3D poema objeto social*

Mercantilización de la infancia y el consumo desenfrenado. Dos fotografías: izq. Concepto metafórico original con IA; dcha. Concepto metafórico 3D integración de robótica visual. Imágenes digitales. Prompt final, imagen 2 izq.: Como experto en artes visuales crea una una imágen-metáfora visual crítica de la mercantilización de la infancia y el consumo desenfrenado. La imagen presenta un muñeco infantil situado dentro de un carrito de compra, rodeado de recibos y códigos de barras, construyendo una metáfora crítica sobre la mercantilización de la infancia. La composición frontal y el fondo neutro aíslan al sujeto, reforzando su vulnerabilidad. La iluminación uniforme y clínica elimina cualquier calidez emocional, acentuando el carácter artificial de la escena. Los recibos simbolizan el consumo compulsivo y la lógica económica, mientras el carrito transforma al niño en producto, denunciando la reducción de la infancia a objeto de mercado.	*robotizado:* Mercantilización de la infancia y el consumo desenfrenado. Video de la metafora audiovisual interactiva (Poema objeto robotizado) **https://shre.ink/Metafora-visual-robotica** mBlock v.5.4.0 Prototipo+Kit de robótica: Arduino+ sensores (Luz, movimiento y sonido)+Visión IA

Dimensión I-TPACK

1. Contenido artístico (I-CK) / Alfabetización visual. Referentes artísticos: Chema Madoz y Joan Brossa. La metáfora "Mercantilización de la infancia" destaca por su originalidad al descontextualizar un carrito de compra para simbolizar el consumo que deshumaniza al sujeto (el muñeco). La estética, lograda mediante prompts técnicos con tonos desaturados e iluminación fría, refuerza la naturaleza artificial del concepto.
2. Conocimiento tecnológico (I-TK) / Alfabetización digital: Se demuestra competencia al usar IA generativa como base conceptual y mBlock con Arduino para el prototipo físico. La integración incluye el manejo de motores, sensores y Visión IA, logrando la transposición del plano digital al interactivo.
3. Conocimiento pedagógico (I-PK): El proyecto fomenta el pensamiento crítico y la autonomía en la resolución de problemas interdisciplinares, obligando al alumno a conectar eficazmente la narrativa visual con la programación.
4. HAIC-K (Colaboración Humano-IA): El alumno asume el rol de "Diseñador-productor creativo" mediante una ingeniería de prompts estratégica, controlando aspectos técnicos y compositivos para que la IA materialice su visión exacta.
5. ETHICs-K (Conocimiento Ético): La obra refleja un compromiso ético al utilizar la tecnología para auditar problemas sociales, como la deshumanización infantil frente a los valores del mercado.
Conclusión del Caso 1: Se logra una integración total (I-TPACK) con un equilibrio idóneo: la IA "piensa" (diseño simbólico), la robótica "actúa" (interacción física) y el arte "comunica" (mensaje crítico).

El Caso 2 analiza la integración I-TPACK-STEAM mediante la metáfora Identidad trapada en la red: ciberacoso sexual

IA generativa	Robótica / Interacción
  Imágenes 1. dcha. 2. izq.: Alumnado participante. +IA (2025). Imágenes *metáforas visuales sociales creadas con IA: Identidad atrapada en la red: ciberacoso sexual. Dos fotografías: izq. Concepto metafórico original con IA; dcha. Concepto metafórico 3D integración de robótica visual.* Imágenes digitales.	 Imagen-fotograma video 3:Soto-Solier P. M. (2025). *Metáfora audiovisual 3D poema objeto crítica social robotizado: Identidad atrapada en la red: ciberacoso sexual.* Video de la metafora audiovisual interactiva

Prompt final imagen 2. izq.: “Como experto en artes visuales crea una una metáfora visual crítica para comunicar la *Identidad trapada en la red: No-Identidad*. La muñeca tipo Barbie sostiene un teléfono móvil sobre sus piernas, conectado a los cables. Su expresión es neutra y serena. La escena está iluminada con luz natural suave, con poca profundidad de campo y un fondo ligeramente desenfocado. La paleta de colores es neutra y ligeramente desaturada, creando una atmósfera minimalista y contemplativa. La composición es centrada, con los cables formando líneas suaves alrededor del cuerpo, sugiriendo una metáfora del cibberacoso digital“.	(Poema objeto robotizado) **https://shre.ink/Metafora-visual-robotica-2** mBlock v.5.4.0 Prototipo+Placa Arduino+ sensores (Luz, movimieto y sonido)+Visión IA

Dimensión I-TPACK
1. Contenido artístico (I-CK) / Alfabetización visual. Referentes artísticos: Chema Madoz y Joan Brossa. Presenta una metáfora reniendo de referencia la obra de original utilizando una muñeca “Barbie” para simbolizar la vulnerabilidad ante el ciberacoso sexual. La estética, definida por prompts de colores desaturados e iluminación suave, refuerza visualmente la parálisis emocional del sujeto frente a la opresión digital. **2. Conocimiento tecnológico (I-TK)** / Alfabetización digital: Demuestra destreza en IA generativa y hardware mediante el uso de arduino, sensores (luz, sonido, movimiento) y visión IA programados en mBlock, permitiendo la transición del concepto digital a la interactividad física. **3. Conocimiento pedagógico (I-PK):** El diseño de este "poema objeto rootizado" fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas interdisciplinares, obligando al alumno a conectar la narrativa artística con la ingeniería de forma autónoma. **4. HAIC-K (Colaboración Humano-IA):** El estudiante asume el rol de diseñador- creador creativo, empleando una ingeniería de prompts estratégica para que la IA materialice con precisión su visión conceptual, controlando composición y simbolismo. **5. ETHICs-K (Conocimiento Ético):** La obra constituye una denuncia ética sobre los riesgos del entorno digital y la deshumanización, utilizando la tecnología para auditar y reflexionar sobre la violencia en la red. Conclusión del Caso 2.: Se logra una integración total, donde la IA genera la base simbólica, la robótica aporta la acción interactiva y el arte comunica un mensaje social urgente basado en la violencia de género.

Fuente(s): Soto-Solier P. M. (2026).

.

5. Resultados

Resultados obtenidos de la rúbrica correspondiente al protocolo de valuación de diseño y creación de las imágenes con IA y creaciones visuales interactivas 3D con Robótica audiovisual (Tabla 3.).

Dimensión 1. *Metáforas visuales con IA.* En la subdimensión de Conocimiento o conceptualización, los resultados demuestran una sólida base teórica y creativa por parte de los participantes. El 75% de los estudiantes alcanzó niveles de desempeño superiores ("Bueno" o "Excelente") en el conocimiento y conceptualización de la metáfora visual y el análisis del lenguaje plástico (Ítem 1), con un notable 30% situado en la excelencia. Aún más destacados son los resultados respecto al conocimiento sobre arte y robótica inclusiva aplicada a poemas objeto, donde un impresionante 85% de la muestra se posiciona entre los niveles 4 y 5, destacando un 43% que alcanzó el grado de "Excelente" (Ítem 2). Estos datos sugieren que la integración de referentes artísticos como Joan Brossa o Chema Amador facilita una comprensión profunda de la narrativa visual.

En cuanto a la Calidad de Prompts e Indicadores, se observa una transición desde la idea narrativa hasta la ejecución técnica. La redacción de la idea y sinopsis breve muestra un balance positivo, con un 37% en nivel "Bueno" y un 25% en "Excelente" (Ítem 3), aunque un 14% se mantuvo en un nivel "Aprobado", lo que indica que la síntesis escrita sigue siendo un reto para algunos. La capacidad para extraer ideas significativas (Síntesis narrativa) para dirigir la creación

visual también arroja datos positivos, con un 65% de los participantes en los rangos más altos (Ítem 4).

La competencia técnica en la elaboración de prompts descriptivos precisos (Ítem 5) y la definición de parámetros técnicos como color, composiciones visuales y equilibrio (Ítem 6) muestra resultados consistentes: un 70% alcanzó niveles de "Bueno" o "Excelente" en el manejo de parámetros técnicos (Ítem 6). Destaca especialmente la introducción de indicadores en herramientas como Bing Image Creator (DALL-E 3), donde el 41% de los estudiantes demostró un desempeño "Excelente" (Ítem 7). Sin embargo, la evaluación crítica y detección de errores o incongruencias en las composiciones generadas por IA es el área que presenta un mayor margen de mejora, con el porcentaje más alto de valoración "Aceptable" (32%) de toda la subdimensión (Ítem 8), lo que sugiere la necesidad de reforzar el pensamiento crítico frente a los resultados algorítmicos.

Dimensión 2: Metáforas visuales interactivas 3D Robótica audiovisual. Esta dimensión evalúa la transposición del concepto visual a una obra física e interactiva. En la subdimensión de Diseño y creación de la metáfora interactiva robotizada, los resultados en cuanto a conocimiento y conceptualización (Ítem 9) y diseño de la metáfora robotizada (Ítem 10) replican el éxito de la primera fase, con un 85% de los estudiantes logrando resultados satisfactorios en la integración de elementos físicos, sensores y narrativa visual (Ítem 10).

La vinculación de la "obra" robótica con el "discurso" visual (Ítem 11) fue valorada como "Excelente" por el 41% de los participantes, lo que subraya la eficacia de la robótica como medio de expresión artística y no solo técnica. La calidad visual-técnica bajo los principios del lenguaje visual también obtuvo valoraciones altas, con un 76% de la muestra en niveles 4 y 5 (Ítem 12).

En el ámbito estrictamente tecnológico, la configuración y aplicación de hardware y prototipado (Ítem 13) y la utilización del lenguaje de bloques para dotar de comportamiento a la obra (Ítem 15) muestran un desempeño idéntico y muy positivo: un 41% en nivel "Bueno" y un 35% en "Excelente". Esto se traduce en que el 76% de los estudiantes se siente competente programando secuencias de interacción con Makeblock-mBlock. Finalmente, el nivel de interactividad de la obra (Ítem 16) alcanzó una valoración de "Excelente" en el 35% de los casos, logrando una interacción efectiva entre el cuerpo, el espacio y la generación de eventos (Ítem 16).

Subdimensión 2.2: Calidad estética visual. El análisis de la calidad estética final revela una madurez artística significativa. Los conceptos formales de artes visuales (iconicidad, connotación) fueron aplicados correctamente por el 66% de los estudiantes (Niveles 4 y 5) (Ítem 17). En cuanto a los conceptos lingüísticos y retóricos (ironía, metáfora), un 40% se situó en nivel "Bueno" y un 20% en "Excelente" (Ítem 18).

El uso del color como elemento expresivo destaca como uno de los ítems con mejor desempeño de toda la investigación, con un 54% de valoraciones en "Bueno" y un 29% en "Excelente" (Ítem 19). Por último, la calidad en el diseño constructivo-formal cerró con un 68% de los participantes en los rangos superiores (Ítem 20), consolidando el éxito del proyecto en su conjunto.

Tabla 3. Protocolo valuación de diseño y creación de las imágenes con IA y creaciones visuales interactivas 3D con Robótica audiovisual.

1.Dimensión	**Evaluación de diseño y creación Metáforas visuales con IA**					
Subdim.	**ítems**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
1.1 Conocimiento y conceptualización	1. Conocimiento y conceptualización de Metáfora visual: análisis de los elementos del lenguaje visual, plástico de las metáforas visuales/ digital (Chema Amador). Desarrollo de la idea.	4%	4%	17%	45%	30%
	2.Conocimiento sobre arte y robótica inclusiva. Conceptualización de Metáfora poema objeto y robótica: Análisis de los elementos del lenguaje visual, plástico, interactivo de los poemas objeto/ obras en 3D (Joan Brossa). Desarrollo de la idea.	2%	3%	10%	42%	43%

1.2.Calidad Prompts e Indicadores (exploratorio, reinado, final)	3. Redacción de idea y sinopsis breve (párrafo) que integre las palabras seleccionadas de forma literal o figurada.	5%	14%	19%	37%	25%
	4.Sinteis narrativa Extracción de ideas significativas de la narrativa de idea final para dirigir la creación visual	6%	4%	25%	35%	30%
	5. Elabora frases descriptivas precisas y técnicas, optimizando el límite de caracteres para definir color, pesos visuales y puntos de atención.	4%	6%	20%	40%	30%
	6. Definición tecnica de parámetros como color, pesos visuales, puntos de atención, equilibrio y disposición de elementos en la metáora visual.	8%	3%	19%	42%	28%
	7.Introducción de indicadores (prompts descriptivos) en Bing Image Creator (DALL·E 3), (limit. a 480 caracteres) en su versión gratuita.	6%	9%	13%	31%	41%
	8. Evaluación crítica, detección de errores, como composiciones absurdas o elementos incongruentes con la narración.	5%	2%	32%	38%	23%

Dimensión 2. Subdim.	**Evaluación de diseño y creación Metáforas visuales interactivas 3D Robótica audiovisual**					
2.1 Diseño, creación Metáfora interactiva robotizada "Poema objeto inclusivo robotizado"	9. Conocimiento y conceptualización de una obra interactiva en 3D: Poema objeto con robótica .	4%	4%	17%	45%	30%
	10. Diseño y composición de la metáfora robotizada, integración de los elementos físicos (objetos simbólicos, materiales, sensores, cables, etc.) con la base robótica, concreción del diseño narrativa visual.	2%	3%	10%	42%	43%
	11. Vinculación de la "obra" robótica con el "discurso" visual.	6%	9%	13%	31%	41%
	12 Calidad visual-técnica según los principios básicos de del lenguaje visual.	3%	3%	18%	41%	35%
	13.Configuración y aplicación del hardware y prototipado (Sensores movimiento, sonido, luz)	6%	9%	13%	29%	43%
	14.Programación interactiva con *Makeblock*-mBlock	3%	3%	18%	41%	35%
	15. Utilización del lenguaje de bloques para dotar de "comportamiento" a la obra robotizada Secuencias-interacción	3%	1%	20%	39%	37%
	16. Nivel de interactividad de la obra artística robotizada. (Interacción cuerpo-espacio). Generación de eventos	3%	7%	22%	36%	35%
2.2 Calidad estética visual	17.Conceptos formales de Artes Visuales: Iconicidad, connotación complejidad, etc.	3%	5%	26%	39%	27%
	18.Conceptos lingüísticos de A. V. Retórica: ironía, metáfora, etc.	7%	8%	25%	40%	20%
	19.Uso del color como elemento expresivo.	5%	3%	9%	54%	29%
	20.Calidad en diseño constructivo- formal.	2%	8%	22%	37%	31%

Fuente(s): Soto-Solier P. M. (2026).

En conclusión, los resultados presentados indican que la metodología empleada, que une la inteligencia artificial y la robótica bajo el paraguas de las metáforas visuales, es altamente efectiva. La gran mayoría de los indicadores se sitúan por encima del 60% en los niveles de "Bueno" y "Excelente". Es particularmente notable que las habilidades técnicas (programación y manejo de IA) no solo se han adquirido, sino que se han integrado con éxito en un propósito artístico y comunicativo. El desafío pendiente identificado en los datos reside en potenciar la capacidad de evaluación crítica de los resultados generados por IA (Ítem 8), donde todavía existe un volumen considerable de estudiantes en niveles intermedios.

Resultados obtenidos del protocolo evaluación del conocimiento basado en el Modelo I-TPACK, mediante el cuestionario pre- post formación (Tabla 4.)

Tabla 4. Protocolo evaluación del conocimiento basado en el Modelo I-TPACK. Cuestionario pre- post formación.

ítems	4 Óptimo %Pre-post	3 Bastante % Prepost	2 Poco %Pre-post	1 Nada % Pre-post
2.1. I-TK: Conocimiento Tecnológico Inteligente. Prompts Capacidad para redactar y refinar instrucciones estratégicas que traduzcan conceptos abstractos en imágenes visuales potentes y pedagógicamente útiles.	0-18	3-70	8-10	89-2
2.2. I-CK: Conocimiento de Contenido Inteligente (Validador crítico) Triangulación de Fuentes: la metáfora visual es conceptualmente sólida y académicamente válida. Identifica estereotipos culturales o lagunas representacionales en las imágenes generadas que puedan distorsionar el mensaje de la metáfora. Enfoque estadístico de la IA para crear la imagen difiere de los métodos de indagación propios de la disciplina.	0-30	4-55	8-13	88-2
2.3. I-PK: Conocimiento Pedagógico Inteligente (Diseñador estratégico) valora el proceso de creación (perfeccionamiento de prompts, crítica de resultados) no solo la imagen final de la metáfora. Usa la IA para crear diferentes niveles de complejidad en las metáforas visuales, adaptándose a los perfiles y conocimientos previos. Reflexiona sobre cómo la interacción con la IA influyó en su proceso creativo y en su comprensión del concepto Accesibilidad del contenido audiovisual, imagen descripción textual. Alternativas visuales. Control de reproducción e interacción utilizando Robótica educativa audiovisual.	0-32	4-63	2-12	93-3
2.4. HAIC-K: Conocimiento de Colaboración Humano-IA. Aplica la IA como una "co-creadora" o "socia de simulación" que ayuda a visualizar ideas, actúa como el director creativo. Cultura de aula donde la ética es superior a las sugerencias de la IA. Mantiene sus ideas originales a través de un proceso iterativo de co-creación y perfeccionamiento.	0-32	4-62	2-2	94-2
2.5 ETHICs-K: Conocimiento Ético. Las metáforas visuales no refuercen sesgos de género, raza o estatus socioeconómico. Protocolos de uso, divulgación del uso de IA en la obra y el respeto a los derechos de autor y privacidad.	0- 37	3-52	5-10	89-1

Fuente(s): Soto-Solier P. M. (2026).

Los resultados obtenidos de la evaluación del conocimieto basado en el Modelo I-TPACK, muestran muestran un avance significativo tras realiar el progarma de intervención, inicialmente, entre el 88% y 94% de participantes se situaba en nivel "nada" (1). Post-intervención, en I-TK (2.1) el 88% alcanzó niveles satisfactorios (3-4) en el perecionamiento de prompts estratégicos para la creción de metágoras visuales. En I-CK (2.2), el 85% demostró capacidad crítica frente a sesgos de la IA. El I-PK (2.3) registró el mayor éxito con un 95% de estudiantes en niveles 3 y 4, integrando eficazmente robótica y pedagogía. La colaboración humano-IA (HAIC-K, 2.4) logró que

un 94% actuara de forma competente como diseñador creativo en procesos interactivos. Finalmente, en ETHICS-K (2.5) destaca un 37% de excelencia (nivel 4) en el compromiso ético y derechos de autor.

6. Discusión y conclusión

La presente investigación valida la eficacia de la convergencia entre la Didáctica de las Artes Visuales, el enfoque STEAM y el modelo I-TPACK en la formación docente. Los resultados demuestran que la integración de la Inteligencia Artificial (IA) y la robótica educativa audiovisual no solo mejora las competencias técnicas, sino que transforma la identidad profesional del futuro docente al transitar de un uso instrumental a uno artístico y simbólico de la tecnología.

En relación con el enfoque interdisciplinar, los resultados corroboran que la inclusión de la "A" (Arts) en el modelo STEAM aporta una visión holística que integra el conocimiento creativo con disciplinas técnicas. Como señalan Colucci-Gray et al. (2019) y Diego-Mantecón et al. (2021), este tipo de proyectos fomenta la sensibilidad estética y la innovación, superando la fragmentación del conocimiento. La experiencia que se presenta demuestra que el profesorado requiere integrar pensamiento creativo con estrategias pedagógicas mediadas por la tecnología, alineándose con el marco TPACK de Mishra y Koehler (2006).

Un hallazgo fundamental es la evolución en el Conocimiento Tecnológico Inteligente (I-TK) y el Conocimiento de Contenido Inteligente (I-CK). Mientras que inicialmente la mayoría de los participantes tenía conocimientos mínimos en esta materia, tras la intervención se alcanzaron niveles significativos en el la creación de *prompts*. Este avance apoya la propuesta de Chiu (2026) sobre el modelo I-TPACK, donde la alfabetización en IA se convierte en una competencia docente esencial para la sociedad digital. Sin embargo, la investigación también revela que la evaluación crítica de los resultados algorítmicos, evaluación crítica, detección de errores, como composiciones absurdas o elementos incongruentes con la narración es el área con mayor margen de mejora. Esto coincide con la advertencia de Flores-Vivar y García-Peñalvo (2023), quienes subrayan que la IA, a diferencia del docente humano, carece de la empatía e intuición necesarias para ser una fuente de inspiración completa.

En el ámbito de la creación, el uso de la IA generativa ha demostrado ser una herramienta valiosa para la "creatividad computacional", permitiendo a los estudiantes actuar como expertos creativos. Los resultados en la calidad de las metáforas visuales refuerzan las tesis de Marín-Viadel et al. (2024) sobre el potencial didáctico de plataformas como Stable Diffusion o DALL-E para aprender patrones estilísticos y generar narrativas visuales complejas. Esta colaboración Humano-IA (HAIC-K), donde el alumnado demostró un manejo competente, plantea una redefinición profunda del concepto de autoría en el contexto de la creación digital contemporánea.

Por otro lado, la transposición de la imagen digital al poema objeto robotizado permitió una interacción efectiva entre el cuerpo y el espacio. La robótica, lejos de ser solo ingeniería, se consolida como un medio de expresión artística o "Art Robot" que permite la crítica social y el juego de la imaginación, tal como propone Kac (2021). El hecho de que los futuros docentes se sintieran competentes programando con mBlock 5 valida que los lenguajes visuales por bloques facilitan la comunicación de mensajes metafóricos en 3D.

Finalmente, los temas elegidos por los estudiantes (mercantilización de la infancia, ciberacoso y sostenibilidad) demuestran que el ABP-STEAM es una metodología eficaz para el compromiso social. Al situar al estudiante en el centro del proceso para resolver problemas de la vida real, se cumple con las directrices de la UNESCO (2016/2023) sobre el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. La dimensión ética, donde un número significativo de alumnado alcanzó la excelencia, confirma que la formación docente debe priorizar la mitigación de sesgos y el respeto a los derechos de autor en el uso de tecnologías emergentes. En conclusión, la investigación de demuestra que la hibridación de arte y tecnología en laboratorios de Humanidades Digitales es el camino para una alfabetización visual y digital, crítica y empoderadora.

7. Agradecimientos

El presente texto nace en el marco de un proyecto de innovación "E-ARTyTECH proyectos artísticos, educación STEAM y pensamiento creativo para el desarrollo sostenible y la transformación social y personal". (Código 22-137) "Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente del Plan FIDO UGR 2022-2024". Vinculado al Proyecto Europeo RRREMAKER: Reutilizar, Reducir, Reciclar. Plataforma basada en la Inteligencia Artificial (IA) para la cultura Maker automatizada y estable en la economía circular, financiado por la Unión Europea dentro del Programa MarieSktoowska-Curie Acctions. Research and Innovation Staff Exchange (Rise). Call: H2020-MSCA-RISE-2020.

Referencias

Aldemir, T., Bicer, A., Kilinc, S., Moon, J., & Kwok, M. (2025). Exploring emergent AI-TPACK competencies in a two-week AI literacy module for preservice teachers. *Teaching and Teacher Education,* 168, 105231. https://doi.org/10.1016/j.tate. 2025.105231

Arias, M. C., Díaz, A. P., & Lara-Martínez, M. (2024). La Revolución en la Creación Visual: La Inteligencia Artificial Generativa. *VISUAL REVIEW. International Visual Culture Review/Revista Internacional de Cultura Visual*, *16*(4), 227-244. https://doi.org/10.62161/revvisual.v16.5304

Bansal, G., Nawal, A., Vinay, C. & Herencsar N. (2024). Revolutionizing Visuals: The Role of Generative AI in Modern Image Generation. *ACM Trans. Multimedia Comput.* 20, 11, 356, 22. https://doi.org/10.1145/3689641

Brisco, R., Hay, L. y Dhami, S. (2023). Exploring the role of text-to-image ai in concept generation. *Procee-dings of the Design Society, 3*, 1835-1844. https://doi.org/10.1017/pds.2023.184

Calderón, N., & Hernández, F. (2019*). La investigación artística. Un espacio de conocimiento disruptivo en las artes y en la universidad.* Octaedro.

Caeiro-Rodríguez, Fuentes -Cid, s., & Alonso (2024). Buscando el Arte en la A de proyectos STEAM: una revisión crítica desde la Educación Artística. *Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado. 99*(38.1). https://doi.org/10.47553/rifop.v99i38.1.102900

Castejón Ibáñez, M. (2025). Arte colaborativo e inteligencia artificial: una experiencia creativa en la forma-ción del profesorado en educación artística. *Revista Sonda 15*. https://doi.org/10.4995/sonda.2025.22450

Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., & Cooke, C. (2019). A critical review of STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). Oxford Research Encyclopedia of Education. https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398

Chiu, T. K. F. (2026). Intelligent-TPACK (I-TPACK) framework developed from TPACK through integration of artificial intelligence literacy and competency. *Interactive Learning* Environments, 1–16. https://doi.org/10.1080/10494820.2026.2615818

Delgado Hernández, P., & Marqués Ibáñez, A. M. (2025). La inteligencia artificial como herramienta en arte generativo-aplicada en experiencias de educación artística. Hachetetepé. *Revista Científica de Educación y Comunicación,* (30), 1204. https://doi.org/10.25267/hachetetepe.2025.i30.1204

Derakhshan, A., Teo T. & Khazaie S. (2025). Investigating the Usefulness of Artificial Intelligence-Driven Robots in Developing Empathy for English for Medical Purposes Communication: The Role-Play of Asian and African Students. *Computers in Human Behavior* 162, 108416. https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108416

Ewing, R. (2020). The Australian Curriculum: The Arts. A critical opportunity. *Curriculum Perspectives 40*, 75–81. https://doi.org/10.1007/s41297-019-00098-w

Flores-Vivar, J., & García-Peñalvo, F. (2023). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar, 74*, 37-47. https://doi.org/10.3916/C74-2023-03

Franganillo, J. (2023). La inteligencia artificial generativa y su impacto en la creación de contenidos mediáticos. *Methaodos. Revista De Ciencias Sociales*, *11*(2), m231102a10. https://doi.org/10.17502/mrcs.v11i2.710

Gao, Y., Wang, X., & Reynolds, B. L. (2025). The Mediating Roles of Resilience and Flow in Linking Basic Psychological Needs to Tertiary EFL Learners' Engagement in the Informal Digital Learning of English: A Mixed-Methods Study. *Behavioral Sciences*, *15*(1), 85. https://doi.org/10.3390/bs15010085

Guo, Y. & Wang Y. (2024). Exploring the Effects of Artificial Intelligence Application on EFL Students' Academic Engagement and Emotional Experiences: A Mixed-Methods Study. *European Journal of Education 60* (1) e12812. https://doi.org/10. 1111/ejed.12812

Hawari, A. D. M., & Noor, A. I. M. (2020). Project based learning pedagogical design in STEAM art education. *Asian Journal of University Education, 16*(3), 102-111. https://doi.org/10.24191/ajue.v16i3.11072

Hermann, I. (2023). Artificial intelligence in fiction: Between narratives and metaphors. *AI & SOCIETY, 38*(1): 319–329. DOI: https://doi.org/10.1007/s00146-021-01299-6

Ichien, N, Stamenković, D. & Holyoak, KJ. (2024). Large language model displays emergent ability to interpret novel literary metaphors. *Metaphor and Symbol, 39*(4): 296–309. DOI: https://doi.org/10.10 80/10926488.2024.2380348

Jing, Y. y Omar, J. (2024). Integración de herramientas digitales en la educación artística: un estudio del desarrollo de TPACK en futuros docentes chinos. *Revista Internacional de Investigación Académica en Educación Progresiva Desarrollo*. https://doi.org/10.6007/ijarped/v13-i1/20016 .

Kac, E. (2001). The origin and development of robotic art. *Convergence*, *7*(1), 76-86. https://doi.org/10.1177/135485650100700108

López de Mántaras, R. (2016). *La inteligencia artificial y las artes. Hacia una creatividad computacional. VV. AA. El próximo paso. La vida exponencial*. BBVA, 99-123. https://goo.su/PKNlnFz

López, P., Rodrigues-Silva, J. y Alsina, Á. (2021). Brazilian and Spanish Mathematics Teachers. Predispositions towards Gamification in STEAM Education. *Educ. Sciences 11I*(10), 618. https://doi.org/10.3390/educsci11100618

Koehler, M. J., Mishra, P., & Cain, W. (2015). ¿ Qué son los Saberes Tecnológicos y Pedagógicos del Contenido (TPACK)?.*Virtualidad, Educación y Ciencia, 6*(10), 9-23. https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/11552

Kuo, H. C., Yang, Y. T. C., Chen, J. S., Hou, T. W., & Ho, M. T. (2021). The impact of design thinking PBL robot course on college students' learning motivation and creative thinking. *IEEE Transactions on Education, 65(*2), 124-131. DOI:10.1109/TE.2021.3098295

Mao, W. & Zhang B. (2021). The Use of Digital Image Art Under Visual Sensing Technology for Art Education. *Journal of Sensors 1,* 4513577. https://doi.org/10.1155/2021/4513577

Marín-Viadel, R., Campos, R. y Roldán, J. (2024). Inteligencia artificial, Goya y el aprendizaje del dibujo. Prime-ros pasos. *Arte, Individuo y Sociedad, 36*(2), 1-17. https://doi.org/10.5209/aris.92891

Marín Viadel, R (2025) *Inteligencia Artificial en Educación y Creación Artística*. Universidad de Granada.

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record, 108*(6), 1017–1054.

Mustoip, S., Lestari, D., & Purwati, R. (2024). Implementation of STEAM Learning Methods to Develop Collaborative and Creative Characters of Elementary School Students. *JPS: Journal of Primary School*, *1*(2), 13-20. https://journal.pusmedia.com/index.php/JPS/article/view/103

Ortiz-Revilla, J., Greca, I. M., & Meneses-Villagrá, J. Á. (2021). Efectos de una propuesta STEAM integrada en el desarrollo competencial del alumnado de Educación Primaria *Infancia y Aprendizaje, 44*(4), 838–870. https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473

Pise, M., Yadgiri, N., Gaikwad, P., Dusawar, Y. y Nandanwar, P. (2024). AI Image Generator. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology,* 4(4), 773-778. https://doi.org/10.1080/02103702.2021.1925473

Ranscombe, C., Tan, L., Goudswaard, M. y Snider, C. (2024). Inspiration or indication? Evaluating the qualities of design inspiration boards created using text to image generative AI. *Proceedings of the Design Socie-t y, 4,* 2207-2216. https://doi.org/10.1017/pds.2024.223

Rodríguez Yunta, L. (2014). Ciberinfraestructura para las humanidades digitales: una oportunidad de desarrollo tecnológico para la biblioteca académica, *El profesional de la información* 23, (5) 453-462. http://dx.doi.org/10.3145/epi.2014.sep.01

Rojas Castro, A. (2013). El mapa y el territorio. Una aproximación histórico-bibliográfica a la emergencia de las Humanidades Digitales en España. *Caracteres: Estudios culturales y críticos de la esfera digital. 2*, (1). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4515483

Ramos, G., Meek, C., Simard, P., Suh, J., & Ghorashi, S. (2020). Interactive machine teaching: a human-centered approach to building machine-learned models. *Human–Computer Interaction*, *35*(5-6), 413-451. https://doi.org/10.1080/07370024.2020.1734931

Relkin, E., de Ruiter, L., & Bers, M. U. (2020). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. Journal of Science Education and Technology, 29(4), 482–498. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x

Roe, J, Perkins, M. & Furze, L. (2025). Reflecting Reality, Amplifying Bias? Using Metaphors to Teach Critical AI Literacy. *Journal of Interactive Media in Educatio*n, 2025(1): 18, pp. 1–15. DOI: 10.5334/jime.961

Sáez-López, J. M., Buceta Otero, R., & De Lara García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 24*(1), 95–113. https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649

Sáez-López, J. M., Román-González, M. & Vázquez-Cano, E. (2016). Visual programming languages integrated across the curriculum in elementary school. A two year case study using scratch in five schools. *Computers & Education, 97*, 129-141. https://doi.org/10.1016/j.

Sáez-López, JM., Sevillano-García, ML. y Vázquez-Cano (2019). The effect of programming on primary school students' mathematical and scientific understanding: educational use of mBot. *Education Tech Research Dev.* 67 , 1405–1425 https://doi.org/10.1007/s11423-019-09648-5

Sevilla, Y., & Solano, N. (2022). Inclusión educativa de la mano de STEAM y las nuevas tecnologías. *Supervisión, 21*(55), 24. https://usie.es/supervision21/index.php/Sp21/article/view/439

Soto-Solier, P. M., Villena-Soto, V., & Molina-Muñoz, D. (2023). Perceptions of future teachers on the inclusion of creative robotics in Primary Education. *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*, *67*, 283-318. https://doi.org/10.12795/pixelbit.96781

Soto-Solier, P. M., & Villena-Soto, V. (2024). Educación artística STEAM en la formación universitaria. Robótica creativa para la alfabetización visual y digital. European Public & Social Innovation Review, 9, 1–20. https://doi.org/10.1016/j.compcom.2024.102883.

Vicente-Yagüe-Jara, M.I., López-Martínez, O., Navarro-Navarro, V., y Cuéllar-Santiago, F. (2023). Escritura, creatividad e inteligencia artificial. ChatGPT en el contexto universitario. *Comunicar, 77*, 47-57. https://doi.org/10.3916/C77-2023-04.