

La inteligencia artificial para potenciar el diseño de procesos formativos en la economía social y solidaria: el caso de Ensamble Artesano

Artificial intelligence to enhance the design of educational processes in the social and solidarity economy: the case of Ensamble Artesano

Juana López Díaz¹

Paulina González²

Luis Medina-Gual^{3,4}

Dante Fernando Bazaldua-Huerta^{5,6}

Diego Degetau-Arsuaga^{5,7}

Gabriela Franco Cejudo^{3,8}

Alberto Irezabal Vilaclara^{3,9}

Fecha de recepción: 20 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 11 de julio de 2026

Fecha de publicación: 24 de agosto de 2026

1 Ensamble Artesano. juanalopezdiaz@impacto.org.mx

2 Fundación Haciendas del Mundo Maya. paulina.gonzalez@fhmm.org

3 Universidad Iberoamericana Ciudad de México.

4 luis.gual@ibero.mx. <https://orcid.org/0000-0002-6783-606X>

5 Criterial, Laboratorio de inteligencia artificial & educación. Ciudad de México.

6 dante@criterial.cc. <https://orcid.org/0009-0004-3074-9319>

7 diego@criterial.cc. <https://orcid.org/0000-0001-6884-5710>

8 gabriela.franco@ibero.mx

9 alberto.irezabal@ibero.mx. <https://orcid.org/0009-0005-6694-1721>

Resumen

Este artículo presenta el proyecto @Aprende con Ensamble Artesano, una plataforma educativa mediada por inteligencia artificial orientada al fortalecimiento de capacidades y habilidades para el colectivo de artesanas y artesanos de Ensamble Artesano en México, desde el marco de la economía social y solidaria y la educación popular. A partir de los principios de investigación-acción, se describe el diseño e implementación de un piloto basado en un agente conversacional en WhatsApp, alimentado por un sistema de generación aumentada por recuperación construido con conocimientos sistematizados por la propia organización. El estudio de caso combina indicadores de desempeño del sistema con hallazgos cualitativos derivados de la experiencia de las y los artesanos participantes. Los resultados preliminares muestran la viabilidad de acercar recursos formativos a poblaciones históricamente excluidas de innovaciones educativas basadas en inteligencia artificial, mediante una propuesta accesible, situada y orientada a la praxis. Asimismo, evidencian la relevancia de procesos de colaboración entre artesanas y artesanos, organizaciones aliadas, universidad y actores tecnológicos para el diseño de soluciones pertinentes, éticas y culturalmente sensibles. Se concluye que la experiencia abre una ruta prometedora para la profesionalización del sector artesanal y para la discusión sobre usos responsables de la inteligencia artificial en contextos educativos no formales del sur global.

Palabras clave: artesanas, economía social y solidaria, educación popular, formación, generación de capacidades, inteligencia artificial.

Abstract

This article presents the project @Aprende con Ensamble Artesano, an educational platform mediated by artificial intelligence aimed at strengthening the capacities and abilities of artisans in Mexico, grounded in the framework of the social and solidarity economy and popular education. Using action research principles, the article describes the design and implementation of a pilot based on a conversational agent deployed on WhatsApp, powered by a retrieval-augmented generation system built from knowledge systematized by the organization itself. The case study combines system performance indicators with qualitative findings derived from the experiences of the participating artisans. Preliminary results demonstrate the feasibility of bringing educational resources closer to populations historically excluded from AI-based educational innovations through an accessible,

situated, and praxis-oriented approach. The findings also highlight the importance of collaborative processes among artisans, partner organizations, the university, and technological actors in the design of relevant, ethical, and culturally sensitive solutions. The article concludes that this experience opens a promising pathway for the professionalization of the artisanal sector and for advancing discussions on the responsible use of AI in non-formal educational contexts in the Global South.

Keywords: artisans; social and solidarity economy; popular education; training; capacity building; artificial intelligence.

Introducción

La generación de capacidades en individuos y colectivos históricamente excluidos constituye uno de los desafíos centrales para la sostenibilidad y el fortalecimiento de iniciativas productivas que nacen desde la base en América Latina. En contextos atravesados por desigualdades estructurales y crisis recurrentes, la formación se vuelve un proceso estratégico para ampliar la autonomía de las personas, mejorar su participación en mercados y fortalecer su capacidad de acción colectiva. Desde la perspectiva de la economía social y solidaria (ESS), esta formación no puede reducirse a la transmisión de contenidos estandarizados, sino que debe concebirse como un proceso situado, orientado a la praxis y anclado en los saberes comunitarios, capaz de responder a los retos reales de vida de las personas. La diversidad de contextos, ritmos y condiciones del sector artesanal en México representa la oportunidad de impulsar propuestas pedagógicas innovadoras, construidas en conjunto con los propios colectivos, que fortalezcan procesos formativos pertinentes, accesibles y flexibles sin perder el anclaje en los saberes y prácticas que sostienen su identidad productiva y cultural.

El auge en los últimos años de la inteligencia artificial (IA) abre una ventana de oportunidad para responder a este desafío. Lejos de concebir a la IA como un sustituto del vínculo pedagógico o de la organización comunitaria, este artículo aborda la premisa de que la tecnología puede actuar al servicio del diálogo, la resolución de problemas concretos y la ampliación de capacidades reales. Plataformas basadas en agentes conversacionales, integradas en canales accesibles de uso cotidiano como WhatsApp, tienen el potencial de acercar recursos formativos a poblaciones con acceso limitado a infraestructuras educativas formales, reducir barreras de entrada y facilitar aprendizajes prácticos orientados a la acción. Así se inscribe el caso de Ensamble Artesano, una plataforma colaborativa que agrupa a artesanas, artesanos y organizaciones aliadas de distintos territorios de México. A partir de su experiencia

acumulada desde 2020 y como parte de su eje de fortalecimiento para el sector, se desarrolló una nueva estrategia de profesionalización que incluye el piloto @Aprende con Ensamble Artesano, una plataforma educativa mediada por la IA que recupera sus propios conocimientos sistematizados para explorar formas de innovación pedagógica y apropiación crítica de la tecnología, poniendo la inteligencia artificial al servicio del fortalecimiento organizativo y productivo del sector artesanal.

El artículo se organiza en cuatro apartados. En primer lugar, se presenta un marco teórico que articula la ESS, la educación popular y los debates contemporáneos sobre inteligencia artificial en educación, que pone en el centro la formación como proceso de generación de capacidades. Posteriormente, se describe el contexto de Ensamble Artesano y la metodología de investigación-acción que orientó el diseño e implementación del piloto @Aprende con Ensamble Artesano. En tercer lugar, se exponen los resultados preliminares del pilotaje como estudio de caso, que combinan indicadores de desempeño del sistema con hallazgos cualitativos derivados de la experiencia de las y los artesanos participantes y, en especial, la experiencia de Juana López, artesana líder del piloto. Por último, se presentan conclusiones y líneas de trabajo futuro.

En términos de aportes, se pretende demostrar la viabilidad de una plataforma de IA orientada al fortalecimiento de capacidades en contextos de desigualdad estructural, y evidenciar la importancia de la colaboración entre colectivos e individuos productivos de base, organizaciones de la sociedad civil, empresas y la universidad para el diseño de tecnologías educativas pertinentes; así como visibilizar el potencial del sector artesanal como gente que fortalece su participación en la economía y utiliza la innovación pedagógica y la apropiación crítica de la inteligencia artificial como medio para su profesionalización.

Este artículo busca demostrar la factibilidad del codiseño de un agente conversacional basado en la técnica de generación aumentada por recuperación (RAG por sus siglas en inglés) y desplegado mediante WhatsApp como apoyo de procesos de formación no formal en contextos de desigualdad estructural. Los aportes del trabajo se delimitan a tres ámbitos: (a) documentar la factibilidad técnica inicial del sistema; (b) reportar la usabilidad y la aceptación percibida por las personas participantes durante dos rondas de pilotaje, y (c) derivar aprendizajes sobre la pertinencia contextual del diseño, incluida la colaboración entre colectivos productivos de base, organizaciones de la sociedad civil, empresas y universidad. El aprendizaje, el fortalecimiento de capacidades y la profesionalización se plantean como horizonte del proyecto, cuya evaluación empírica corresponderá a fases posteriores.

Marco teórico

La ESS constituye un horizonte ético-político que prioriza a las personas y a sus territorios —y no al capital— en el centro de la economía. Se entiende como una forma alternativa de hacer economía: producir, distribuir, consumir e invertir, que contribuye al desarrollo incluyente y al “buen vivir” de las personas, crea riqueza y empleo formal, distribuye ingreso y riqueza de manera justa, promueve sustentabilidad, equidad de género, cohesión social y generación de conocimiento, genera resiliencia, especialmente ante las crisis, en regiones y poblaciones en condiciones de pobreza y vulnerabilidad (Chaves Ávila y Monzón Campos, 2018; Marañón y López, 2013; Orozco e Irezabal, 2021). Ante el contexto de crisis civilizatoria por el que atraviesa el planeta (Fuentes, 2022), especialmente sentida en los márgenes de la sociedad, esta propuesta emerge como alternativa para superar las condiciones de desigualdad y pobreza en países como México.

La economía social de acento latinoamericano es aquella que posibilita resistir en colectivo (Fernández Dávalos, 2013) y propone una racionalidad sustantiva centrada en el trabajo y la reproducción de la vida, donde la ESS es “proyecto de acción colectiva” para reinstitucionalizar la economía en clave democrática y solidaria (Coraggio, 2011). Tal enfoque desplaza la lógica de la acumulación y posiciona la sostenibilidad socioeconómica y la democracia económica como ejes de otro desarrollo posible. Por otro lado, la ESS emerge como un entramado de organizaciones populares, cooperativas y asociaciones que, al introducir niveles crecientes de solidaridad en empresas, mercados y políticas públicas, mejoran la eficiencia económica y generan beneficios sociales y culturales con énfasis en la economía popular y la asociatividad como palancas de transformación (Razeto, 2010). En dicho contexto, la formación de personas deja de ser un complemento y se vuelve estructural para la viabilidad de las organizaciones de la ESS: es el medio a través del cual se desarrollan capacidades técnicas, organizativas, comerciales y financieras, se tejen redes de cooperación y se actualizan saberes situados que permiten a colectivos posicionarse ante la volatilidad y voracidad del mercado.

La educación popular, con Paulo Freire (2005) como referente, aporta la base teórico-práctica para que esta formación se convierta en práctica de libertad: diálogo horizontal, problematización de la experiencia, concientización y praxis. Freire critica la “educación bancaria” —depositar contenidos en sujetos pasivos— y propone una educación problematizadora que coconstruye saber a partir de la realidad vivida para transformarla. No solo legitima los saberes comunitarios, sino que además configura los modos de relación pedagógica —acompañamiento, tutoría

horizontal, círculos de cultura— y los espacios e itinerarios de formación que hacen significativas y transformadoras las experiencias de aprendizaje.

En clave, la ESS implica partir de saberes locales —oficios, cosmovisión, cultura, ciclos productivos—, construir comunidades de aprendizaje —conocimiento colectivo y producir aprendizaje orientado a la acción—. La apuesta por una formación con base en la ESS y la educación popular requiere de itinerarios educativos situados en la realidad, con un estilo de acompañamiento que más que guiar, posibilita las condiciones y el desarrollo de capacidades para que, en autonomía, las personas y colectivos construyan su “buen vivir” a través del impulso de proyectos económico-productivos de impacto local, regional y nacional. Las capacidades emergen a través de la praxis y en interacción con territorios, organizaciones y mercados.

En resumen, para ser exitosos, estos itinerarios educativos para el desarrollo de capacidades en organizaciones de la ESS deben ser diseñados e implementados según tres factores:

1. **Pertinencia:** currículos, contenidos y mediaciones que parten de necesidades sentidas y de los saberes y la cultura local del trabajo (lenguas, tiempos, técnicas y materiales), de modo que el aprendizaje responda a problemas reales y oportunidades de mejora productiva, comercial y organizativa.
2. **Accesibilidad:** itinerarios flexibles y espacios educativos que reconozcan ritmos y tiempos locales, barreras de accesibilidad como desigualdades tecnológicas o de conectividad, alfabetización digital y condiciones de cuidado.
3. **Sostenibilidad:** claridad para el fortalecimiento de capacidad organizativa que promueva la viabilidad económica y el cuidado socioambiental, evite dependencias y promueva la autogestión y la gobernanza democrática del proceso educativo.

Educación e inteligencia artificial

La integración de la inteligencia artificial en entornos educativos se ha consolidado como uno de los desarrollos más transformadores de la pedagogía contemporánea. A lo largo de la última década, los avances en procesamiento de lenguaje natural, aprendizaje automático y modelos generativos han posibilitado la creación de sistemas de tutoría inteligente, agentes conversacionales y plataformas de aprendizaje adaptativo que están reconfigurando los modos en que el conocimiento se transmite, evalúa y coconstruye (Nguyen et al., 2022). Dichas tecnologías resultan especialmente prometedoras para ampliar el acceso a una educación de calidad en los márgenes de la sociedad.

Un creciente cuerpo de evidencia empírica respalda la eficacia de los chatbots impulsados por IA como herramientas pedagógicas en diversos niveles educativos y disciplinas. Ruan et al. (2019) demostraron que sistemas de aprendizaje adaptativo basados en diálogo, como QuizBot, mejoraron significativamente la retención de conocimiento factual entre los estudiantes mediante microevaluaciones conversacionales. En contextos de educación superior, Dahri et al. (2024) mostraron, a través de un modelo de aceptación tecnológica (TAM) extendido, que herramientas potenciadas por IA como Catgut apoyan eficazmente las estrategias de aprendizaje metacognitivo cuando se integran en actividades curriculares estructuradas.

La adopción de la IA conversacional en educación ha sido examinada desde múltiples marcos teóricos. Polyportis y Pahos (2024) aplicaron la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de Tecnología (UTAUT) para comprender los factores que impulsan la adopción estudiantil de ChatGPT en educación superior, y encontraron que la expectativa de rendimiento y la influencia social constituían los determinantes principales. Kavadella et al. (2023) evaluaron la implementación real de ChatGPT en la educación odontológica de pregrado, y reportaron que, si bien la herramienta mostraba potencial para la instrucción personalizada, su efectividad dependía de un diseño pedagógico cuidadoso y de la mediación docente. Más allá de los entornos educativos convencionales, los agentes conversacionales impulsados por la IA han demostrado valor en contextos de formación profesional y vocacional. Por ejemplo, Chandar et al. (2017) documentaron cómo los sistemas conversacionales podían asistir a nuevos empleados durante procesos de inducción, sugiriendo aplicaciones más amplias para el desarrollo de profesionistas en contextos educativos no formales.

El potencial de la IA para democratizar la educación en comunidades desatendidas representa tanto una promesa como un desafío. Han y Lee (2021) examinaron los chatbots de preguntas frecuentes como herramientas para el aprendizaje inclusivo en cursos masivos abiertos en línea (MOOCs), en donde encontraron que las interfaces conversacionales reducían las barreras para aprendices con menor alfabetización digital. Kumar et al. (2023) investigaron cómo los modelos de lenguaje de gran escala (LLMs) podían guiar a los estudiantes en entornos de aprendizaje con soporte, y señalaron que las interacciones andamiadas producían mejores resultados de aprendizaje que el acceso irrestricto a herramientas de IA generativa. Estos hallazgos subrayan la importancia de marcos de diseño intencionales que contemplen las necesidades específicas, las competencias digitales y los contextos culturales de las poblaciones de aprendices objetivo.

En tal contexto, el desarrollo de herramientas educativas impulsadas por la IA para comunidades marginalizadas requiere un enfoque particularmente reflexivo.

Neumann et al. (2025) presentaron un chatbot impulsado por LLM para educación superior que incorporaba generación aumentada por recuperación (RAG) para proporcionar respuestas precisas y específicas del dominio a consultas estudiantiles en cursos de bases de datos y sistemas de información.

Convergencias conceptuales

Trasladar los principios y valores de la ESS y la educación popular a programas y plataformas formativas mediadas por la IA exige situar la tecnología al servicio de la solución de necesidades sentidas como proceso que favorece la autonomía en las personas. Estas plataformas deben asegurar tanto el cuidado en la gobernanza de datos como la accesibilidad de los recursos para su uso apropiado, más allá del mero consumo de contenidos para un aprendizaje teórico, sino con una clara finalidad práctica que sostiene un proyecto de largo alcance. Siguiendo esa línea, el uso de las nuevas estrategias pedagógicas transformadoras y plataformas educativas basadas en IA en contextos de alta desigualdad y vulnerabilidad, tendrán que fortalecer la autonomía de las personas, así como su capacidad de acción colectiva para permitir el acceso a nuevas alternativas económicas.

Contexto y justificación

El origen de Ensamble Artesano

Ensamble Artesano es una plataforma colaborativa conformada por artesanas, artesanos, organizaciones aliadas y empresas, dedicada a mejorar los ingresos del sector artesanal en México, así como el acceso a mercados que paguen un precio justo. Esto se hace principalmente a través de la inversión en profesionalización y soluciones comerciales innovadoras. La plataforma ha permitido que 403 grupos artesanales de 23 estados de la República Mexicana, acompañados por 80 organizaciones aliadas diferentes, 60 diseñadores, además de 20 aliados estratégicos y donantes comprometidos con la transformación social en México hayan activado su economía con 54 millones de pesos.

En 2020, la Fundación Haciendas del Mundo Maya A.C. (FHMM) creó Ensamble Artesano. La Fundación trabaja desde hace 23 años con una red de grupos artesanales en la península de Yucatán, y surgió como respuesta a la pandemia, al intervenir en la cadena de valor del sector artesanal. Dicha cadena se basa en una estructura que genera una distribución desigual de ingresos en sus distintos eslabones, siendo las y los artesanos los agentes fundamentales, sin embargo, comúnmente limitados solo al eslabón de producción. La pandemia acentuó esa condición, y provocó que

los ingresos de artesanas y artesanos disminuyeran o incluso desaparecieran, lo que puso en riesgo la continuidad de las familias en la actividad artesanal.

Ante ese escenario, Ensamble Artesano se formuló como un programa de tres ejes: activación económica, comercialización y fortalecimiento. En primer lugar, las artesanas y los artesanos produjeron, cada grupo conforme a sus históricos de venta, una colección inédita de piezas codiseñadas con Design Week México, lo que les permitió recibir el pago inmediato por sus piezas y cubrir así tres meses de ingreso equivalentes al monto fijado como línea de pobreza rural establecida entonces por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2024); asimismo se cuidó que alrededor del 70 % del pago se dirigiera a mano de obra, y máximo el 30 % a la materia prima —eje de activación económica—. En segundo lugar, esa producción se ha puesto a la venta a lo largo de seis años a través de canales de venta físicos y digitales, distribuidos gratuitamente por Estafeta, lo que logró la venta del 84 % del inventario —segundo eje de comercialización—. Y, por último, en tercer lugar, el monto obtenido por la venta se ha destinado a financiar acciones que fortalezcan al sector artesanal participante —tercer eje de fortalecimiento—.

Una vez concluido el periodo de emergencia marcado por la pandemia, y después de haber generado una comunidad con identidad en el gremio que era vigente, en colectivo, desde Ensamble Artesano se transitó a actualizar su visión a cinco años, renovar sus órganos de gobernanza y definir algunos retos para los siguientes años:

- En primer lugar, encontrar los medios para ampliar significativamente el liderazgo activo de las y los artesanos no sólo en su actividad comercial, sino en la visibilidad como líderes, tomadores de decisiones y administradores de proyectos de su gremio; siempre contando con las organizaciones aliadas en un rol de asesoría, de ser necesario.
- El segundo reto implica profundizar la colaboración entre miembros aliados para construir estrategias compartidas de innovación y acceso a nuevos mercados, con una identidad colectiva que distinga a la comunidad Ensamble Artesano como tal, sostenida por su nueva gobernanza.
- El tercero es diseñar mecanismos de profesionalización verdaderamente disruptivos, pertinentes y cada vez más accesibles para la diversidad de artesanos, sus muy diversos contextos, localización geográfica y sus proyectos, con el reconocimiento explícito de las brechas de edad, conectividad y acceso en el amplio universo de quienes forman o podrían formar parte de la comunidad.

Juana López Díaz, artesana y vicepresidenta del consejo, explicó de manera muy concreta lo que representa una plataforma como Ensamble Artesano para una artesana:

Ser parte de Ensamble Artesano me ha permitido conectar con una red de artesanas y artesanos que comparten saberes, experiencias y retos similares. También me ha abierto espacios para representar el trabajo artesanal en otros contextos. He tenido la oportunidad de viajar a Brasil para compartir y representar a colegas artesanos, participar en la semana la de moda, dar pláticas y conversar con públicos distintos, incluso en tiendas en Polanco, Ciudad de México. Para mí, Ensamble Artesano es una plataforma que nos permite visibilizar el valor del trabajo artesanal y abrir nuevas oportunidades para nuestras comunidades. Pensando en mis colegas artesanos, creo que lo más valioso para ellos es la comunidad. Ensamble Artesano nos permite compartir conocimientos, experiencias y herramientas que muchas veces no están al alcance de los artesanos de manera individual. También abre espacios para reflexionar sobre nuestro trabajo, fortalecer nuestras prácticas y pensar cómo posicionar mejor lo que hacemos en distintos contextos.

El eje de fortalecimiento y profesionalización en Ensamble Artesano

El eje de fortalecimiento de Ensamble Artesano está presente desde que inició el proyecto, y se acordó que todo recurso neto generado por la comercialización de las piezas artesanales se invirtiera en estrategias de más largo plazo para la profesionalización de las y los artesanos participantes. Se construyó a través de la escucha activa entre los miembros a lo largo de los primeros tres años del proyecto, complementado por la constante búsqueda de la FHMM, para volver con propuestas innovadoras. Desde el inicio se definió el propósito común: poner al servicio del sector artesanal el conocimiento generado con el proyecto, traducido en herramientas, buenas prácticas documentadas, colaboraciones útiles en adelante y siempre en comunidad. Lo anterior comprendido en un sistema de aprendizaje holístico a libre demanda, no lineal, ni convencional; a través de comunidades de práctica sincrónicas o asincrónicas; con uso de diversas plataformas digitales o análogas, que les permitiera a las y los artesanos de manera muy práctica, ágil y autodidacta, desde una premisa de “aprender haciendo” reforzar las temáticas que en la gestión cotidiana de su negocio manifestaron que les hacía falta profesionalizar, conocer, y acceder para tomar mejores decisiones.

Se trabajó desde el inicio en sistematizar lo experimentado y en generar un banco temático de recursos didácticos, herramientas, manuales, que en su momento se pudiera devolver a la comunidad de Ensamble Artesano a través de un sistema orgánico y vehículos con las características descritas anteriormente. Esto implicó un ejercicio exhaustivo de análisis de mercado de plataformas digitales educativas y

de redes comerciales que pudieran representar un sostén del sistema de fortalecimiento. Se consideraron límites y potencialidades en distintos aspectos desde enfoque, diseños instruccionales, costos a mediano plazo, métricas de evaluación, requisito de homogeneización de contenidos, formatos y la dinámica requerida por la comunidad artesanal, lo que llevó a establecer una alianza con la Universidad Iberoamericana (Ibero), con quien se había trabajado en diversos proyectos a lo largo de la historia de Fundación Haciendas del Mundo Maya.

La Ibero y su despliegue de IA para la formación profesional

La Ibero, como institución jesuita comprometida con la justicia social y la formación humana integral, ha emprendido un despliegue estratégico institucional de inteligencia artificial que alinea la innovación tecnológica con su misión educativa. Desde 2024, la institución ha desarrollado e implementado un ecosistema de IA basado en modelos de lenguaje de gran escala, diseñado para atender a estudiantes, docentes y personal administrativo a lo largo de sus programas académicos.

El marco de despliegue de la IA de la Ibero se fundamenta en un modelo de gobernanza ética que aborda los desafíos específicos de implementar tecnologías de IA en entornos educativos. La institución estableció un Comité de IA compuesto por docentes, administradores y asesores externos con la tarea de desarrollar lineamientos para el uso responsable de IA, evaluar riesgos y asegurar la alineación con la tradición pedagógica ignaciana de la universidad. Tal estructura de gobernanza resuena con el discurso académico más amplio sobre la ética de la IA en educación. Nguyen et al. (2022) identificaron la transparencia, la rendición de cuentas y la inclusividad como principios éticos fundacionales para la IA en educación, mientras que Slimi y Villarejo Carballar (2023) enfatizaron la necesidad de que las instituciones de educación superior desarrollen marcos éticos proactivos en lugar de medidas de cumplimiento reactivas.

El despliegue institucional abarca seis casos de uso principales: apoyo académico mediante asistentes conversacionales de IA, automatización de procesos administrativos, herramientas de aceleración de la investigación, recomendaciones personalizadas de trayectorias de aprendizaje, mejora de la accesibilidad para estudiantes con discapacidad y desarrollo profesional docente en alfabetización en IA. Cada caso de uso fue desarrollado mediante un proceso de diseño participativo que involucró a actores clave, en el que se reflejaron las recomendaciones de Adams et al. (2023), quienes argumentaron que los principios éticos de la IA en educación deben ser coconstruidos en vez de impuestos de arriba hacia abajo.

El enfoque de la Ibero hacia la gobernanza de la IA es particularmente notable por su atención a la equidad y la inclusión. Viberg et al. (2024) identificaron la necesidad de herramientas educativas impulsadas por la IA que promuevan la equidad en vez de reproducir desigualdades existentes, una preocupación relevante en el contexto mexicano donde las brechas socioeconómicas y digitales configuran significativamente el acceso educativo. El marco de la universidad aborda de manera explícita tales preocupaciones al establecer procedimientos de auditoría de sesgos, soporte multilingüe y estándares de accesibilidad para todas las herramientas de la IA desplegadas en el campus.

El panorama regulatorio de la IA en educación presenta tanto oportunidades como desafíos para los adoptantes institucionales. García-López y Trujillo (2025) realizaron una revisión sistemática de los desafíos éticos y regulatorios asociados con la IA generativa en educación, y encontraron que la mayoría de los marcos regulatorios permanecen fragmentados y que las instituciones frecuentemente deben desarrollar sus propios estándares de gobernanza ante la ausencia de directrices nacionales o internacionales comprehensivas. El Consenso de Beijing sobre Inteligencia Artificial y Educación (Krotz y Schelhowe, 2020) proporcionó un marco internacional temprano que enfatizaba que la IA debe desplegarse en educación con atención a la equidad, la calidad y la agencia humana, principios que la Ibero ha incorporado en su estrategia de despliegue.

La intersección entre la ética de la IA y la vulnerabilidad social demanda una atención particular en el contexto educativo latinoamericano. McDonald y Pan (2020) introdujeron el concepto de IA interseccional y argumentaron que los sistemas de IA deben evaluarse no solo respecto a dimensiones individuales de sesgo, sino respecto a los efectos compuestos de factores de marginalización intersectantes como la raza, el género, el nivel socioeconómico y la ubicación geográfica. Tales perspectivas informan el enfoque de la Ibero para extender sus capacidades de IA más allá del campus hacia proyectos orientados a la comunidad, incluyendo la iniciativa Ensamble Artesano que constituye el estudio de caso presentado en este artículo.

La sinergia entre Ensamble Artesano y la Ibero

En las distintas escalas que abarcó este proyecto, se hizo tangible la importancia de la colaboración y el valor que esta genera para enfrentar los retos actuales de la comunidad Ensamble Artesano. Así como las y los artesanos reconocen en Ensamble Artesano una plataforma que ha favorecido su desarrollo personal y económico, al permitirles aprender de otros artesanos, colaborar con diseñadores, acceder a nuevos mercados y formar parte de una red ampliada de intercambio y aprendizaje,

de manera similar, la propia FHMM ha buscado tejer alianzas con otros actores para fortalecer el impacto de su misión. En este caso, FHMM se acercó a la Ibero, institución con la cual ha mantenido vínculos de colaboración, desde hace al menos dos décadas, para atender una necesidad que surgía de las propias y los propios artesanos. A la vez, la Universidad articuló la participación de distintas áreas y capacidades institucionales, el Centro Internacional de Investigación de la Economía Social y Solidaria (CIIESS), la Dirección de Innovación Educativa (DIE) y la Dirección de Gestión de la Innovación (DGI), con el fin de diseñar, en conjunto, una respuesta pertinente.

Como parte de esta red de colaboración, la Ibero convocó también a Criterial, empresa especializada en el desarrollo de soluciones de inteligencia artificial, para contribuir al diseño de una tecnología apropiada a las características y necesidades del proyecto. Dicha colaboración, sostenida por la escucha, el diálogo y la conversación entre los distintos niveles y actores involucrados, fue lo que hizo posible el resultado alcanzado. Más aún, permitió avanzar en objetivos de fondo que atraviesan la visión del proyecto: potenciar el liderazgo de las y los artesanos, profundizar la colaboración entre comunidades y organizaciones, y abrir caminos hacia una profesionalización innovadora y disruptiva.

En ese proceso, la colaboración no solo permitió alcanzar los resultados que se comparten más adelante, sino que también fue un proceso a través del cual se enriquecieron todas las partes. Las y los artesanos contarán con una nueva herramienta de IA para fortalecer su oficio; tanto los desarrolladores de la tecnología como los académicos de la Ibero tuvieron la oportunidad de desarrollar dicha herramienta para servir a un público que generalmente no es atendido, realizar investigación al respecto y aprender de ello y, por último, la organización habilitante pudo participar en el desarrollo de soluciones innovadoras para sus principales clientes.

Desde el paradigma de fortalecimiento de Ensamble Artesano, contar con una curaduría de alianzas que aportan la experiencia y visión en acompañamiento a sistemas de ESS del CIIESS, más la propuesta innovadora de un chatbot, impulsada por la DIE y Criterial, fueron en conjunto un acierto para la activación de una nueva etapa con enfoque en el sistema de profesionalización de las y los artesanos, liderado junto con ellos. Otro factor transversal en tal colaboración fue el componente de desarrollo humano centrado en la persona. La Ibero y la FHMM cuentan con ese ADN, y comparten valores fundamentales con Ensamble Artesano, por lo que los dominios requeridos para la propuesta de soluciones como la que se buscaba han estado presentes en todo momento.

En el proceso de reflexión colectiva para la comprensión, el aterrizaje de rutas y la prueba piloto, fue fundamental la escucha constante de todas las partes. También fue crucial la apuesta por involucrar a los y las colegas artesanas desde los primeros

pasos del proceso, en reuniones en la que se reconocieron retos y fronteras, y activaron negociaciones para un proyecto que parte de un paradigma no convencional: la construcción de soluciones a partir de la horizontalidad de las comunidades de aprendizaje, que es una práctica fundamental desde la visión de Ensamble Artesano. De hecho, el piloto fue administrado por una de las artesanas consejeras de Ensamble Artesano quien manifiesta que “la colaboración con la Ibero aportó una mirada académica y tecnológica al proyecto. Desde la universidad se sumaron conocimientos en investigación, desarrollo tecnológico y acompañamiento metodológico para pensar cómo traducir las necesidades reales de los artesanos en una herramienta digital útil y accesible”.

Metodología

La investigación-acción

La investigación-acción surgió en la década de 1940 como un enfoque que articula de manera inseparable la generación de conocimiento, la reflexión crítica y la transformación de la realidad. Más que entender la investigación como un proceso externo de observación, la metodología propone que el conocimiento se construye desde la experiencia misma, en diálogo constante con la práctica. Su punto de partida es que la acción, cuando se acompaña de reflexión crítica, permite comprender mejor la realidad, los sistemas y el contexto, permitiendo identificar áreas de oportunidad y orientar procesos de cambio más pertinentes y sostenibles. Desde tal perspectiva, conocer y actuar no son momentos separados, sino dimensiones mutuamente interdependientes. Como señalan Danny Burns et al. (2012), el conocimiento informa nuestras acciones, y esas acciones, al desplegarse en contextos reales, generan nuevo conocimiento que puede retroalimentar decisiones posteriores. Se trata, por tanto, de un proceso cíclico, dinámico y adaptativo al servicio de propósitos concretos. Esta cualidad hace de la investigación-acción una metodología particularmente valiosa en entornos complejos, donde las soluciones no pueden diseñarse de manera abstracta o lineal, sino que requieren escucha, experimentación, revisión y ajuste continuo.

A lo largo del tiempo, ese enfoque se ha aplicado en muy diversos contextos: organizacionales, educativos, comunitarios y sociales. Ha cobrado especial relevancia en procesos de desarrollo, intervenciones en comunidades marginadas y en iniciativas de colaboración entre actores diversos, como universidades, organizaciones de la sociedad civil, gobiernos y sectores productivos. Su potencial radica en que no solo busca comprender una problemática, sino intervenir en ella de forma participativa al involucrar a quienes forman parte del sistema. Por ello, en el marco del proyecto

@Aprende con Ensamble Artesano, se propone esa metodología como guía para el diseño de soluciones pertinentes, contextualizadas y con potencial transformador. A través de pilotos implementados en la práctica, las propuestas pueden ser probadas, observadas y ajustadas de manera ágil, para fortalecer así su relevancia, efectividad e impacto. En los siguientes apartados se revisa el proceso basado en los principios de la investigación-acción (diagnóstico, planeación, diseño, acción, observación y reflexión), no como un ciclo lineal, sino siempre con el ritmo de todos los actores involucrados en el proceso: artesanas y artesanos, organizaciones sociales y universidad.

Conceptualización y diseño del sistema

El diseño del chatbot para Ensamble Artesano partió de una premisa fundamental: antes de construir cualquier interfaz tecnológica, era necesario comprender, organizar y estructurar pedagógicamente el acervo de conocimientos, el banco de contenidos recabado por Ensamble Artesano que incluía recursos didácticos, herramientas y manuales, que las comunidades artesanales requieren para fortalecer sus emprendimientos dentro de la ESS. A diferencia de aproximaciones que privilegian la herramienta conversacional como eje del proyecto, en Ensamble Artesano la contribución central reside en la construcción de un sistema de generación aumentada por recuperación (RAG), capaz de enlazar documentos heterogéneos y proporcionarles una estructura pedagógica coherente que responda a las necesidades formativas reales de artesanas y artesanos de México.

El acervo pedagógico: banco de herramientas en cinco ejes

El punto de partida del proyecto fue la construcción de un banco de herramientas formativas organizado en cinco ejes temáticos derivados de los trayectos identificados por Ensamble Artesano como los más necesarios a partir de la escucha a las y los artesanos desde el inicio del proyecto:

- a) Administración, que abarca contenidos sobre gestión financiera básica, planeación de costos y organización cooperativa.
- b) Comercio, centrado en estrategias de comercialización, acceso a mercados y negociación con intermediarios.
- c) Diseño, que incluye principios de innovación en producto, respetando la tradición artesanal.
- d) Producción, enfocado en técnicas, procesos y control de calidad.
- e) Herramientas digitales, orientado a fortalecer competencias tecnológicas básicas para la participación en mercados digitales.

La elaboración del nuevo banco de herramientas constituyó una de las fases más intensivas del proyecto. Cada documento, video, imagen y recurso web identificado como relevante para los cinco ejes fue sometido a un análisis semántico detallado mediante el cual se extrajeron múltiples dimensiones de clasificación: eje temático, segmentación poblacional (artesanas y artesanos, emprendedores, cooperativas), pilares formativos, nivel de complejidad, audiencia objetivo, conceptos clave, resultados de aprendizaje esperados, prerrequisitos, aplicaciones prácticas, preguntas frecuentes potenciales de los artesanos y un resumen del valor práctico de cada recurso. Tal proceso de estructuración semántica, que demandó aproximadamente un mes de trabajo especializado, fue la base sobre la cual se diseñó posteriormente el sistema de recuperación de información.

La decisión de invertir este esfuerzo en la curación y estructuración del acervo antes de cualquier desarrollo tecnológico refleja un principio reconocido en la literatura sobre sistemas RAG: la calidad de las respuestas generadas depende directamente de la calidad y organización de la base de conocimiento subyacente. Levonian et al. (2023) identificaron que en aplicaciones educativas existen compromisos críticos entre la precisión de la recuperación y la claridad pedagógica, un hallazgo que reforzó la necesidad de que cada recurso del acervo contara con metadatos pedagógicos ricos que facilitaran no solo la recuperación semántica, sino también la contextualización formativa de las respuestas.

Principios de diseño del sistema RAG

A partir del acervo estructurado, el marco conceptual del sistema RAG se nutrió de tres cuerpos de conocimiento convergentes:

- a) La literatura sobre sistemas RAG para aplicaciones de dominio específico, particularmente los trabajos que enfatizan la importancia de la curación de la base de conocimiento sobre la sofisticación del modelo generativo.
- b) La investigación sobre plataformas de mensajería móvil como canales de entrega educativa para poblaciones adultas.
- c) Los principios de diseño culturalmente responsivo para comunidades marginalizadas.

Wan et al. (2025) demostraron que las arquitecturas RAG híbridas que combinan métodos de recuperación dispersa y densa producen un rendimiento superior en tareas de respuesta a preguntas centradas en dominios específicos, lo cual validó la estrategia de Ensamble Artesano de construir un espacio de recuperación

unificado que integrara recursos multimodales bajo una taxonomía pedagógica compartida. La elección de WhatsApp como interfaz de entrega fue informada por Aker et al. (2012), quienes proporcionaron evidencia fundacional de que los teléfonos móviles podían mejorar los resultados de aprendizaje en entornos de bajos ingresos, y por Maphosa et al. (2020), quienes evaluaron WhatsApp específicamente como herramienta educativa con altos niveles de aceptación en contextos en desarrollo.

Arquitectura del sistema

La arquitectura del chatbot para Ensamble Artesano fue diseñada para servir al acervo pedagógico, no al revés. El sistema comprende:

- a) Un sistema de gestión de contenidos (cms) Strapi 5 que modela cada recurso educativo según los cinco ejes temáticos, sus segmentaciones poblacionales y sus metadatos pedagógicos.
- b) Un pipeline de procesamiento multimodal que extrae, estructura y vectoriza el contenido de cada recurso.
- c) Una base de datos PostgreSQL con extensión pgvector que almacena las representaciones vectoriales de 1536 dimensiones junto con los metadatos semánticos de cada fragmento.
- d) Un agente conversacional orquestado por LangGraph y potenciado por GPT-4o que recupera y enlaza los recursos del acervo para generar respuestas pedagógicamente coherentes.
- e) La integración con la API de WhatsApp Business de Kapso para la entrega y recepción de mensajes.

Un aspecto arquitectónico central es que cada recurso del acervo, al ser procesado, genera metadatos estructurados validados por esquemas Zod que incluyen título, descripción, resumen ejecutivo, idioma, nivel de complejidad, audiencia objetivo, hasta diez conceptos clave, resultados de aprendizaje, prerrequisitos, aplicaciones prácticas, dos preguntas potenciales que un artesano podría formular y un resumen del valor práctico. Esta capa de metadatos pedagógicos enriquece la recuperación semántica más allá de la simple similitud textual: el sistema puede identificar no solo fragmentos léxicamente cercanos a la consulta del usuario, sino recursos cuyo valor formativo se alinea con las necesidades pedagógicas implícitas en la pregunta del artesano.

Este enfoque se alinea con Pu et al. (2024), quienes demostraron que la evaluación comparativa de RAG personalizada para herramientas de dominio específico requiere atención cuidadosa al tamaño de los fragmentos, la selección del modelo de *embeddings* y la calibración del umbral de recuperación. Jiang et al. (2024) propusieron arquitecturas RAG que incorporan ciclos de razonamiento iterativo para la resolución de consultas complejas, un principio reflejado en la orquestación basada en LangGraph de Ensamble Artesano que permite cadenas de razonamiento multipaso cuando la recuperación simple resulta insuficiente para atender la complejidad de las consultas artesanales.

Perfil de usuario y consideraciones culturales

Una proporción significativa de los usuarios objetivo de Ensamble Artesano pertenece a pueblos originarios; se registra la participación de personas provenientes de 13 de los 69 pueblos originarios del país, distribuidos en 23 estados de la República Mexicana, predominantemente mujeres de entre 40 y 60 años, con educación formal básica, nivel primaria o secundaria, y alfabetización digital limitada. Estos usuarios típicamente acceden a internet exclusivamente a través de dispositivos móviles, y se comunican principalmente mediante mensajes de voz y texto breve vía WhatsApp. El sistema fue, por tanto, diseñado para aceptar entrada de voz, mediante reconocimiento automático del habla, generar respuestas textuales claras y concisas apropiadas para audiencias con bajos niveles de alfabetización, y proporcionar materiales visuales cuando resulte pedagógicamente pertinente.

La persona del agente conversacional fue calibrada para adoptar un estilo de comunicación cálido, respetuoso y accesible, y evitar la jerga técnica y el registro académico. El *prompt* del sistema instruye al modelo a dirigirse a los usuarios como participantes valiosos de una comunidad de aprendizaje colaborativo, lo que refleja los principios solidarios del marco de ESS dentro del cual opera el proyecto. Tal decisión de diseño es consistente con Prinsloo et al. (2024), quienes argumentaron que los sistemas de decisión educativa impulsados por IA deben considerar el bienestar digital y la vulnerabilidad de las poblaciones estudiantiles marginalizadas.

Estudio de caso

Desarrollo e implementación

El desarrollo e implementación del chatbot, tentativamente denominado en el piloto @Aprende con Ensamble Artesano, siguió una metodología iterativa y ágil

que abarcó cuatro fases principales: construcción del acervo pedagógico y su estructura semántica, desarrollo de la infraestructura tecnológica, implementación del *pipeline* de procesamiento e ingestión multimodal y despliegue piloto. El desarrollo fue realizado por Criterial en colaboración con el equipo de investigación de la Ibero, el equipo de Ensamble Artesano y las y los artesanos, con el inicio del proyecto en el segundo semestre de 2025. Dicha estrategia se apega a los principios de la investigación-acción, e incorpora a todos los actores en el proceso cíclico que posibilita lanzar el producto.

Construcción del acervo y estructura semántica

La primera y más prolongada fase del desarrollo consistió en la identificación, recopilación y estructuración pedagógica del acervo de recursos formativos. El equipo de Criterial realizó un proceso exhaustivo de curación que involucró la búsqueda, selección y análisis de documentos, guías, videos tutoriales, infografías y recursos web que abordaran las necesidades formativas de artesanas y artesanos emprendedores en cada uno de los cinco ejes temáticos. Para cada recurso identificado se diseñó una matriz de análisis semántico que permitió extraer múltiples columnas de clasificación por documento, que incluía: eje temático principal y secundario, segmentación de audiencia (artesanas/os individuales, emprendedores, cooperativas), pilares formativos, nivel de complejidad, conceptos clave, resultados de aprendizaje esperados, prerrequisitos de conocimiento, aplicaciones prácticas concretas para el contexto artesanal y preguntas que un artesano podría formular sobre ese contenido.

El trabajo de estructuración semántica, que demandó aproximadamente un mes de dedicación intensiva, resultó ser el componente más crítico de todo el proyecto. La riqueza y coherencia del acervo determina directamente la calidad de las respuestas que el sistema RAG puede ofrecer: un chatbot conversacional sin un acervo bien estructurado simplemente reproduce las tendencias genéricas del modelo de lenguaje, mientras que un acervo pedagógicamente organizado y semánticamente etiquetado permite que el sistema enlace documentos de manera significativa y proporcione respuestas contextualizadas al universo formativo específico de los artesanos. Como señalaron Xiong et al. (2024), la precisión de un sistema RAG es función directa de la calidad de su base de conocimiento; en el caso de Ensamble Artesano, la base de conocimiento fue desarrollada antes de escribir una sola línea de código.

El resultado de esa fase fue el Banco de Herramientas, un repositorio estructurado que organiza recursos multimodales (documentos PDF, archivos DOCX, videos, imágenes y páginas web) bajo una taxonomía pedagógica compartida. Cada recurso

cuenta con metadatos ricos que no solo lo clasifican temáticamente, sino que explicitan su función formativa dentro de una trayectoria de aprendizaje para las y los artesanos. Tal estructura permite que el sistema no se limite a encontrar el fragmento textualmente más similar a una consulta, sino que identifique el recurso cuyo valor pedagógico mejor responde a la necesidad formativa implícita en la pregunta del usuario.

Infraestructura tecnológica

La infraestructura técnica fue implementada para servir al acervo pedagógico previamente construido. El sistema de gestión de conocimiento fue desarrollado sobre Strapi 5, un CMS *headless* de código abierto cuyo modelo de datos fue configurado para reflejar fielmente la estructura del Banco de Herramientas: cada artículo del CMS vincula recursos a sus ejes temáticos, segmentaciones, pilares y taxonomías educativas. La interfaz administrativa, desarrollada en Next.js, permite a los editores gestionar categorías, ejes temáticos, segmentaciones y otras taxonomías educativas sin conocimientos técnicos especializados.

El motor de IA conversacional fue implementado con LangGraph, un *framework* para flujos de trabajo de agentes con estado y multipaso. La arquitectura del agente incorporó:

- a) Un módulo de recuperación semántica que consulta la base de datos pgvector utilizando similitud de coseno para identificar fragmentos de conocimiento relevantes del acervo.
- b) Un módulo de ensamblaje de contexto que construye prompts y combina el contenido recuperado, sus metadatos pedagógicos y el historial conversacional del usuario.
- c) Un módulo de generación de respuestas potenciado por GPT-4o que produce respuestas contextualmente apropiadas y ancladas en los recursos del acervo.
- d) Un módulo de validación que aplica esquemas Zod para asegurar la integridad estructural de los metadatos generados. El agente procesa los mensajes entrantes de WhatsApp a través de la API de Kapsó, mantiene el estado de conversación por usuario en PostgreSQL y retorna respuestas optimizadas para lectura en dispositivos móviles.

Pipeline de procesamiento e ingestión multimodal

El *pipeline* de ingestión fue diseñado para transformar los recursos del Banco de Herramientas en representaciones vectoriales recuperables semánticamente, preservando la riqueza de los metadatos pedagógicos asignados durante la fase de curación. El sistema soporta cuatro tipos de contenido con vías de procesamiento especializadas: los documentos de texto (PDF y DOCX,) se procesan a través de la API de Archivos de Mistral AI para extracción estructurada; las imágenes se analizan mediante OpenAI Vision para generar descripciones textuales del contenido visual (técnicas artesanales, fotografías de productos, diagramas instruccionales); los videos se procesan mediante un sistema de doble vía con transcripción de audio (OpenAI Whisper) y análisis de fotogramas visuales (Pixtral), y los recursos web se procesan a través de Mistral OCR o Firecrawl.

Para cada recurso procesado, el sistema extrae automáticamente un conjunto de metadatos estructurados validados por esquemas Zod, que incluyen título, descripción, resumen ejecutivo, idioma, nivel de complejidad, audiencia objetivo, hasta diez conceptos clave, resultados de aprendizaje, prerequisites, aplicaciones prácticas, dos preguntas artesanales potenciales y un resumen del valor práctico. Todo el contenido se segmenta en fragmentos de 1 000 caracteres con 200 caracteres de superposición y se incrusta mediante OpenAI text-embedding-3-small en vectores de 1 536 dimensiones, almacenados en PostgreSQL con pgvector. Tal enfoque se alinea con el marco RAG híbrido de Wan et al. (2025), que demostró que la integración de fuentes heterogéneas en un espacio de recuperación unificado mejora la calidad de las respuestas en aplicaciones de dominio específico.

Despliegue piloto

La fase de despliegue piloto se centró en establecer el canal de comunicación por WhatsApp a través de la API de Kapso Business y en validar que el sistema efectivamente enlazara los recursos del acervo de manera pedagógicamente coherente en respuesta a consultas reales. El despliegue siguió un enfoque escalonado: primero se validó el *pipeline* técnico con consultas sintéticas diseñadas para cubrir los cinco ejes temáticos; luego se condujeron sesiones de prueba estructuradas con miembros del equipo que asumieron personas de usuarios artesanos, y finalmente se introdujo a usuarios reales mediante sesiones de incorporación guiadas por enlaces comunitarios familiares para la población artesana.

La estrategia de implementación se nutrió de las lecciones de intervenciones educativas basadas en dispositivos móviles en contextos similares. Aker et al.

(2012) demostraron que los programas exitosos de aprendizaje móvil en entornos de bajos ingresos requerían no solo tecnología funcional sino también redes de apoyo estructuradas que mediaran entre la tecnología y sus usuarios. Dol et al. (2019) encontraron de manera similar que las intervenciones de salud móvil lograban mejores resultados cuando estaban integradas dentro de las estructuras existentes de apoyo comunitario.

Cabe reconocer que un agente conversacional que entrega respuestas a partir de una base de conocimiento no constituye por sí mismo una pedagogía dialógica o problematizadora; su alineación con la educación popular depende de que artesanas y artesanos participen en la definición de objetivos, la selección de contenidos y las decisiones de diseño, como coproductores del conocimiento y no únicamente como usuarios de prueba. Esos hallazgos informaron la decisión de integrar Ensamble Artesano dentro de las redes cooperativas de ESS existentes que ya conectan a las comunidades artesanales objetivo.

Resultados preliminares del pilotaje

El pilotaje de @Aprende con Ensamble Artesano se llevó a cabo en dos rondas sucesivas, cada una con ajustes derivados de la retroalimentación obtenida. Ambas rondas involucraron a artesanas y artesanos vinculados a organizaciones aliadas de la red de ESS en los estados de Oaxaca, Chiapas y Yucatán. Los resultados que se presentan a continuación integran indicadores cuantitativos de rendimiento del sistema, datos de una encuesta de satisfacción aplicada a los usuarios participantes y hallazgos cualitativos provenientes de la retroalimentación abierta de artesanos y del equipo de gestión del pilotaje.

Alcance del pilotaje

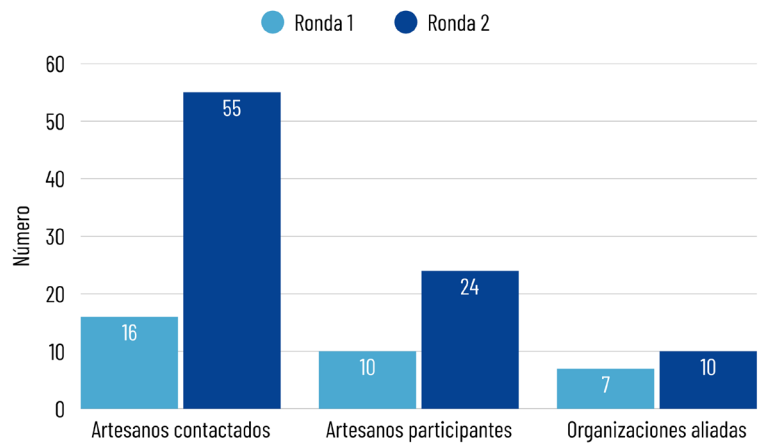
La primera ronda de pilotaje contactó a 16 artesanos, de los cuales 10 participaron activamente, junto con siete organizaciones aliadas (entre ellas Alicia D'Core, Candor, Lax'ha, Manos que Narran, NGO Impacto, Taller Saint Phalle, La Rebocería y Tekiti). Además, participaron siete integrantes del equipo de Ensamble Artesano y FHMM como evaluadores internos. La segunda ronda amplió significativamente el alcance: se contactaron 55 artesanos, de los cuales 24 participaron, que alcanzaron 10 organizaciones aliadas más incluidas Chamula Hecho a Mano, Petate, Fundación Javier Marín, Fundación Legorreta Hernández y Casa Cruz. Cabe señalar que, si bien el número absoluto de participantes se incrementó de 10 a 24, la tasa de participación descendió de 62.5 % a 43.6 %. Ese descenso es esperable al ampliar la

convocatoria más allá del círculo inicial de personas cercanas al proyecto; no obstante indica que la apropiación de la herramienta es aún exploratoria y que se requieren estrategias de difusión y acompañamiento más robustas, como se discute en las conclusiones. La Tabla 1, que incluye una figura comparativa, sintetiza la evolución del alcance entre ambas rondas.

Tabla 1. Alcance comparativo de las dos rondas de pilotaje.

Indicador	Ronda 1	Ronda 2	Crecimiento %
Artesanos contactados	16	55	244
Artesanos participantes	10	24	140
Organizaciones aliadas	7	10	43
Tasa de participación	62.5 %	43.6 %	—

Figura 1. Comparación del alcance entre las dos rondas de pilotaje.



Fuente: Elaboración propia.

Indicadores cuantitativos de rendimiento del sistema

A partir de la segunda ronda de pilotaje se implementó un módulo de medición de indicadores clave de rendimiento (KPIs) en el panel de administración del sistema. Es importante señalar que no se cuenta con registro histórico de las conversaciones

previas a esa implementación, por lo que los datos corresponden exclusivamente a la segunda ronda. La Tabla 2 presenta los indicadores operativos obtenidos.

Tabla 2. Indicadores clave de rendimiento del sistema durante la segunda ronda de pilotaje.

KPI	Definición	Resultado
Tasa de respuesta	$(\text{Chats con respuesta} / \text{Chats iniciados}) \times 100$	100 % (46/46)
Tasa de respuesta exitosa	$(\text{Chats sin error} / \text{Chats con respuesta}) \times 100$	96 % (44/46)
Usuarios únicos atendidos	Personas distintas que iniciaron conversación	24
Promedio de chats por usuario	Total de chats / Usuarios únicos	1.9
Tiempo promedio de respuesta	Promedio de (Hora respuesta–Hora mensaje)	~45 segundos

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran un sistema técnicamente estable con una tasa de respuesta del 100 % y una tasa de respuesta exitosa (sin errores) del 96 %. El tiempo promedio de respuesta de aproximadamente 45 segundos es consistente con los tiempos reportados en la literatura para sistemas RAG con *pipelines* de recuperación semántica y generación de respuestas (Wan et al., 2025). El promedio de 1.9 chats por usuario sugiere una interacción inicial exploratoria, lo cual es esperable en una fase de pilotaje con una población que tiene exposición tecnológica limitada.

Es pertinente señalar que métricas como la tasa de interacción sostenida y la tasa de abandono no se reportan en esta etapa debido a que, con un volumen de 46 conversaciones distribuidas entre 24 usuarios, cualquier variación individual impacta significativamente los porcentajes. Los datos actuales deben considerarse, por tanto, como indicadores de validación técnica más que como mediciones estratégicas de impacto.

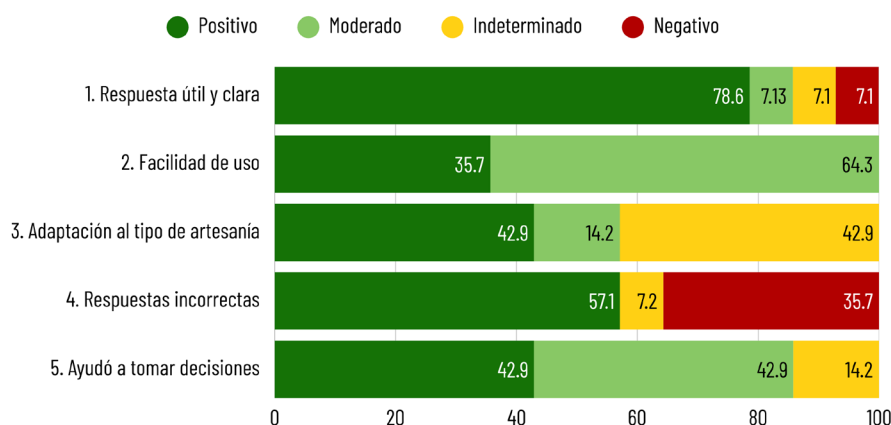
Encuesta de satisfacción de usuarios

Durante la segunda ronda de pilotaje, liderada por la artesana Juana López, se aplicó una encuesta de satisfacción a los participantes del piloto, obteniéndose 14 respuestas completas. La encuesta evaluó cinco dimensiones: utilidad y claridad de las respuestas, facilidad de uso, adaptación al tipo de artesanía del usuario, detección de errores, y contribución a la toma de decisiones. La Tabla 3 y la Figura 2 presentan los resultados.

Tabla 3. Resultados de la encuesta de satisfacción del pilotaje (n = 14)

No.	Pregunta	Categoría positiva	%	Categoría negativa	%
1	Respuesta útil y clara	Sí, completamente	78.6	No realmente / No entendí	14.2
2	Facilidad de uso	Muy fácil + Fácil	100	Difícil / Muy difícil	0
3	Adaptación al oficio	Muy adaptadas + Algo adaptadas	57.2	Muy generales	42.9
4	Errores detectados	No (sin errores)	57.1	Sí (con errores)	35.7
5	Ayudó a decidir	Sí	42.9	No	14.3

Figura 2. Resultados de la encuesta de satisfacción del pilotaje (n = 14).



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados cuantitativos revelan un perfil mixto. En cuanto a usabilidad, el 100 % de los encuestados reportó que el sistema fue fácil o muy fácil de usar, lo cual valida la decisión de diseño de utilizar WhatsApp como interfaz de entrega. La percepción de utilidad fue igualmente elevada, con un 78.6 % de los usuarios al indicar que el chatbot proporcionó respuestas completamente útiles y claras.

No obstante, se identifican áreas de mejora relevantes. La dimensión de adaptación al tipo de artesanía presenta una distribución bimodal: mientras que el 42.9 % consideró las respuestas muy adaptadas a su oficio, un porcentaje equivalente (42.9 %) las percibió como muy generales. Este hallazgo sugiere que la base de conocimiento requiere mayor especificidad por tipo de técnica artesanal y que el sistema de recuperación necesita un ajuste más fino para distinguir entre perfiles de usuario. Asimismo, el 35.7 % de los usuarios reportó haber encontrado respuestas incorrectas o incompletas, lo que señala la necesidad de ampliar y depurar el acervo.

Respecto al impacto en la toma de decisiones, los resultados son cautelosos: el 42.9 % afirmó que el chatbot les ayudó a tomar alguna decisión relacionada con su trabajo, mientras que un porcentaje idéntico respondió "todavía no lo sé", lo cual es esperable en una fase temprana de pilotaje donde los usuarios aún están explorando las capacidades del sistema.

Hallazgos cualitativos

La retroalimentación cualitativa, recogida tanto mediante las respuestas abiertas de la encuesta como a través del documento de gestión del equipo de Criterial, la Ibero y Ensamble Artesano en la implementación de pilotaje, permitió identificar seis hallazgos principales.

1. Valor y utilidad confirmados. A pesar de las críticas específicas, la retroalimentación general fue positiva. Los usuarios describieron la herramienta como “una aplicación muy útil” que “ha ayudado mucho” en sus negocios. Valoraron la rapidez en la resolución de dudas y la provisión de ejemplos claros al percibirlo como un “experto accesible” que ofrece sugerencias prácticas. Testimonios representativos incluyen: “me encantó usar el chatbot, me ha enseñado muchas cosas” y “me gustó porque me respondió con facilidad y claridad”.
2. Falta crítica de capacidades multimedia. La limitación más recurrente y frustrante fue la incapacidad del chatbot para generar o mostrar contenido visual. Los usuarios solicitaron repetidamente la generación de imágenes, ejemplos visuales y videos, e indicaron que una experiencia puramente textual resulta insuficiente y limita la utilidad percibida del sistema para una población acostumbrada a aprender mediante observación y demostración práctica.
3. Contenido demasiado genérico. Las respuestas frecuentemente se percibieron como “muy básicas” sin aprovechar el conocimiento específico del acervo de Ensamble Artesano. El chatbot no utilizaba adecuadamente los documentos especializados (como manuales de exportación o fracciones arancelarias) y en ocasiones recomendaba eventos o recursos no alineados con el perfil de las organizaciones. Como señaló una artesana: “es fácil de utilizar, pero aún es muy general en su respuesta”. Otra participante solicitó explícitamente que se “adecúen [las respuestas] pensando que hay artesanas que quieren aprender y a veces se basan en lo más práctico porque muchas solo tienen educación básica y con población originaria”.
4. Problemas de interacción y comprensión. La experiencia de usuario no siempre fue fluida. Se reportaron casos donde era necesario repetir la misma pregunta, pero el sistema no comprendía adecuadamente el contexto (especialmente al recibir imágenes), y funciones básicas como responder a un menú numerado no funcionaban correctamente. Además, las respuestas extensas generaban sobrecarga: “no pone ejemplo práctico, le pido ejercicio, me manda muchos textos y *links* para leer y fórmulas”.

5. Necesidad de rutas de escalada y recursos proactivos. Cuando el chatbot no disponía de una respuesta, simplemente se detenía sin ofrecer alternativas. Los usuarios sugirieron que en vez de responder “no sé”, debería proporcionar el contacto de una persona experta, un número de teléfono o un enlace a una fuente de información confiable. De manera complementaria, el equipo de gestión observó que el chatbot no compartía activamente documentos del acervo durante las conversaciones, y funcionaba como canal reactivo de respuesta en vez de canal activo de distribución de conocimiento.
6. Importancia del acompañamiento comunitario. La experiencia de Juana López, artesana líder del pilotaje, confirmó que el acompañamiento “de artesano a artesano” genera mayor cercanía y confianza, y que la presencia de organizaciones aliadas resulta clave para el proceso de adopción. No todas las personas consideran prioritaria una plataforma digital frente a la venta directa, lo que subraya la necesidad de articular la herramienta dentro de la propuesta de valor más amplia de la ESS.

Uno de los retos para la profesionalización, que es muy relevante para algunas artesanas y artesanos, es aún el acceso irregular al servicio de internet de calidad. El tiempo es otro factor: al competir con otros roles en la dinámica comunitaria rural, “muchas artesanas y artesanos solo tienen tiempo disponible por las tardes después de terminar sus actividades del día”, señala Juana López artesana consejera de Ensamble Artesano. Esto nos ha hecho reflexionar sobre la importancia de adaptar las herramientas tecnológicas a los tiempos y realidades de las comunidades.

Ajustes implementados entre rondas

Los hallazgos de la primera ronda motivaron una serie de ajustes antes del inicio de la segunda ronda, organizados en cuatro categorías. A nivel de infraestructura se asignó el nombre oficial “Aprende con Ensamble Artesano”, se configuró el dominio aprende.ensambleartesano.com y se dieron de baja documentos con información sensible de las y los artesanos. En el plano operativo, se asignó un agente humano de respaldo para atender casos que requirieran atención personalizada. En medición, se incorporó un módulo de KPIs en el panel de administración. Finalmente, en la experiencia de usuario, se implementaron un buscador de recursos, filtros de navegación y mejoras en la presentación visual de los materiales. La Tabla 4 sintetiza las observaciones del pilotaje y los ajustes propuestos derivados de la segunda ronda.

Tabla 4. Observaciones del pilotaje y ajustes propuestos

Hallazgo	Impacto	Ajuste propuesto	Prioridad
Sin medición de satisfacción al cierre	No se puede medir tasa real de resolución	Micro-encuesta automática tras inactividad	Alta
Recursos del acervo no se comparten activamente	Chatbot funciona como canal reactivo, no distributivo	Flujo proactivo de sugerencia de recursos	Alta
Mensaje introductorio repetitivo	Fricción y sobrecarga en la experiencia	Lógica de sesión con mensaje corto en reinicios	Media
Sin diferenciación entre chats y sesiones	Distorsión de métricas de volumen	Criterio técnico de sesión por periodo	Media
Ausencia de enfoque Q&A estructurado	Dificultad para medir respuestas correctas	Base de conocimiento pregunta-respuesta ligada al CMS	Alta

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Resultados y contribuciones

Para Ensamble Artesano, el proyecto es el inicio de un camino con mucho potencial. Ante un nuevo ciclo en el eje de fortalecimiento, se apuesta realmente por una manera innovadora y ágil para lograr uno de los objetivos prioritarios de artesanas y artesanos, expresado en las palabras de Juana López:

Necesitamos fortalecer las capacidades de artesanas y artesanos para que puedan desarrollar sus proyectos con mayor autonomía. Esto incluye acceso a información, herramientas para fortalecer sus procesos y espacios para reflexionar sobre el valor cultural y económico de su trabajo. El chatbot y otros proyectos buscan acompañar esos procesos de profesionalización.

Este artículo ha presentado el diseño y desarrollo del piloto @Aprende con Ensamble Artesano, un sistema educativo impulsado por IA diseñado para apoyar procesos formativos dentro del marco de la ESS para comunidades de artesanas y artesanos de México. El proyecto representa una convergencia de avances recientes en generación aumentada por recuperación, IA conversacional y entrega de aprendizaje basada en dispositivos móviles dentro de un contexto institucional comprometido con el despliegue ético de la IA.

Los resultados de las dos rondas de pilotaje sustentan tres conclusiones: la factibilidad técnica del sistema (tasa de respuesta del 100 % y de respuesta exitosa del 96 %); una aceptación inicial favorable (100 % de facilidad de uso percibida y el 78.6 % de utilidad percibida); y la pertinencia contextual del diseño (uso de WhatsApp, entrada de voz y acompañamiento comunitario). El aprendizaje, el fortalecimiento de capacidades y la profesionalización del sector no se evaluaron en dicha fase ya que constituyen el horizonte del proyecto al largo plazo.

Cuatro principales contribuciones

En primer lugar, el proyecto demuestra la viabilidad de desplegar agentes conversacionales basados en RAG a través de plataformas de mensajería móvil ampliamente accesibles, como lo es WhatsApp, para alcanzar poblaciones que típicamente quedan excluidas de las innovaciones educativas potenciadas por la IA. Mientras que gran parte de la literatura existente sobre IA en educación se centra en estudiantes universitarios en entornos socioeconómicos más altos (Dahri et al., 2024; Polyportis y Pahos, 2024; Kavaddella et al., 2023). Ensamble Artesano extiende ese paradigma a contextos educativos no formales que atienden a adultos con educación formal limitada y baja alfabetización digital.

En segundo lugar, la arquitectura del sistema ofrece un modelo replicable para chatbots educativos de dominio específico que aprovechan RAG para mantener la precisión mientras se adaptan a las necesidades comunicativas de poblaciones diversas de usuarios. El *pipeline* de ingestión de contenido multimodal, que procesa texto, imagen, video y recursos web en una base de conocimiento vectorial unificada aborda la realidad práctica de que el contenido educativo para comunidades artesanales se encuentra en formatos heterogéneos que los sistemas tradicionales basados solo en texto no pueden acomodar. Tal enfoque extiende los marcos RAG documentados en dominios especializados como la medicina (Xiong et al., 2024; Wu et al., 2024) y demuestra su aplicabilidad a contextos educativos en el Sur Global.

En tercer lugar, el proyecto ilustra cómo el compromiso institucional con la gobernanza ética de la IA, ejemplificado por la estrategia integral de despliegue de la IA de la Ibero, puede traducirse en aplicaciones orientadas a la comunidad que encarnan principios de equidad, inclusión y sensibilidad cultural. El proceso de diseño, que priorizó la familiaridad del usuario, la accesibilidad lingüística y la integración dentro de las estructuras cooperativas sociales existentes refleja los marcos éticos abogados por Nguyen et al. (2022) y los enfoques participativos recomendados por Adams et al. (2023) y Viberg et al. (2024).

Por último, es importante también mencionar el valor que los procesos de colaboración desde un marco de la investigación-acción agregan. El proyecto no hubiera sido posible sin un continuo de colaboración entre diferentes actores, artesanas y artesanos, la FHMM y organizaciones aliadas, los diferentes departamentos de la Ibero y Criterial. Escuchar en cada paso a las y los diferentes actores dialogar entre diferentes perspectivas, desde las y los artesanos hasta los desarrolladores y programadores de la tecnología para así diseñar soluciones pertinentes al contexto.

Siguientes pasos

El proyecto @Aprende con Ensamble Artesano se encuentra posicionado en la transición del desarrollo técnico a la evaluación empírica sistemática. Siguiendo la metodología de investigación-acción se planean varias líneas de trabajo futuro para avanzar tanto las capacidades del sistema como la contribución investigativa de la iniciativa.

Desde la práctica, la agenda inmediata implicará difundir su uso dentro de la comunidad de Ensamble Artesano con una estrategia importante de comunicación basada en hallazgos del piloto y la activación de campañas de difusión apalancadas en la propia agenda de eventos y proyectos comerciales de la comunidad de Ensamble Artesano. Se vuelve fundamental invitar a que las artesanas y artesanos profundicen la exploración, el diálogo iterado con el chatbot como si fuera casi una persona convertida en una nueva asesora.

Desde una perspectiva técnica del desarrollo del chatbot, una siguiente fase podría involucrar la conducción de estudios formales con usuarios artesanos en múltiples comunidades de México. Esos estudios emplearían un diseño de métodos mixtos que combinará medidas cuantitativas de resultados de aprendizaje y aceptación tecnológica con análisis cualitativos de patrones de interacción de usuarios, trayectorias de aprendizaje e impacto a nivel comunitario. Los instrumentos de evaluación se deberían desarrollar en colaboración con líderes comunitarios y especialistas educativos para asegurar la pertinencia cultural y lingüística para la población objetivo. En la misma línea, se debería incorporar la medición del aprendizaje mediante la evaluación de los saberes previos y posteriores a la interacción con el sistema, las capacidades desarrolladas y la eventual mejora en la toma de decisiones productivas y comerciales de las personas participantes.

Las mejoras técnicas planificadas incluyen la expansión de la base de conocimiento para incorporar contenido generado por los usuarios (como técnicas artesanales documentadas a través de fotos y descripciones de voz compartidas vía WhatsApp), la implementación de trayectorias de aprendizaje adaptativas que

personalicen la secuenciación de contenidos con base en los historiales de interacción individuales de los usuarios y el desarrollo de soporte multilingüe para las lenguas indígenas habladas en las comunidades objetivo. La incorporación de soporte para lenguas indígenas representaría un paso significativo hacia la inclusión lingüística en herramientas educativas impulsadas por la IA, que abordase una brecha identificada por investigadores de equidad en IA en educación (Viberg et al., 2024).

Desde la perspectiva de investigación, las publicaciones futuras reportarán resultados empíricos de los estudios con usuarios, contribuirán a la literatura emergente sobre IA para la educación en el sur global y ofrecerán recomendaciones de diseño para profesionales que busquen desarrollar sistemas similares para poblaciones excluidas y marginalizadas. El proyecto también aspira a producir componentes de código abierto de su *pipeline* RAG y marco de ingestión de contenidos que puedan ser adaptados por otras instituciones y organizaciones que trabajan en la educación de la ESS.

Finalmente, el proyecto aspira a contribuir a la conversación más amplia sobre la innovación responsable de IA en educación al proporcionar un estudio de caso documentado que demuestra cómo los marcos éticos institucionales, como el modelo de gobernanza de IA de la Ibero, pueden operacionalizarse en aplicaciones al servicio de la comunidad. Como señalaron García-López y Trujillo (2025), el panorama ético y regulatorio de la IA en educación permanece incipiente, y los estudios de caso empíricamente fundamentados resultan esenciales para informar tanto la práctica institucional como las políticas públicas en un dominio en rápida evolución.

Referencias

- Adams, C., Pente, P., Lemermeyer, G. y Rockwell, G. (2023). Ethical principles for artificial intelligence in K-12 education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100131. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100131>
- Aker, J. Ksoll, C. y Lybbert, T. J. (2012). can mobile phones improve learning? evidence from a field experiment in Niger. *American Economic Journal: Applied Economics*. 4(4), 94-120. <https://doi.org/10.1257/APP.4.4.94>
- Berson, I., Berson, M. y Wenwei Luo (2025). Innovating responsibly: ethical considerations for AI in early childhood education. *AI, Brain and Child*, 1, 2. <https://doi.org/10.1007/s44436-025-00003-5>

- Burns, D., Harvey, B. y Aragón, A. O. (2012). Introduction: Action Research for Development and Social Change. *IDS Bulletin* 43(3), 1-7. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2012.00318.x>
- Chandar, P., Khazaeni, Y., Davis, M., Muller, M., Crasso, M. P., Liao, Q., Shami, N. S. y Geyer, W. (2017). Leveraging conversational systems to assists new hires during onboarding. IFIP TC13 International Conference on Human-Computer Interaction. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67684-5_23
- Chaves Ávila, R. y Monzón Campos, J. L. (2018). La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: Innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria. *CIRIEC Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (93), 5. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.93.12901>
- Chengrui Wang, Qingqing Long, Meng Xiao, Xunxin Cai, Chengjun Wu, Zhen Meng, Xuezhi Wang y Yuanchun Zhou (2024). BioRAG: A RAG-LLM Framework for Biological Question Reasoning. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.01107>
- Chia-Ching Yuan, Cheng-Hsuan Li y Chin-Cheng Peng (2021). Development of mobile interactive courses based on an artificial intelligence chatbot on the communication software LINE. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1937230>
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). "¿Que son las líneas de pobreza por ingresos y pobreza extrema por ingresos? CONEVAL 2024. https://www.coneval.org.mx/Medicion/Documents/Lineas_de_Pobreza_por_Ingresos/Lineas_de_Pobreza_por_Ingresos.pdf
- Coraggio, J. L. (2011). *Economía social y solidaria. El trabajo antes que el capital*. Abya-Yala. https://dhls.hegoa.ehu.eus/uploads/resources/5448/resource_files/Coraggio_ESS_Trabajo_antes_que_capital.pdf
- Dahri, N. A., Yahaya, N., Al-Rahmi, W. M., Aldraiweesh, A., Alturki, U., Almutairy, S., Shutaleva, A. y Soomro, R. B. (2024). Extended TAM based acceptance of AI-Powered ChatGPT for supporting metacognitive self-regulated learning in education: A mixed-methods study. *Heliyon* 10(8), e29317. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e29317>

- Damacharla, P., Dhakal, P., Stumbo, S., Javaid, A. Y., Ganapathy, S., Malek, D. A., Hodge, D. C. y Devabhaktuni, V. (2019). Effects of voice-based synthetic assistant on performance of emergency care provider in training. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 29(1), 122-143. <https://doi.org/10.1007/s40593-018-0166-3>
- Dol, J., Richardson, B., Tomblin Murphy, G., Aston, M., McMillan, D. y Campbell-Yeo, M. (2019). Impact of mobile health (mHealth) interventions during the perinatal period for mothers in low- and middle-income countries: a systematic review. *The JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*. 17(8), 1634-1667. <https://doi.org/10.11124/JBISRIR-2017-004022>
- Ensamble Artesano. (2026). <https://ensambleartesano.org/pages/quie>
- Fernández Dávalos, D. (2013). La economía social: El acento Latinoamericano. En Leila Oulhaj, Francisco Javier Saucedo Perez (Coords.), *Miradas sobre la economía social y solidaria en México* (pp. 107-119). Universidad Iberoamericana Puebla.
- Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido* (2.ª ed.). Siglo XXI.
- Fuentes, J. A. (2022). *Alternativas en Tiempos de Crisis Civilizatoria*. Universidad Iberoamericana.
- García-López, I. M. y Trujillo-Liñán, L. (2025). Ethical and regulatory challenges of Generative AI in education: a systematic review. *Frontiers in Education*, 10, 1565938. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1565938>
- Guangzhi Xiong, Qiao Jin, Zhiyong Lu y Aidong Zhang (2024). Benchmarking Retrieval-Augmented Generation for Medicine. *arxiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.13178>
- Harsh Kumar, Ilya Musabirov, Mohi Reza, Jiakai Shi, Xinyuan Wang, J. Williams, Anastasia Kuzminykh y Michael Liut (2023). Guiding students in using llms in supported learning environments: effects on interaction dynamics, learner performance, Confidence, and Trust. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*. 8/(cscw2), 499, 1-30. <https://doi.org/10.1145/3687038>
- Junde Wu, Jiayuan Zhu y Yunli Qi (2024). Medical graph RAG: towards safe medical large language model via graph retrieval-augmented generation. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.04187>

- Kavadella, A., Dias da Silva, M. A., Kaklamanos, E. G., Stamatopoulos, V. y Giannakopoulos, K. (2023). Evaluation of ChatGPT's Real-Life Implementation in Undergraduate Dental Education: Mixed Methods Study. *JMIR Medical Education*. <https://doi.org/10.2196/51344>
- Kayali, B., Yavuz, M., Balat, Ş. y Çalışan, M. (2023). Investigation of student experiences with ChatGPT-supported online learning applications in higher education. *Australasian Journal of Educational Technology*. <https://doi.org/10.14742/ajet.8915>
- Krotz, F. y Schelhowe, H. (2020). Beijing consensus on artificial intelligence and education. *merz | medien + erziehung*, 64(5), 29. <https://doi.org/10.21240/merz/2020.5.11>
- Levonian, Z., Li, C., Zhu, W., Gade, A., Henkel, O., Postle, M-E. y Wanli Xing (2023). Retrieval-augmented generation to improve math question-answering: trade-offs between groundedness and human preference. *Educational Data Mining*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2310.03184>
- Maphosa, V., Dube, B. y Jita, T. (2020). A UTAUT Evaluation of WhatsApp as a Tool for Lecture Delivery During the COVID-19 Lockdown at a Zimbabwean University. *International Journal of Higher Education*, 9(5). <https://doi.org/10.5430/ijhe.v9n5p84>
- Marañón, B. y López, D. (2013). La solidaridad económica y el buen vivir en México: Una reflexión crítica. En Leila Oulhaj, Francisco Javier Saucedo Perez (Coords.), *Miradas sobre la economía social y solidaria en México* (p. 121). Universidad Iberoamericana Puebla.
- Mcdonald, N. y Pan, S. (2020). Intersectional AI: A study of how information science students think about ethics and their impact. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 4(cscw2), 147, 1-19. <https://doi.org/10.1145/3415218>
- Neumann, A., Yue Yin, Sowe, S., Decker, S. y Jarke M. (2025). An LLM-Driven Chatbot in Higher Education for Databases and Information Systems. *IEEE Transactions on Education*. <https://doi.org/10.1109/TE.2024.3467912>
- Ngoc Tue Hoang, Duong Ngoc Han y D. Le (2023). Exploring Chatbot AI in improving vocational students' English pronunciation. *Asiacall Online Journal*, 14(2), 140-155. <https://doi.org/10.54855/acoj.231429>

- Nguyen A., Ngan Ngo, H., Hong, Y., Dang, B. y Bich-Phuong, T. N. (2022). Ethical principles for artificial intelligence in education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11316-w>
- Orozco, D. e Irezabal, A. (2021). Evitando el fracaso ante la crisis: Los casos de dos organizaciones indígenas y campesinas de la economía social y solidaria en Oaxaca y Chiapas. *Sobre México Temas de Economía*, 2, 5-44. <https://doi.org/10.48102/rsm.vi.66>
- Polyportis A. y Pahos, N. (2024). Understanding students' adoption of the ChatGPT chatbot in higher education: the role of anthropomorphism, trust, design novelty and institutional policy. *Behavior and Information Technology*. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2024.2317364>
- Prinsloo, P., Khalil, M. y Sharon Slade (2024). Vulnerable student digital well-being in AI-powered educational decision support systems (AI-EDSS) in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 55, 2075-2092. <https://doi.org/10.1111/bjet.13508>
- Razeto, L. (2010). ¿Qué es la economía solidaria? *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, (110), 47-52. https://www.economiasolidaria.org/wp-content/uploads/2018/06/que_es_la_economia_solidaria_l.razeto.pdf
- Ruan, S., Jiang, L., Xu, J., Tham, B. J-K., Qiu Z., Zhu, Y., Murnane, E. L., Brunskill, E. y Landay, J. (2019). QuizBot: A dialogue-based adaptive learning system for factual knowledge. *International Conference on Human Factors in Computing Systems*, 357, 1-13. <https://doi.org/10.1145/3290605.3300587>
- Ruan, S., Jiang, L., Xu, Q., Liu, Z., Davis, G. M., Brunskill, E. y Landay, J. (2021). EnglishBot: An AI-powered conversational system for second language learning. *International Conference on Intelligent User Interfaces*. <https://doi.org/10.1145/3397481.3450648>
- Songhee Han y Min Kyung Lee (2021). FAQ chatbot and inclusive learning in massive open online courses. *Computers & Education*. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104395>
- Universidad Iberoamericana (2025). *La inteligencia artificial en la IBERO: Estrategia institucional para la adopción responsable de IA*. Universidad Iberoamericana.

- Viberg, O., Kizilcec, R. F., Friend Wise, A., Jivet, I., y Nixon, N. (2024). Advancing equity and inclusion in educational practices with AI-powered educational decision support systems (AI-EDSS). *British Journal of Educational Technology*, 55(5), 1833-2418. <https://doi.org/10.1111/bjet.13507>
- Wang, Y. y Xue, L. (2024). Using AI-driven chatbots to foster Chinese EFL students' academic engagement: An intervention study. *Computers in Human Behavior*, 159, 108353. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2024.108353>
- Xinke Jiang, Yue Fang, Rihong Qiu, Haoyu Zhang, Yongxin Xu, Hao Chen, Wentao Zhang, Ruizhe Zhang, Yuchen Fang, Xu Chu, Junfeng Zhao y Yasha Wang (2024). TC-RAG:Turing-Complete RAG's Case study on Medical LLM Systems. *arXiv.org*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2408.09199>
- Yuan Pu, Zhuolun He, Tairu Qiu, Haoyuan Wu, y Bei Yu (2024). Customized retrieval augmented generation and benchmarking for EDA tool documentation QA. *International Conference on Computer Aided Design*, 116, 1-9. <https://doi.org/10.1145/3676536.3676730>
- Yuan, Y. (2023). An empirical study of the efficacy of AI chatbots for English as a foreign language learning in primary education. *Interactive Learning Environments*, 32(10), 6774-6789. <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2282112>
- Yuwei Wan, Zheyuan Chen, Ying Liu, Chong Chen y M. Packianather (2025). Empowering LLMs by hybrid retrieval-augmented generation for domain-centric Q&A in smart manufacturing. *Advanced Engineering Informatics*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2025.103212>
- Zouhaier Slimi, Beatriz, & Villarejo Carballido (2023). Navigating the ethical challenges of artificial intelligence in higher education: an analysis of seven global AI ethics policies.