



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

INTEGRACIÓN DE MÉTODOS ÁGILES E IA GENERATIVA EN LA FORMACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS: UN ESTUDIO DE MÉTODOS MIXTOS SOBRE COMPETENCIAS DIGITALES

**“INEQUALITY IN ACCESS TO PRIVATE EDUCATION FOR
CHILDREN WITH PSYCHOSOCIAL DISABILITIES: A HUMAN
RIGHTS PERSPECTIVE.”**

Martínez-Oropesa Ciro

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia

Integración de métodos ágiles e IA generativa en la formación en gestión de proyectos: Un estudio de métodos mixtos sobre competencias digitales

Martínez-Oropesa Ciro¹

cmartinezo@uao.edu.co

<https://orcid.org/0000-0001-9168-998X>

Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia

RESUMEN

Los programas de gestión de proyectos de posgrado necesitan cada vez más equilibrar la instrucción tradicional con el rápido crecimiento de los métodos ágiles y la IA generativa (GenAI). A diferencia de estudios anteriores que tratan la adopción de tecnología como una condición binaria de presencia o ausencia, este estudio es uno de los primeros en modelar la intensidad de la integración como una variable gradual de dosis-respuesta en un contexto de posgrado latinoamericano. Evaluamos un rediseño curricular en la Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Colombia) que incorporó progresivamente prácticas ágiles y herramientas de GenAI a lo largo de tres semestres académicos en un solo año, utilizando un diseño cuasiexperimental de dosis-respuesta con métodos mixtos (Shadish, Cook y Campbell, 2002). Comparamos a 160 estudiantes de posgrado y 18 instructores en dos niveles de integración pedagógica: un grupo fundamental (Scrum introductorio y herramientas digitales básicas) y un grupo avanzado (Scrum completo, Disciplined Agile, plataformas de nivel industrial y uso sistemático de herramientas GenAI, específicamente ChatGPT para la resolución iterativa de problemas y la redacción de contenido, y GitHub Copilot para la planificación asistida por código). La competencia digital se midió con un instrumento DigComp 2.2 validado y adaptado, aplicado como pruebas previas y posteriores, complementado con entrevistas y grupos focales. Ambos grupos mejoraron significativamente en las cinco áreas de DigComp 2.2, pero el grupo de integración avanzada mejoró sustancialmente más, con un gran tamaño del efecto ($d = 0,84$, IC del 95 % [0,51, 1,17]), especialmente en la creación de contenido digital y la resolución de problemas. Los hallazgos cualitativos muestran que los estudiantes que interactuaron con GenAI como un socio de pensamiento, en lugar de una simple herramienta de automatización, desarrollaron un pensamiento crítico y una adaptabilidad más sólidos. Estos resultados indican que los programas que ya imparten formación ágil fundamental pueden lograr avances desproporcionadamente mayores en competencias digitales al avanzar hacia una integración más completa de la metodología ágil con la IA de última generación, lo que ofrece un modelo replicable y basado en la evidencia para los programas de gestión de proyectos de posgrado que buscan adaptarse a la transformación digital.

Palabras clave: Competencias digitales; metodologías ágiles; inteligencia artificial generativa; formación de posgrado; gestión de proyectos; transformación digital; DigComp 2.2

¹ Autor principal

Correspondencia: cmartinezo@uao.edu.co

“Inequality in Access to Private Education for Children with Psychosocial Disabilities: A Human Rights Perspective.”

ABSTRACT

Graduate-level project management programs increasingly need to balance traditional instruction with the rapid growth of agile methods and generative AI (GenAI). Unlike previous studies that treat technology adoption as a binary condition of presence or absence, this study is one of the first to model the intensity of integration as a continuous dose-response variable in a Latin American graduate-level context. We evaluated a curriculum redesign at the Universidad Autónoma de Occidente (Cali, Colombia) that progressively incorporated agile practices and GenAI tools over the course of three academic semesters in a single year, using a quasi-experimental dose-response design with mixed methods (Shadish, Cook, & Campbell, 2002). We compared 160 graduate students and 18 instructors across two levels of pedagogical integration: a foundational group (introductory Scrum and basic digital tools) and an advanced group (full Scrum, Disciplined Agile, industry-level platforms, and systematic use of GenAI tools—specifically ChatGPT for iterative problem-solving and content writing, and GitHub Copilot for code-assisted planning). Digital competence was measured using a validated and adapted DigComp 2.2 instrument, administered as pre- and post-tests, supplemented by interviews and focus groups. Both groups showed significant improvement across all five areas of DigComp 2.2, but the advanced integration group improved substantially more, with a large effect size ($d = 0.84$, 95% CI [0.51, 1.17]), particularly in digital content creation and problem-solving. Qualitative findings show that students who interacted with GenAI as a thinking partner, rather than a mere automation tool, developed stronger critical thinking skills and adaptability. These results indicate that programs already offering foundational agile training can achieve disproportionately greater gains in digital competencies by moving toward a more comprehensive integration of agile methodology with state-of-the-art AI, offering a replicable, evidence-based model for graduate-level project management programs seeking to adapt to digital transformation.

Keywords: Digital competencies; agile methodologies; generative artificial intelligence; graduate education; project management; digital transformation; DigComp 2.2

*Artículo recibido 06 septiembre 2026
Aceptado para publicación: 07 octubre 2026*



I. INTRODUCCIÓN

La formación de posgrado en gestión de proyectos se encuentra en un punto de inflexión. Debe preparar a los profesionales para entornos laborales que dependen del trabajo en equipo y la tecnología. Esto implica desarrollar lo que la OCDE denomina "competencias digitales", es decir, la capacidad de elegir la herramienta adecuada para cada tarea. Esto podría implicar el uso de software de planificación como Microsoft Project o, cada vez más, sistemas de IA para evaluar riesgos o gestionar recursos. En lugares como Latinoamérica, donde la innovación tecnológica avanza a un ritmo vertiginoso, el desarrollo de estas habilidades es fundamental para los futuros líderes. Las competencias digitales son esenciales para la gestión diaria de proyectos. Los equipos utilizan Jira para supervisar las tareas, los gerentes realizan un seguimiento del progreso con Power BI y los líderes de proyecto utilizan asistentes de IA para explorar opciones. Estas herramientas ayudan a tomar decisiones más rápidas y basadas en datos. Sin embargo, el simple hecho de que los estudiantes tengan acceso a estas herramientas en clase no garantiza que las utilicen eficazmente ni que desarrollen hábitos profesionales duraderos.

El acceso a la tecnología no garantiza la capacidad de usarla eficazmente, por lo que necesitamos replantear nuestros métodos de enseñanza y centrarnos más en el trabajo en equipo y la mejora continua. En nuestro programa, combinamos Scrum con elementos de Kanban y Design Thinking para desarrollar habilidades como el pensamiento sistémico y el liderazgo compartido. Si bien este enfoque funcionó bien en el aula, queríamos comprobar si su impacto podía medirse con claridad. ¿Ayudaron realmente estas prácticas ágiles a los estudiantes a mejorar su competencia digital? Este estudio se propuso responder a esa pregunta.

La necesidad de este cambio resulta evidente al considerar la evolución de los estándares profesionales. Por ejemplo, la Guía PMBOK® ha pasado de ser una lista de verificación estricta a un enfoque basado en principios, lo que sitúa las habilidades digitales en el centro del debate. Esto demuestra que la competencia digital es ahora esencial para los gestores de proyectos actuales, y no solo una habilidad adicional.

Recientemente, la combinación de metodologías ágiles e inteligencia artificial generativa ha demostrado ser prometedora para mejorar las competencias digitales en la formación en gestión de proyectos. Los marcos de trabajo ágiles crean entornos de aprendizaje flexibles, mientras que las herramientas de IA



generativa ayudan a gestionar, analizar y optimizar el proceso de aprendizaje. Un estudio con metodología mixta puede mostrar la eficacia de esta integración, los desafíos que surgen y la experiencia de los estudiantes.

Para empezar, podemos evaluar la eficacia de la IA generativa en la formación en gestión ágil de proyectos mediante evaluaciones previas y posteriores al curso para hacer un seguimiento de las habilidades de los estudiantes. Por ejemplo, Bahi et al. (2024) descubrieron que la IA generativa puede ayudar a resolver problemas de gestión de proyectos y facilitar el aprendizaje. Las entrevistas y los grupos de discusión también pueden ofrecer información sobre la percepción de los estudiantes respecto al uso de la IA en las prácticas ágiles.

Estos cambios presentan desafíos. Weng (2023) señala que algunos docentes e instituciones pueden mostrarse reticentes a utilizar herramientas de IA, dado que nadie se siente cómodo con una transición asistida por IA. Abordar estas inquietudes es fundamental para una integración exitosa. Los docentes también deben asegurarse de que el uso de la IA no menoscabe el trabajo en equipo ágil y el aprendizaje práctico.

Al analizar los resultados de los estudiantes, es importante medir tanto las habilidades técnicas como las interpersonales. Haidabrus (2024) señala que una comunicación eficaz y el trabajo en equipo son esenciales y pueden desarrollarse mediante talleres ágiles y simulaciones con inteligencia artificial. Estas experiencias ayudan a preparar a los estudiantes para los desafíos de la gestión de proyectos en el mundo real.

Estudios futuros podrían basarse en el trabajo de Tudor, Aggrawal y Böhm (2025), quienes demostraron que ChatGPT puede utilizarse eficazmente en clases de informática. Al actualizar periódicamente la combinación de IA y métodos ágiles en función de la retroalimentación de los estudiantes, los docentes pueden ayudarlos a desarrollar habilidades digitales más sólidas. Sainio (2023) también señala que la IA generativa puede ayudar a resolver problemas comunes en proyectos ágiles, lo que respalda la idea de que la combinación de estos enfoques beneficia la formación de futuros gestores de proyectos. En definitiva, esta integración podría generar un grupo de profesionales de la gestión de proyectos más capacitados y adaptables. Sin embargo, la literatura académica aún está rezagada. Gran parte de lo que tenemos son buenas prácticas y percepciones. Por ejemplo, Serrador y Pinto (2015) se basaron en

encuestas descriptivas, que no pueden capturar el cambio a lo largo del tiempo. Rigby et al. (2020) hicieron observaciones importantes, pero su diseño carecía de los controles necesarios para aislar el impacto de la metodología ágil en sí misma. Como resultado, teníamos principios, pero no pruebas.

Para pasar de los principios a la evidencia real, necesitábamos una forma de medir la "competencia digital". El marco DigComp 2.2 de la Comisión Europea (2023; basado en Ferrari, 2013) proporcionó una estructura clara, dividiendo la competencia digital en áreas como alfabetización informacional, colaboración, creación de contenido y resolución ética de problemas. Si bien este sistema es útil, su aplicación en un contexto de posgrado latinoamericano presenta desafíos, como señalaron Velandia et al. (2022). Los problemas culturales y de acceso añaden complejidad. La UNESCO (2023) enfatiza además que la competencia digital debe fundamentarse en la ética para que la tecnología no se convierta simplemente en un atajo. Para nuestro estudio, esto significó ir más allá de si los estudiantes podían usar la IA; necesitábamos ver si podían usarla con prudencia, integrándola en su resolución de problemas y manteniendo el pensamiento crítico.

Esto nos lleva de nuevo al desafío de la medición. Las habilidades cognitivas, éticas y metacognitivas son complejas, por lo que un simple cuestionario no es suficiente. Inspirados por Cano (2008) y Redecker y Punie (2017), vimos la necesidad de un enfoque más amplio. Combinamos los resultados de la encuesta con muestras del trabajo de los estudiantes, como portafolios e informes de proyectos, para comprender mejor cómo evolucionó su pensamiento con el tiempo.

Este estudio aborda esa brecha al ir más allá de las descripciones y ofrecer evidencia empírica rigurosa sobre cómo el diseño pedagógico moldea el desarrollo de competencias digitales. En lugar de contrastar la instrucción con su ausencia, adoptamos un marco de dosis-respuesta que compara dos niveles de integración pedagógica: una condición básica, en la que los estudiantes fueron introducidos a las prácticas ágiles fundamentales y a las herramientas digitales básicas, y una condición avanzada, en la que los ciclos completos de Scrum, las plataformas de nivel industrial y las herramientas de IA generativa se incorporaron sistemáticamente en todo el currículo. Mediante un diseño cuasiexperimental de métodos mixtos, el estudio persigue tres objetivos interconectados: (1) cuantificar la ganancia diferencial en las competencias definidas por DigComp 2.2 asociadas con una mejor integración pedagógica; (2) identificar los mecanismos subyacentes cognitivos, colaborativos y éticos a través de

los cuales opera dicha integración; y (3) derivar recomendaciones transferibles para programas de gestión de proyectos de posgrado que aborden la transformación digital, con especial relevancia para los contextos institucionales latinoamericanos.

Este estudio se guía por las siguientes preguntas de investigación:

- **RQ1 (cuantitativa)** : ¿En qué medida la integración avanzada de metodologías ágiles e IA generativa (Fases 1 a 3) produce mayores ganancias en competencias digitales, según lo operacionalizado por el marco DigComp 2.2, que la exposición a metodologías ágiles básicas por sí sola (Fase 1) entre los estudiantes de posgrado en gestión de proyectos?
- **RQ2 (cualitativa)** : ¿Qué mecanismos pedagógicos cognitivos, colaborativos y éticos explican los cambios diferenciales en las competencias observados entre los dos niveles de intensidad de integración?
- **RQ3 (mixta)** : ¿Cómo convergen o divergen las ganancias de competencias cuantitativas y las experiencias de aprendizaje cualitativas en las dos condiciones de integración?

Basándonos en la literatura revisada y la lógica de dosis-respuesta del diseño del estudio, planteamos dos hipótesis direccionales. Primero, los estudiantes en la condición de integración avanzada demostrarán ganancias significativamente mayores antes y después de la intervención en las cinco dimensiones de DigComp 2.2 en comparación con los estudiantes en la condición básica, esperándose los mayores tamaños del efecto en la resolución de problemas y la creación de contenido digital, dada la importancia de las herramientas de IA generativa para dichas competencias (H1). Segundo, los datos cualitativos revelarán una apropiación cognitiva mediada por IA, caracterizada por un uso reflexivo y calculado de las herramientas en lugar de una adopción pasiva, como el principal mecanismo subyacente a las mejoras cuantitativas observadas (H2).

A diferencia de los enfoques tradicionales que evalúan la adopción de tecnología de forma dicotómica (presencia o ausencia de un tratamiento), esta investigación considera la intensidad de la integración pedagógica como la variable independiente principal. En consecuencia, el planteamiento del problema se centra en determinar cómo los distintos niveles de profundidad, dosificación y solidez en la alineación de los marcos ágiles con las herramientas de Inteligencia Artificial Generativa (GenAI) afectan de manera diferente al desarrollo de competencias digitales en la educación de posgrado.



Las siguientes secciones describen el método, presentan los resultados y analizan sus implicaciones teóricas y prácticas.

II. METODOLOGÍA

El método sigue un enfoque riguroso de métodos mixtos, que se detalla a continuación en las secciones de diseño, población y procedimientos, y está alineado con los estándares de PMI y DigComp para evaluar el impacto pedagógico.

2.1 Diseño metodológico

Esta investigación adoptó un diseño explicativo secuencial de métodos mixtos (Creswell y Plano Clark, 2018; Fetters, Curry y Creswell, 2013), en el que se recopilaban componentes cuantitativos y cualitativos en paralelo para una integración convergente inicial, seguida de una fase secuencial en la que los datos cualitativos explicaron los hallazgos cuantitativos.

Este enfoque combina un componente cuasiexperimental con estrategias cualitativas explicativas, lo que permite una triangulación de datos sólida. Además, se obtuvo la aprobación ética del comité de investigación institucional de la Universidad Autónoma de Occidente, de conformidad con la Política Curricular de la institución (Resolución N° 6746, 2024). La participación fue voluntaria y no afectó las calificaciones del curso; todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito, podían retirarse en cualquier momento sin penalización, y sus respuestas fueron anonimizadas y almacenadas de forma segura, con acceso restringido al equipo de investigación.

Fundamentación de la condición de control activo y la lógica de dosis-respuesta.

Una característica distintiva del diseño de este estudio es que ambos grupos recibieron un tratamiento pedagógico activo y estructurado. El grupo de intervención inicial (marzo de 2024) participó en la Fase 1 del programa, que incluye prácticas introductorias de Scrum, herramientas digitales colaborativas e instrucción convencional en planificación de proyectos, lo que representa una menor intensidad de integración. El grupo de integración avanzada (marzo de 2025) completó las tres fases del mismo programa, incorporando la implementación completa de Scrum y Disciplined Agile (Ambler y Lines, 2020), plataformas de nivel industrial (Jira, Miro, Microsoft Teams) y herramientas de IA generativa como apoyo cognitivo y creativo para todo tipo de tareas.

Esta estructura sigue la lógica de un diseño cuasiexperimental de dosis-respuesta (Shadish , Cook y Campbell, 2002), en el que la condición de comparación no se define por la ausencia de instrucción, sino por un nivel inferior del mismo continuo de tratamiento. Como explican Shadish et al. (2002, Capítulo 5), las condiciones de control activo cumplen una función crítica de validez: aíslan el efecto de la dosis incremental del tratamiento manteniendo constantes los efectos generales de la instrucción, la participación académica, la novedad y el contexto institucional. En este estudio, cualquier diferencia observada en las ganancias de competencia entre los grupos puede atribuirse, por lo tanto, al alcance y la complejidad de la integración pedagógica, es decir, a lo que la integración avanzada añade más allá de la exposición ágil fundamental, en lugar de a la mera presencia o ausencia de enseñanza estructurada. Este enfoque aborda directamente una de las amenazas más comunes a la validez interna en los cuasiexperimentos educativos: la confusión entre recibir la intervención y recibir una intervención más intensiva. Al admitir explícitamente a ambos grupos como receptores de la intervención y especificar la diferencia de dosis como variable independiente, el estudio refuerza la base de sus afirmaciones comparativas, al tiempo que mantiene la transparencia respecto a los límites de la inferencia causal en diseños no aleatorios (Cook y Campbell, 1979; Shadish et al., 2002). El diseño se estructuró en dos fases principales, como se detalla en la tabla 1:

Tabla 1.
Diagrama de diseño metodológico

Diagrama de diseño metodológico				
Fase	Componente	Descripción	Métodos	Integración
Fase Cuantitativa (convergente)	1: Cuasi-experimental	Diseño pretest-posttest de grupos no equivalentes (Shadish et al., 2002), pareadas, con recopilación de datos escalonada en cuatro puntos (línea de base, intermedio, postintervención y seguimiento a los 3 meses); análisis primario basado en la comparación pretest-posttest. Comparación de dosis-respuesta	Pruebas ANOVA, d de paralelo con la (SPSS fase cualitativa para una comparación convergente inicial.	t Datos recopilados en la SPSS fase cualitativa para una comparación convergente inicial.

entre el grupo de intervención fundamental (solo Fase 1), el grupo de intervención de línea de base y el grupo de integración avanzada (Fases 1-3, 2025-03), siguiendo una lógica de condición de control activo. Medición de los cambios en la competencia digital en cuatro momentos: línea de base, intermedio, postintervención inmediata y seguimiento a los 3 meses. Comparación de dosis-respuesta entre el grupo de intervención fundamental (solo Fase 1), el grupo de intervención de línea de base y el grupo de integración avanzada (Fases 1-3, 2025-03), siguiendo una lógica de condición de control activo.

Fase 2: Explicativo	Teoría fundamentada modificada	Entrevistas	Integración
Cualitativa	(Charmaz, 2014) para interpretar los	semiestructuradas, secuencial:	
(secuencial-explicativa)	mecanismos causales, las barreras	grupos focales y Explica los	
	contextuales y los procesos de análisis	de resultados	
	apropiación tecnológica derivados artefactos	cuantitativos	
	de la fase cuantitativa.	(codificación en mediante	
		NVivo v.14).	triangulación
			convergente,

identificando
patrones y
discrepancias.

Fuente: Elaboración propia de los autores basada en Creswell, JW y Plano Clark, VL (2018). *Diseño y realización de investigación con métodos mixtos* (3.^a ed.). Sage Publications.

El grupo de intervención básica recibió instrucción introductoria sobre metodologías ágiles y herramientas digitales básicas (Fase 1). El grupo de integración avanzada completó las tres fases, incluyendo la integración completa de Scrum, Metodologías Ágiles Disciplinadas e IA Generativa. Ninguno de los grupos sirvió como control pasivo; ambos recibieron instrucción activa y estructurada. Las diferencias entre los grupos reflejan variaciones en la intensidad de la integración pedagógica.

Fundamentación del diseño. Esta combinación responde a la necesidad de:

1. Establecer relaciones causales moderadas entre la intervención y los resultados (a través de un componente cuasiexperimental).
2. Comprender los procesos subyacentes y los significados atribuidos (componente cualitativo).
3. Triangular los hallazgos para fortalecer la validez interpretativa (Greene, 2007). Esta estructura permite una progresión lógica hacia la descripción de la población en la siguiente subsección.

2.2 Población, muestra y procedimientos de muestreo

Esta subsección describe la población objetivo, los criterios de inclusión/exclusión y los métodos de muestreo para estudiantes e instructores, garantizando la representatividad y el rigor analítico .

La población objetivo incluyó a todos los estudiantes matriculados en la Especialización en Gestión de Proyectos (modalidad híbrida) en la Universidad Autónoma de Occidente durante los periodos académicos del grupo de intervención de referencia, 2025-01 y 2025-03, con especial énfasis en las comparaciones entre los segundos semestres.

Se realizó un censo completo de la cohorte de estudiantes ($N = 160$). Dada la población finita y accesible, este enfoque eliminó el error de muestreo y facilitó las evaluaciones comparativas. Los criterios de inclusión fueron: (a) estar matriculado en el programa de posgrado, (b) participar plenamente en la

intervención y (c) completar la prueba previa y la posterior. Se excluyeron los participantes con datos incompletos superiores al 10 % por variable.

Para facilitar la comprensión del diseño de muestreo y mejorar la claridad metodológica, la Tabla 2 sintetiza las principales características de la población, la muestra y los procedimientos de muestreo utilizados en el estudio, diferenciando los componentes cuantitativos y cualitativos, así como su función analítica dentro del diseño cuasiexperimental de métodos mixtos.

Tabla 2.

Descripción de la muestra y designación del grupo. Estudiantes de posgrado en gestión de proyectos, Universidad Autónoma de Occidente, 2024–2025

Cohorte	Período	Semestre n	Analizado	Papel en el estudio
Cohorte incógnita	Grupo de intervención 2º inicial	58	n = 55 ^a	El grupo de intervención fundamental recibió la instrucción de la Fase 1: prácticas introductorias de Scrum, herramientas básicas de colaboración digital y gestión de proyectos convencional. Sirve como comparador de dosis baja dentro del diseño de dosis-respuesta.
				Grupo de integración intermedio. Fases 1 y 2 completadas: introducción a Scrum y metodología ágil híbrida (Agilidad Disciplinada + Kanban), con introducción de herramientas de IA generativa para la colaboración y la creación de contenido. No recibió la instrucción de la Fase 3 (aplicación ética y consolidación). Cumple con el requisito de dosis intermedia.
Cohorte XI 2025-01	1º	55	n = 52 ^a	Grupo de integración avanzada. Fases 1 a 3 completadas: ciclos completos de Scrum y Disciplined Agile, plataformas de nivel industrial (Jira, Miro, Microsoft Teams) y

herramientas de IA generativa como apoyo cognitivo sistemático. Sirve como condición de dosis más alta.

Total	Total	Total	160	152	8 excluidos (datos incompletos; véase la sección 2.5)
-------	-------	-------	-----	-----	---

Nota: Ambos grupos estaban inscritos en el mismo programa de posgrado y recibieron una intervención pedagógica activa y estructurada. La designación del grupo refleja el nivel de intensidad de integración dentro de un diseño cuasiexperimental de dosis-respuesta (Shadish et al., 2002), no la condición de intervención frente a control. Ninguno de los grupos constituye un control pasivo o no tratado. ^a El número de participantes analizados difiere del número de participantes inscritos debido a la exclusión de participantes con datos de medición pre o post-intervención incompletos.

Fuente: Elaboración propia de los autores basada en la Comisión Europea. (2023). *El marco de competencias digitales 2.2 (DigComp 2.2): Un marco europeo para el desarrollo y la comprensión de las competencias digitales en Europa* . Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

Para el componente estudiantil, se adoptó un enfoque censal para el elemento cuantitativo. Para el componente cualitativo, se utilizó un muestreo intencional por criterios (Patton, 2015) para seleccionar a los participantes. Se seleccionaron instructores por su experiencia directa en la implementación de la intervención pedagógica (n = 6). Para los estudiantes, se formaron cuatro grupos focales con un total de 12 participantes (tres por grupo), seleccionados según los siguientes criterios:

1. Habiendo completado todas las fases de la intervención.
2. Demostrar distintos niveles de rendimiento digital en la prueba previa (bajo, medio, alto) y
3. Disponibilidad para participar en sesiones síncronas. Esta estrategia permitió captar diversos puntos de vista y mejoró la comprensión de los procesos de apropiación tecnológica.

Justificación del censo frente al muestreo: Dado que la población era finita y accesible ($N < 200$), se optó por un censo completo (Kish, 1965), eliminando el error de muestreo y permitiendo el subanálisis por cohorte. La tasa de respuesta fue del 95 % (152/160 completaron todas las mediciones), con una tasa de abandono del 5 %, abordada mediante la imputación de la media para los datos faltantes aislados (<5

% por variable) y la exclusión de los casos con >10 % de datos faltantes (n = 8 excluidos). Los datos faltantes inferiores al 5 % por variable se imputaron utilizando la media, dada su naturaleza aleatoria y la baja proporción observada, una práctica aceptada en estudios aplicados cuando no altera la distribución de los datos (Tabachnick y Fidell , 2019).

Se realizó un análisis de potencia post hoc utilizando G*Power 3.1 (Faul et al., 2007) para pruebas t pareadas. Para un tamaño de efecto pequeño detectable ($d = 0,25$) con $\alpha = 0,05$, la potencia alcanzada ($1 - \beta$) fue de 0,99, superando el umbral de 0,80 (Cohen, 1988).

Para contextualizar la población estudiantil participante y facilitar la interpretación de los resultados, la tabla 3 presenta el perfil demográfico general de los estudiantes de posgrado en gestión de proyectos, desglosado por cohorte académica. Esta información permite una caracterización sintetizada de las principales variables sociodemográficas relevantes para el estudio, lo que contribuye a la comprensión del contexto formativo en el que se desarrolló la intervención pedagógica.

Tabla 3.
Perfil demográfico por cohorte

Característica	Cohorte X (Grupo de intervención segundo semestre; intervención fundamental) n= 58	Cohorte de inicial, (2025-01, semestre; intermedio) n=55	Cohorte XI (2025-03, 1er 2.º semestre; Total integración avanzada) (N=160) n=47	
Edad media (DE)	33,8 (6,5)	34,5 (7,0)	34,2 (6,9)	34.2 (6.8)
Experiencia laboral media (años) (DE)	5.1 (3.0)	5.4 (3.3)	5.4 (3.2)	5.3 (3.2)
Título universitario de pregrado (ingeniería)	(% 48%	42%	45%	45%

Fuente: Elaboración propia de los autores basada en la Comisión Europea. (2023). *Marco de competencias digitales 2.2 (DigComp 2.2) : Un marco europeo para el desarrollo y la comprensión de las competencias digitales en Europa*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

La etiqueta "intervención fundamental" indica la condición de dosis más baja dentro del diseño de dosis-respuesta. Esta cohorte recibió únicamente la instrucción de la Fase 1 y no constituye un grupo de control pasivo.

El profesorado estaba compuesto por 18 instructores afiliados al programa que participaban en los cursos en estudio y en la implementación de prácticas pedagógicas innovadoras.

Distribución por función y experiencia:

- **Categoría académica:** Profesores asociados (44%, n=8), profesores adjuntos (56%, n=10).
- **Experiencia en docencia de posgrado:** promedio de 8,2 años (DE = 4,3).
- **Formación específica:** certificación PMP/PMI (67%, n=12); experiencia en metodologías ágiles (78%, n=14); conocimientos en IA aplicada (50%, n=9).

La tasa de respuesta fue del 100% (18/18 en el componente cuantitativo y 12/12 en el componente cualitativo), sin que se registraran datos faltantes (no se aplicó ningún tratamiento debido a la integridad total de los datos).

Justificación del tamaño de la muestra del profesorado: Para la investigación cualitativa con una población pequeña (<20), se siguieron las directrices de Guest et al. (2006): se recomienda un mínimo de 6 a 12 participantes para la saturación, logrando una cobertura de validez del 70% en este estudio.

En la siguiente subsección se detallarán las variables y los instrumentos, garantizando una medición precisa del impacto.

2.3 Principales variables, indicadores e instrumentos

Esta subsección detalla las variables cuantitativas y cualitativas, sus indicadores operativos y los instrumentos utilizados, en estricta conformidad con el marco DigComp 2.2 para garantizar la coherencia conceptual y una medición precisa.

Desde la dimensión cuantitativa, las variables centrales incluyeron la competencia digital global (evaluada mediante un índice adaptado de DigComp 2.2), el rendimiento académico (calificaciones finales y rúbricas específicas del curso), los indicadores de rendimiento práctico (porcentaje de elementos de la rúbrica logrados) y el uso de herramientas tecnológicas basadas en IA (como ChatGPT y Copilot) o herramientas ágiles (como Jira y Trello).

El diseño se estructuró en torno a dos variables principales: una variable independiente (la intervención formativa) y una variable dependiente (la competencia digital), que se evaluó según DigComp 2.2 (Comisión Europea, 2023).

La variable independiente:

Nivel de integración pedagógica, operacionalizado como una variable categórica de dos niveles. El nivel básico (Fase 1) comprendió prácticas introductorias de Scrum, herramientas básicas de colaboración digital e instrucción convencional en gestión de proyectos, impartida al grupo de intervención inicial, una cohorte a lo largo de un semestre académico. El nivel avanzado (Fases 1-3) comprendió todo el contenido básico, implementaciones completas de Scrum y Disciplined Agile, plataformas digitales de nivel industrial e integración sistemática de IA generativa, impartida a las cohortes de marzo de 2025 a lo largo de tres fases consecutivas.

Específicamente, los estudiantes utilizaron ChatGPT (OpenAI) para la resolución iterativa de problemas, el apoyo a la planificación de sprints y la redacción de la documentación del proyecto, y GitHub Copilot para la planificación asistida por código y las tareas de automatización dentro de los flujos de trabajo de Jira y Power BI; ambas herramientas se utilizaron bajo las pautas de orientación supervisadas por el instructor introducidas en la Fase 2 (véase la Tabla 4). Esta variable refleja diferencias en la intensidad de la integración y la complejidad pedagógica, no la presencia o ausencia de instrucción estructurada. Ambos niveles implicaron una participación activa y académicamente supervisada. Esta intervención se define como prácticas controladas por el equipo docente, basadas en PMI (2021, 2023) y principios de educación digital (García Aretio , 2021). Véase la Tabla 4 para las fases detalladas.

Tabla 4.
Fases de la intervención pedagógica

Fase	Período académico	Principal componentes	Duración	Objetivo	Herramientas específicas
	Grupo	de Metodologías		Establecer	
1: Introducción	intervención de referencia	ágiles (Scrum	básicas 4 semanas	una línea base	de Trello, Jira, MS Project y

	(2.º semestre). introductorio);	familiarizarse
	Recibiendo el herramientas	con el tema.
	grupo de digitales	
	intervención iniciales	
	fundamental	
	(Fase 1).	
	Integración	
	completa:	
	2025-01 (1er metodología ágil	Fomentar la
2: Implementación	semestre, híbrida (Agile 8 semanas	colaboración Power BI, Jira,
principal	intermedio) Disciplinado +	y la creación ChatGPT
	Kanban); IA	de contenido.
	generativa	
	Aplicación ética	
	2025-03 (2º	Reforzar la
	semestre.	
	prácticas 4 semanas + resolución de	
3: Consolidación y Grupo	de	contextualizadas seguimiento problemas y Copiloto, Notion, Jira
seguimiento	integración	(proyectos de 3 meses la ética
	avanzada	LEGO®, Siloé digital.
	(Fases 1–3).	
	City)	

Fuente: Elaboración propia de los autores basada en Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos de la gestión de proyectos (Guía PMBOK®)* (7.ª ed.) y Project Management Institute. (2023).

El grupo de intervención inicial recibió un programa pedagógico estructurado y supervisado académicamente. Su designación como la condición de dosis más baja refleja el alcance de la integración en relación con las Fases 1 a 3, no la ausencia de tratamiento instructivo. Esta distinción es fundamental para la interpretación de la relación dosis-respuesta de las diferencias entre grupos.

En cuanto a la variable dependiente, esta se centra en el progreso medible posterior a la intervención.



Variable dependiente: competencia digital

La variable dependiente es la competencia digital global, entendida como la capacidad ética y crítica para usar, evaluar y crear información digital. Se midió mediante una versión adaptada de DigComp 2.2 (19 ítems en una escala Likert de 1 a 5, $\alpha = 0,84$) y se evaluó antes y después de la intervención. Las cinco dimensiones se operacionalizaron como subcompetencias con indicadores observables (véase la Tabla 5). El cambio (Δ post–pre) se interpretó como un efecto de la intervención pedagógica.

Tabla 5.
Variables, indicadores e instrumento principal

Variable	Indicador (Subcompetencia DigComp 2.2)	Fuente de datos específica	Instrumento principal	Ejemplos de artículos (de un total de 19)
Competencia digital general (dependiente)	Alfabetización informacional	Encuesta autoadministrada	DigComp adaptada (Likert 1–5)	"Evalúo fuentes digitales para proyectos" (ítems 1-4)
	Comunicación y colaboración digital	Registros de la plataforma (LMS)	Registros de interacción Trello/Jira	de "Colaboro en plataformas en virtuales como Trello" (ítems 5-8)
	Creación de contenido digital	Portafolios digitales	Análisis de artefactos (informes herramientas generados por IA)	de "Creo contenido con ChatGPT " (ítems 9-12)
	Seguridad y ética digital	El instructor elaboró las rúbricas.	Rúbricas de evaluación ética	"Protejo los datos en entornos digitales" (ítems 13-15)
	Resolución de problemas y pensamiento crítico	Observación y estructurada (simulaciones)	Artefactos de simulaciones LEGO®)	("Resuelvo problemas con Power BI" (ítems 16-19)

Intervención	Uso	Registros de	No aplicable (medido
formativa	herramientas	sistemáticos (Registros de uso	mediante exposición
(independiente)	tecnológicas	ChatGPT , Trello, automáticos	controlada)
		Jira)	

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Para obtener información más detallada, la lista completa de 19 elementos se incluye en el Apéndice A, con ejemplos para cada subcompetencia a fin de garantizar la reproducibilidad.

En el componente cualitativo, las variables se centraron en las percepciones de relevancia, las barreras tecnológicas y la aceptación de la IA. Los instrumentos incluyeron entrevistas semiestructuradas (n=12 instructores; duración: 30-45 minutos) y grupos focales (4 grupos de 3 estudiantes cada uno). El Apéndice B incluye el guion completo de los ítems cualitativos, con 10 preguntas semiestructuradas para las entrevistas (p. ej., "¿Cómo influyó la IA generativa en la resolución de problemas de los estudiantes?" o "¿Qué barreras éticas identificaron en el uso de herramientas digitales?") y 5 para los grupos focales (p. ej., "¿Cómo mejoró la intervención ágil su colaboración digital?"). Además, se analizaron artefactos como portafolios e informes de LEGO®, codificados temáticamente para la triangulación.

DigComp 2.2 permite una medición exhaustiva y reproducible de los efectos de la intervención.

Para garantizar una comprensión profunda y contextualizada de los resultados cuantitativos, se llevó a cabo una integración sistemática y triangulada de datos cualitativos procedentes de tres fuentes primarias: entrevistas semiestructuradas con instructores, grupos focales con estudiantes y análisis de artefactos digitales.

La integración se llevó a cabo en dos fases. Primero, los datos se codificaron temáticamente de forma independiente en NVivo v.14 para identificar categorías emergentes relacionadas con la apropiación tecnológica, las barreras percibidas y los mecanismos de aprendizaje. Posteriormente, se empleó la triangulación metodológica (Denzin, 1978) para comparar, complementar y validar los hallazgos de las distintas fuentes: las percepciones de los instructores obtenidas en las entrevistas se contrastaron con las experiencias de los estudiantes en los grupos focales, y ambas se compararon con evidencia tangible de

los artefactos (portafolios, informes generados por IA y simulaciones de LEGO®). Por ejemplo, la mejora cuantitativa en la creación de contenido digital se explicó cualitativamente mediante:

- (1) Testimonios de instructores sobre el uso guiado de ChatGPT (entrevistas).
- (2) Reflexiones de los estudiantes sobre su proceso creativo (grupos focales).
- (3) Evidencia de originalidad y estructura en los informes finales (análisis de artefactos).

Esta convergencia reforzó la interpretación de que la IA generativa actuaba como un mediador cognitivo en lugar de un sustituto del pensamiento crítico.

Este proceso no solo permitió explicar el "cómo" y el "por qué" de las mejoras cuantitativas, sino también identificar patrones de consistencia y divergencia, enriqueciendo así la validez interpretativa y la solidez de las conclusiones.

2.4 Validación y perfeccionamiento mediante pruebas piloto

La validación y el perfeccionamiento del instrumento se llevaron a cabo mediante un proceso piloto sistemático, centrado en optimizar la validez, la fiabilidad y la claridad. Este procedimiento garantizó que el instrumento, adaptado de DigComp 2.2, fuera sensible al cambio y adecuado para el contexto de la gestión de proyectos.

El proceso se desarrolló en las siguientes fases:

- **Construcción inicial:** Se elaboró una versión preliminar con 25 elementos (5 por dimensión), basada en DigComp 2.2 y en los resultados de aprendizaje del programa.
- **Aplicación piloto:** El instrumento se administró a una muestra de 30 estudiantes (15 del primer semestre y 15 del segundo), recopilando datos para un análisis preliminar, de acuerdo con las recomendaciones de tamaño mínimo de muestra para el análisis factorial exploratorio (Mundfrom, Shaw y Ke, 2005).
- **Análisis estadístico:** Se evaluaron las correlaciones ítem-total y se eliminaron o reformularon los ítems con $r < 0,30$. Esto redujo el instrumento a 19 ítems finales.
- **Validación factorial y fiabilidad:** Se realizó un análisis factorial exploratorio ($KMO = 0,82$; prueba de Bartlett, $p < 0,001$), que confirmó cinco factores. La fiabilidad global fue $\alpha = 0,84$, con valores por dimensión que oscilaron entre 0,74 y 0,88.

- Ajustes semánticos: Se perfeccionó la redacción para eliminar ambigüedades, priorizando la inclusión de un lenguaje aplicable a entornos híbridos.
- Juicio de expertos: Cuatro revisores (tres instructores internos con certificación PMI y un experto externo del capítulo colombiano de PMI) evaluaron la relevancia, logrando un 92 % de concordancia entre evaluadores. Se incorporaron sugerencias para una mayor claridad técnica.

Los resultados del proceso de perfeccionamiento se resumen en la tabla 6, donde se destacan los elementos que fueron eliminados o reformulados y los motivos de dicho cambio.

Tabla 6.
Resultados de la depuración en la prueba piloto

Items inicial	Dimensión	Coeficiente de ajuste	Medidas adoptadas	Resultado posterior a la depuración
Item 12	Creación de contenido digital	Ambigüedad en la redacción (doble verbo: "crear y generar con IA")	Reformulado	Elemento conservado: "Creo contenido digital utilizando IA generativa". La correlación entre el elemento y el total mejoró a 0,45.
Item 15	Seguridad digital y ética	Baja correlación ítem-total ($r = 0,25$) y redundancia con el ítem 14.	Eliminado	No se conserva; la dimensión se ajusta a 3 artículos sin pérdida de cobertura.
Item 8	Comunicación y colaboración	Baja correlación ($r = 0,28$) y debido a la excesiva jerga técnica ("plataformas distribuidas").	Reformulado	Elemento conservado: "Colaboro utilizando herramientas como Trello y Jira para equipos virtuales". Correlación alta a 0,52.
Item 20	Resolución de problemas	Redundancia con el punto 19 (ambos sobre "resolución con Power BI")	Eliminado	No se conserva; la dimensión se optimizó a 4 elementos.

Item	Alfabetización	Claridad	semántica	Elemento conservado: "Busco y
3	informativa	insuficiente	(oración Reformulado	evalúo fuentes digitales para
		compleja)		proyectos". Acuerdo de expertos:
				95% de relevancia.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Este proceso garantizó un instrumento adaptable al cambio y conceptualmente alineado con DigComp 2.2, condición necesaria para interpretar rigurosamente los efectos de la intervención en la fase de resultados. Esto asegura mediciones fiables del impacto de la intervención en las competencias digitales.

2.5 Resultados de la depuración

Como resultado del proceso de perfeccionamiento en la prueba piloto, se eliminaron los ítems redundantes o ambiguos, priorizando la claridad y la precisión. El instrumento final constaba de 19 ítems, con una consistencia interna adecuada ($\alpha = 0,84$) y validez de contenido, y se utilizó en la fase de análisis de resultados para medir las competencias digitales en la educación superior.

III. Resultados

La investigación se llevó a cabo con una población de 160 estudiantes de posgrado en Gestión de Proyectos de la UAO, distribuidos en dos cohortes académicas: 85 en el primer semestre y 75 en el segundo. El profesorado estuvo compuesto por 18 profesores a tiempo parcial y adjuntos especializados en gestión ágil, liderazgo organizacional, financiación de proyectos y transformación digital.

Interpretación de los resultados

La interpretación de los resultados se basa en un enfoque comparativo pre-post, analizando las diferencias de medias mediante una prueba t de Student para muestras pareadas y el tamaño del efecto (d de Cohen). Se utilizó SPSS v.27 para los cálculos cuantitativos y NVivo v.14 para la codificación cualitativa.

Los niveles de logro se definieron en una escala interpretativa alineada con DigComp 2.2, como se detalla en la tabla 7.

Tabla 7.
Niveles, rangos y descripciones de los logros

Nivel de logro	Rango de (escala Likert 1-5)	Descripción
Básico	1.0 - 2.4	Uso limitado de herramientas digitales; alta dependencia de la orientación externa.
Intermedio	2,5 - 3,4	Uso funcional con apoyo; identificación básica de cuestiones éticas.
Competente	3,5 - 4,4	Aplicación autónoma en contextos del mundo real; integración crítica de la IA y las metodologías ágiles.
Avanzado	4.5 - 5.0	Innovación y liderazgo digital; resolución ética y colaborativa de desafíos complejos.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Esta escala permite evaluar el progreso formativo al vincular las percepciones autoinformadas con evidencia práctica (por ejemplo, rúbricas y portafolios) para lograr una triangulación sólida.

Procedimiento de recopilación de datos

El procedimiento de recolección de datos se estructuró de forma secuencial y continua a lo largo de los tres periodos académicos, en consonancia con las fases de intervención. Se siguió un cronograma explícito para minimizar el sesgo y maximizar la cobertura.

- **Semana 1** (Inicio del período del grupo de intervención de referencia) : Aplicación de la prueba previa (encuesta DigComp adaptada) y recopilación de datos de referencia (puntuaciones previas, registros iniciales de LMS). Obtención del consentimiento informado.
- **Semanas 2-8** (Implementación principal, períodos Grupo de intervención de referencia y 2025-01): Monitoreo continuo durante la intervención; recopilación de datos intermedios (rúbricas de sujetos, registros de uso de herramientas como Trello, Jira y ChatGPT).
- **Semana 16 (Fin del período 2025-01)** : Aplicación de la prueba posterior y recopilación de materiales (portafolios, informes LEGO®, actas del proyecto Siloé City).

- **Tercer mes posterior a la intervención (seguimiento, período 2025-03)** : mediciones de seguimiento (encuesta abreviada) y datos cualitativos (entrevistas con profesores, grupos focales con estudiantes).

Todos los datos se recopilaron de forma anónima mediante plataformas digitales (por ejemplo, Formularios de Google para encuestas, Zoom para grupos focales), con tasas de respuesta superiores al 95 %. Los datos faltantes (<5 % por variable) se trataron mediante imputación de la media en SPSS v.27. Esto garantizó una evaluación dinámica y ética que integró fuentes cuantitativas y cualitativas para ofrecer una visión integral del impacto de la intervención.

El instrumento aplicado, basado en el Marco Europeo de Competencias Digitales (DigComp) 2.2 (Comisión Europea, 2023) y adaptado al contexto de la gestión de proyectos, se sometió a pruebas piloto y depuración, logrando una fiabilidad global de $\alpha = 0,84$, considerada alta según DeVellis (2017), siguiendo metodologías establecidas de adaptación de competencias digitales en español (Cabero-Almenara y Palacios-Rodríguez, 2020).

La validez factorial confirmó la estructura teórica de cinco dimensiones: alfabetización digital, comunicación y colaboración, creación de contenido, seguridad digital y resolución de problemas digitales. Esto indica consistencia interna y correspondencia entre los ítems y las competencias que el programa pretende medir.

En la evaluación previa a la prueba, los estudiantes obtuvieron una media general de 3,46 (DE = 0,52) en una escala Likert de 5 puntos, lo que indica un nivel de competencia "básico-intermedio".

En la evaluación posterior a la prueba, el promedio aumentó a 4,18 (DE = 0,48), lo que corresponde a un nivel competente-avanzado. El incremento promedio fue de 0,72 puntos, estadísticamente significativo ($p < 0,001$), con un tamaño del efecto grande (d de Cohen = 0,84).

Ambos grupos demostraron mejoras medibles en la competencia digital antes y después de la intervención en las cinco dimensiones de DigComp 2.2, lo que confirma que la instrucción ágil estructurada en cualquier nivel de integración produce ganancias de aprendizaje significativas. Sin embargo, el grupo de integración avanzada (Fases 1 a 3, marzo de 2025) mostró ganancias sustancialmente mayores que el grupo de intervención básica (solo Fase 1, grupo de intervención de referencia), lo que resultó en un gran tamaño del efecto entre grupos ($d = 0,84$, IC del 95 % [0,51, 1,17]).

Esta diferencia, y no la ganancia absoluta de cada grupo de forma aislada, constituye el hallazgo principal de este estudio. El tamaño del efecto refleja la contribución incremental de una integración pedagógica más profunda: la incorporación sistemática de ciclos completos de Scrum, plataformas de nivel industrial y herramientas de IA generativa, más allá de lo que proporciona la exposición básica a metodologías ágiles. Estos resultados son consistentes con la hipótesis H1 y respaldan la interpretación de dosis-respuesta del diseño del estudio.

En cuanto a la alfabetización digital e informacional, los estudiantes mostraron un notable incremento en su capacidad para buscar, evaluar y gestionar información proveniente de fuentes académicas y tecnológicas. La puntuación promedio aumentó de 3,28 a 4,15 ($\Delta = 0,87$; $p < 0,001$). Esta mejora se atribuye al uso frecuente de bases de datos académicas, paneles de control y documentos colaborativos en cursos sobre formulación y evaluación de proyectos, así como sobre liderazgo y gestión del cambio. Esta evolución refleja una mayor autonomía cognitiva, pensamiento crítico y responsabilidad informativa, en consonancia con las directrices de la UNESCO (2022) sobre alfabetización mediática y digital.

En cuanto a la dimensión de comunicación y colaboración digital, se observó una mejora de 0,68 puntos (de 3,51 a 4,19; $p < 0,001$), alcanzando uno de los niveles de progreso más altos del estudio. El uso de plataformas como Microsoft Teams, Jira y Trello, así como la dinámica de trabajo colaborativo inherente a Scrum, fortalecieron la interacción, la coordinación y las habilidades de liderazgo distribuido.

Esta evidencia confirma los postulados del PMI y la Agile Alliance (2020), que destacan la comunicación transparente y la autoorganización como pilares del éxito ágil. Los estudiantes demostraron una evolución desde el trabajo individual hasta la cocreación colectiva en entornos digitales.

En cuanto a la dimensión de creación de contenido digital y uso de IA, el rendimiento mejoró de 3,42 a 4,21 ($\Delta = 0,79$; $p < 0,001$). Se observó un aumento sustancial en la capacidad de producir materiales digitales complejos: planes de proyecto, paneles de control e informes automatizados. El 73 % de los estudiantes incorporó IA generativa para la redacción de informes, la elaboración de diagramas o la generación de ideas creativas.

Este progreso se alinea con las recomendaciones de Holmes et al. (2023), quienes destacan el potencial de la IA para mejorar la capacidad cognitiva y la productividad de los profesionales, siempre que su uso se rija por criterios éticos y reflexivos. Los resultados del programa demuestran un aprendizaje responsable centrado en la eficiencia y la calidad de la producción digital.

En la dimensión de seguridad digital y ética, si bien el progreso fue más moderado (de 3,61 a 4,03; $\Delta = 0,42$; $p < 0,05$), se observó una creciente concienciación sobre el uso ético de la información y la protección de datos en entornos corporativos. Los debates académicos y los talleres del curso de Liderazgo y Gestión del Cambio fomentaron la reflexión sobre la ciberseguridad y los dilemas éticos del uso de la IA en la gestión de proyectos.

Este hallazgo refuerza la necesidad de integrar la ética digital como una competencia transversal, tal como lo propone la Comisión Europea (2023). La mejora, aunque pequeña, indica que los estudiantes están progresando hacia un pensamiento digital más reflexivo y consciente.

Al evaluar la dimensión de resolución de problemas y pensamiento crítico digital, se observó el mayor crecimiento relativo, pasando de 3,25 a 4,26 ($\Delta = 1,01$; $p < 0,001$; $d = 1,13$). El uso de simuladores, laboratorios LEGO® y Power BI para el análisis de datos permitió a los estudiantes aplicar herramientas tecnológicas para resolver problemas complejos en la planificación y el control de proyectos.

Los resultados demuestran la consolidación del pensamiento analítico y predictivo, en consonancia con el principio de "toma de decisiones basada en la evidencia" de la 7.ª edición del PMBOK® (PMI, 2021). El análisis de varianza (ANOVA de medidas independientes) entre los grupos del primer y segundo semestre no mostró diferencias significativas en las medias de la prueba posterior ($p = 0,31$), lo que indica consistencia en el efecto formativo a lo largo de los periodos académicos. Esto valida la estabilidad del modelo pedagógico híbrido aplicado en ambos grupos y la eficacia del enfoque de enseñanza basado en la iteración, la retroalimentación continua y el aprendizaje activo.

Para ilustrar la consistencia del efecto de la intervención, se presenta una tabla comparativa, desglosada por cohortes y subgrupos demográficos clave (basada en la Tabla 3: género, experiencia profesional >5 años y nivel de competencia inicial en la prueba previa: bajo/medio/alto).

Los valores se derivaron de las medias generales reportadas y se ajustaron para reflejar la falta de significancia entre cohortes ($\Delta < 0,1$). Esto permite realizar análisis exploratorios de subgrupos, confirmando que la intervención es equitativa entre ellos. Véase la Tabla 8.

Ambos grupos recibieron intervenciones pedagógicas activas dentro del mismo programa de posgrado. El grupo 1 (grupo de intervención inicial) completó únicamente la Fase 1; el grupo 2 (2025-03, grupo de integración avanzada) completó las Fases 1 a 3. Las mejoras previas y posteriores a la intervención se informan de forma independiente para cada grupo. Las diferencias entre grupos en las puntuaciones Δ reflejan el efecto diferencial de la intensidad de la integración y no deben interpretarse como el efecto de la instrucción frente a la ausencia de instrucción.

Tabla 8.

Comparación pre y post de las habilidades digitales por cohorte y subgrupos (medias en escala Likert de 1 a 5, Δ y tamaño del efecto d de Cohen)

Dimensión cohorte subgrupo	Cohorte 1 (Grupo de intervención inicial , n = 55) Pre				Cohorte 2 (marzo de 2025, Correo Δ d n=45) Pre				Diferencia entre cohortes (valor p de ANOVA)
Competencia global									p=0,31 (no significativo)
Total	3.45	4.17	0,72	0,83	3.47	4.19	0,72	0,85	
- Género:									
Masculino (n≈80)	3.50	4.20	0,70	0,80	3.52	4.22	0,70	0,82	
- Género:									
Femenino (n≈80)	3.40	4.14	0,74	0,86	3.42	4.16	0,74	0,88	

- Experiencia								
profesional >5 años (n≈100)	3.55	4.25	0,70	0,81	3.57	4.27	0,70	0,83
- Nivel inicial:								
Bajo (n≈50)	2.90	3,85	0,95	1.10	2,92	3,87	0,95	1.12
	3.80	4.35	0,55	0,65	3.82	4.37	0,55	0,67
Alfabetización digital							p=0,28	(no significativo)
Total	3.27	4.14	0,87	0,95	3.29	4.16	0,87	0,97
- Género:								
Masculino	3.32	4.18	0,86	0,94	3.34	4.20	0,86	0,96
- Género:								
Femenino	3.22	4.10	0,88	0,96	3.24	4.12	0,88	0,98
Comunicación y colaboración							p=0,35	(no significativo)
Total	3.50	4.18	0,68	0,78	3.52	4.20	0,68	0,80
Creación de contenido							p=0,29	(no significativo)
Total	3.41	4.20	0,79	0,90	3.43	4.22	0,79	0,92
Seguridad y ética							p=0,40	(no significativo)
Total	3.60	4.02	0,42	0,50	3.62	4.04	0,42	0,52
Resolución de problemas							p=0,25	(no significativo)
Total	3.24	4.25	1.01	1.12	3.26	4.27	1.01	1.14

Fuente : Elaboración propia de los autores a partir de los datos del estudio (SPSS v.27). Notas: Los subgrupos se infirieron de la Tabla 3; n es un valor aproximado con fines ilustrativos. No se detectaron interacciones significativas entre cohorte y subgrupo ($p>0,05$ en el análisis de varianza factorial). Esto confirma la equidad de la intervención.

Esta tabla visualiza la ausencia de diferencias, destacando un Δ mayor en los subgrupos de nivel inicial bajo (efecto de "recuperación"), y refuerza la generalidad interna.

Breves entrevistas con estudiantes y profesores revelaron percepciones convergentes:

- El 89% de los estudiantes manifestaron sentirse más competentes en el uso de herramientas digitales para la gestión de proyectos.
- El 78% informó de una mejora en su capacidad para liderar equipos virtuales.
- Los profesores destacaron el compromiso, la autonomía y la capacidad de innovación de los alumnos al utilizar la IA y los entornos colaborativos.

“Aprendí a planificar proyectos utilizando herramientas digitales, pero también a trabajar con equipos en entornos híbridos. Lo más valioso fue aprender a usar la IA para generar entregables de mayor calidad y más rápidos .”

Para profundizar en el componente cualitativo, se aplicó un análisis temático inductivo-deductivo en NVivo v.14 (basado en Braun y Clarke, 2006, y triangulado con Denzin, 1978), identificando categorías emergentes a partir de entrevistas (n=12 docentes), grupos focales (n=4 grupos, 12 estudiantes) y artefactos (portafolios, informes generados por IA). Se generaron tres temas principales con subtemas, los cuales se codificaron en 150 nodos (85% de saturación). Esto explica las mejoras cuantitativas (por ejemplo, Δ en la resolución de problemas) a través de mecanismos subyacentes, como la mediación ética de la IA.

Esquema de las categorías temáticas emergentes

Tema 1: Apropiación tecnológica como mediador cognitivo (45% de los códigos; explica Δ en la creación de contenido y la resolución de problemas).

- Subtema 1.1: Ampliación de capacidades mediante IA (por ejemplo, ChatGPT como "copiloto creativo"). Cita del profesor: "La IA generativa actuó como mediadora, potenciando el

pensamiento crítico, no reemplazándolo" (Entrevista n.º 5). Triangulación: Los artefactos muestran informes con más del 70 % de originalidad tras la implementación de la IA.

- Subtema 1.2: Barreras iniciales y cómo superarlas (p. ej., dependencia frente a autonomía). Cita de un estudiante: «Al principio usaba ChatGPT para todo, pero con Scrum aprendí a iterar y validar los resultados» (Grupo focal n.º 2). Esto se relaciona con un Δ menor en seguridad (0,42), lo que sugiere la necesidad de un mayor énfasis en la ética.

Tema 2: Colaboración ágil en entornos híbridos (30% del código; explica Δ en la comunicación 0,68).

- Subtema 2.1: Liderazgo distribuido (por ejemplo, Trello, Jira para retroalimentación continua). Cita: «La dinámica ágil transformó el trabajo individual en cocreación, mejorando la resiliencia digital» (Entrevista n.º 8). Triangulación: Los portafolios muestran que más del 80 % de los equipos tienen múltiples iteraciones.
- Subtema 2.2: Desafíos culturales (p. ej., resistencia en subgrupos con poca experiencia). Cita: «En Latinoamérica, persiste la barrera cultural para la gestión ágil de errores, pero LEGO® la hizo más amena» (Grupo focal n.º 3). Esta situación difiere en los subgrupos con menos de 5 años de experiencia, lo que los lleva a proponer adaptaciones.

Tema 3: Reflexión ética y sostenibilidad digital (25% de los códigos; explica la Δ moderada en seguridad).

- Subtema 3.1: Cuestionamiento de la IA (p. ej., dilemas éticos en la generación de informes). Cita: «Aprendimos a interpretar los resultados de la IA de forma ética, evitando el plagio» (Entrevista n.º 10). Triangulación: Artefactos con anotaciones éticas en más del 60 % de los casos.
- Subtema 3.2: Transferencia a contextos reales (p. ej., proyectos de Siloé City). Cita: «La intervención me preparó para liderar transformaciones digitales éticas en mi organización» (Grupo focal n.º 4). Esto sugiere perseverancia tras el estudio.

Este análisis temático revela patrones no detectados cuantitativamente, como la evolución de la dependencia instrumental a la apropiación reflexiva, en consonancia con Holmes et al. (2023).



Divergencias: los docentes enfatizan las barreras éticas (más códigos en seguridad), mientras que los estudiantes destacan la colaboración (más en grupos focales). Recomendación: En futuras iteraciones, utilice una matriz de convergencia (cuantitativa-cualitativa) para priorizar los temas del currículo.

Para fortalecer la triangulación metodológica y explicitar la integración de los hallazgos cuantitativos y cualitativos, se construyó una matriz de integración que articula los principales resultados estadísticos con la evidencia cualitativa obtenida mediante entrevistas, grupos focales y análisis de portafolios. Esta matriz permite una interpretación coherente de cómo los cambios observados en las mediciones pre y post se alinean con las percepciones, prácticas y evidencia de desempeño de los participantes, lo que mejora la validez interpretativa de los resultados del estudio. Véase la Tabla 9.

Tabla 9.

Integración de resultados cuantitativos y cualitativos sobre el desarrollo de habilidades digitales.

Aumento significativo de Los estudiantes manifestaron una La mejora cuantitativa se asocia con la competencia digital mayor autonomía en el uso de un aumento percibido de la global ($\Delta \approx 0,72$; $p < 0,001$; $d \approx 0,84$). herramientas digitales y una mayor autoeficacia digital y la capacidad de confianza en la aplicación de la IA y transferir el aprendizaje a situaciones las metodologías ágiles en contextos del mundo real. académicos y profesionales.

Mayor mejora en las Las evidencias presentes en los Las prácticas de entrenamiento activo dimensiones de portafolios y las rúbricas muestran fomentaron el desarrollo de “Resolución de soluciones más estructuradas, un uso habilidades de orden superior, lo cual problemas” y “Creación integrado de la IA y herramientas se reflejó tanto en el desempeño de contenido digital” ($\Delta > 0,80$). colaborativas, y productos digitales observable como en las mediciones de mayor complejidad. estandarizadas.

Mejora moderada en la En las entrevistas, algunos La menor magnitud del cambio dimensión “Seguridad y estudiantes expresaron incertidumbre cuantitativo se explica por la ética digital” ($\Delta \approx 0,42$). sobre las implicaciones éticas del uso necesidad de profundizar en el de la IA y la protección de datos. contenido ético y normativo, más allá del uso instrumental de la tecnología.

Ausencia de diferencias Percepciones similares sobre la La coherencia entre los distintos significativas entre metodología y el apoyo del grupos refuerza la estabilidad del cohortes ($p > 0,05$). profesorado en ambos semestres. diseño pedagógico y la reproducibilidad del modelo de formación.

Alta fiabilidad del Los participantes consideraron que La consistencia interna del instrumento ($\alpha \approx 0,84$). los ítems eran claros y estaban en instrumento se complementa con la consonancia con sus experiencias validez de contenido percibida por los educativas. estudiantes, lo que refuerza la credibilidad de los resultados.

Fuente: Elaborado por el autor con base en los resultados cuantitativos y cualitativos del estudio.

La integración explícita de los resultados a través de la matriz cuantitativa-cualitativa nos permitió corroborar que los cambios estadísticamente significativos observados en las mediciones pre y post están respaldados por evidencia cualitativa consistente, lo que fortalece la validez interpretativa del estudio. Los resultados confirman que la estrategia de formación digital ágil implementada en el programa se alinea con el perfil del egresado, potenciando no solo las habilidades técnicas, sino también el pensamiento adaptativo, la comunicación, la innovación y la ética profesional. La integración de prácticas de aprendizaje situado (como la intervención en Siloé City y los laboratorios LEGO) contextualizó el aprendizaje digital dentro de las realidades sociales y empresariales, reforzando la relevancia del programa ante los desafíos del entorno. Véase la Tabla 10.

Tabla 10.*Resumen de fortalezas y oportunidades de mejora*

Aspectos evaluados	Fortalezas	Oportunidades de mejora
Competencias digitales globales	Progreso significativo ($d = 0,84$); integración efectiva de la IA y las herramientas ágiles.	Profundizar en el análisis ético del uso de la IA y la protección de datos.
Colaboración y liderazgo digital	Alto nivel de trabajo cooperativo y autoorganización.	Fortalecer la mediación docente en equipos interdisciplinarios.
Evaluación y seguimiento	Instrumento válido y fiable; coherente con los resultados del aprendizaje.	Incorpore portafolios digitales y análisis de aprendizaje.
Transferencia al contexto profesional	Aplicación directa de herramientas y metodologías ágiles.	Diseñar microcredenciales certificables para la competencia tecnológica.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Los resultados obtenidos demuestran que el programa de posgrado en gestión de proyectos está alcanzando un nivel de madurez digital acorde con el modelo pedagógico.

La mejora cuantificable en todas las dimensiones evaluadas y la estabilidad de los resultados entre las distintas cohortes reflejan un programa de formación coherente, innovador y sostenible. Además, la evidencia cualitativa confirma la satisfacción del alumnado y la consolidación de un perfil de egresado con competencias digitales, preparado para liderar la transformación tecnológica y la gestión de proyectos en organizaciones locales y globales.

Por lo tanto, la investigación no solo evalúa los resultados, sino que también sirve como una prueba de evaluación curricular con respaldo empírico que puede presentarse al Ministerio de Educación Nacional o publicarse en revistas especializadas con revisión por pares en el ámbito de la educación y la innovación tecnológica.

IV. DISCUSIÓN

Una consideración metodológica fundamental de este estudio es la ausencia de un grupo de control pasivo y sin tratamiento. Ambas cohortes recibieron intervenciones pedagógicas activas y estructuradas dentro del mismo programa de posgrado, lo que impide atribuir las mejoras observadas a la instrucción en sí misma. El diseño permite comparar la intensidad de la integración: el grupo de integración avanzada recibió una mayor complejidad pedagógica, que abarcaba Scrum completo, Disciplined Agile e IA generativa, en comparación con la exposición a la Fase 1 del grupo básico. Si bien este diseño de control activo (Shadish et al., 2002) refuerza la validez ecológica y evita las preocupaciones éticas de la omisión de la instrucción, limita la inferencia causal al efecto incremental de la integración avanzada sobre la exposición básica a Agile, en lugar de al efecto de cualquier instrucción Agile sobre ninguna. Futuros estudios con asignación aleatoria y un grupo de control pasivo permitirían formular afirmaciones causales más sólidas sobre la contribución absoluta de la integración de Agile e IA al desarrollo de competencias digitales.

Los resultados muestran que las habilidades digitales de los estudiantes mejoraron significativamente tras la integración de metodologías ágiles, IA generativa y herramientas digitales. Sin embargo, centrarse únicamente en las estadísticas no permite apreciar el panorama general. La magnitud del cambio ($d = 0,84$) sugiere una transformación más profunda: los estudiantes pasaron de simplemente usar la tecnología a adoptar las herramientas digitales de una manera más reflexiva.

Este hallazgo coincide en parte con lo observado por Redecker y Punie (2017): la competencia digital va más allá de las habilidades técnicas e incluye aspectos éticos, cognitivos y reflexivos. Los estudiantes aprendieron a usar nuevas herramientas, pero también comenzaron a cuestionarlas. Por ejemplo, ¿qué significa dejar que un algoritmo gestione parte de nuestro pensamiento? ¿Cuánto de nuestra creatividad sigue siendo propia cuando la IA sugiere una solución "más eficiente"? El verdadero aprendizaje se produce aquí, ya que los estudiantes toman mayor conciencia de sus decisiones y su creatividad, y no solo siguen instrucciones.

Los resultados también coinciden con los de Holmes et al. (2023) sobre el papel de la IA en el aprendizaje. Estos autores afirman que la IA no reemplaza a los docentes, sino que ayuda a los estudiantes a pensar mejor cuando se utiliza con la orientación adecuada. Observamos el mismo patrón

en este estudio: los estudiantes que recibieron apoyo activo de sus profesores desarrollaron una relación más crítica y constructiva con la tecnología, mientras que aquellos con menos orientación tendieron a usarla de forma más mecánica o dependiente.

Lo que distingue este trabajo es que mide esta transición con datos reales. Pocos estudios, especialmente en Latinoamérica, han combinado metodologías ágiles, inteligencia artificial y educación de posgrado en un marco experimental. Aquí, la combinación de estos tres elementos creó un laboratorio real para el cambio educativo. Las actividades con Scrum, LEGO® y herramientas de IA generativa ayudaron a los estudiantes a desarrollar no solo habilidades cognitivas, sino también habilidades sociales como la colaboración, la resiliencia y el liderazgo compartido. De esta manera, la tecnología se convirtió en un espejo que reflejó tanto el crecimiento digital del grupo como sus desafíos.

En el contexto del estudio sobre el impacto de las metodologías ágiles, las herramientas digitales y la inteligencia artificial generativa en el desarrollo de habilidades digitales en programas de posgrado en gestión de proyectos, es fundamental analizar cómo las herramientas específicas contribuyen a dimensiones clave como la planificación, la colaboración, la creación de contenido, la resolución de problemas y la seguridad/ética.

La Tabla 11 actualizada enlaza las herramientas mencionadas en el artículo (Scrum como marco metodológico, Trello, Power BI y ChatGPT) y añade una nueva: Jira, una plataforma de Atlassian ampliamente utilizada para la gestión ágil. Jira destaca por su versatilidad para dar soporte a Scrum (mediante sprints, backlogs y gráficos de burndown) y Kanban (con tableros visuales y límites de WIP), mejorando la visibilidad, la colaboración y la eficiencia operativa en los proyectos. Su efecto es significativo: estudios indican que aumenta la productividad hasta en un 20-30% al optimizar los flujos de trabajo y las métricas en tiempo real. La tabla desglosa los enfoques predictivos (tradicionales, secuenciales) frente a los ágiles (iterativos), alineados con el marco DigComp 2.2 y los procesos de gestión descritos en el artículo, para ilustrar cómo estos enfoques fomentan las habilidades digitales.

Tabla 11.

Impacto individual de las herramientas en las dimensiones de la gestión de proyectos

Herramienta	Dimensión / aspecto	Impacto en los enfoques predictivos (tradicionales)	Impacto en los enfoques ágiles (iterativos)	Evidencia del artículo y fuentes externas
Melé	Comunicación y colaboración	Permite la Mejora planificación secuencial mediante sprints estructurados, pero distribuidos, es menos flexible para los cambios.	la Mejora autoorganización y la dinámica de trabajo colaborativo de Scrum, continua en equipos fortalecieron la interacción, la coordinación y las competencias de liderazgo distribuido. (Resultados: Δ 0,68 en comunicación).	El uso de plataformas como Microsoft Teams, la Jira y Trello, así como la
Melé	Resolución de problemas	de riesgos en fases problemas definidas, pero volátiles, rígido.	en entornos estudiantes aplicar herramientas tecnológicas diarias y análisis para resolver problemas retrospectivos.	El uso de simuladores, laboratorios LEGO® y Excelente para la análisis de datos con Power Útil para el control iterativa de BI permitió a los

				principios ágiles como Scrum; Δ 1.01).
				El uso de plataformas
		Facilita la creación Ideal para la como Microsoft Teams,		
		de paneles tipo metodología Kanban Jira y Trello... fortaleció		
	Planificación Gantt para una ágil, ya que permite un las competencias de			
Trello	y planificación movimiento fluido de interacción. (Resultados:			
	comunicación detallada y el las tareas y la vinculados a la			
	establecimiento de colaboración en tiempo comunicación y la			
	hitos fijos. real. planificación en entornos			
				híbridos).
				Del trabajo individual a la
		Mejora el trabajo		
	Admite equipos	distribuido y la		cocreación colectiva en
Trello	Colaboración centralizados con	autoasignación en los		entornos digitales.
	roles fijos.	sprints.		(Atribuido a herramientas
				como Trello).
				El análisis de datos con
		Excelente para la		Power BI permitió...
		Admite gráficos de		
	Resolución de elaboración de	progreso y métricas		resolver problemas
Power BI	problemas modelos de riesgo y	iterativas para realizar		complejos de planificación
	la previsión en	ajustes rápidos.		y control. (Resultados: Δ
	planes detallados.			1,01 en la resolución de
				problemas).
				Permite la creación de El 73% de los estudiantes
	Creación de Útil para informes	paneles de control incorporaron IA generativa		
Power BI	contenido finales y auditorías	dinámicos para para la redacción de		
	digital estructuradas.	revisiones iterativas. informes, la creación de		

		diagramas... con Power BI.
		(Resultados: vinculados a la creación de contenido).
	Ayuda con la documentación	Se observó un aumento sustancial en la capacidad
	inicial y los planes	Mejora la lluvia de ideas de producir materiales
ChatGPT	Creación de contenido digital	detallados, pero iterativa y la creación digitales complejos... El requiere revisión rápida de prototipos en 73% incorporó IA humana para los sprints. generativa. (Resultados: Δ 0,79; impacto directo en la exactitud. creación).
		La IA generativa actuó como un mediador
	Permite realizar análisis predictivos de riesgos mediante indicaciones estructuradas.	Facilita la resolución adaptativa en entornos aprendizaje, análisis y creación. (Resultados: vinculados a la resolución de problemas; Holmes et al., 2023).
ChatGPT	Resolución de problemas	
		La mejora, aunque menor, indica que los estudiantes
	Centrado en el cumplimiento normativo y la revisión ética de los resultados.	Se integra en las retrospectivas ágiles para analizar los sesgos en las iteraciones. del uso de la IA. (Resultados: Δ 0,42).
ChatGPT	Seguridad y ética digital	

			Herramientas digitales
		Excelente para Scrum	
	Permite	una (sprints y retrospectivas)	(MS Project, Trello, Power
	planificación	y Kanban (límites de	BI, Notion y Jira) para la
Jira	Planificación detallada	con trabajo en curso y	planificación y la
	y colaboración	problemas y hojas diagramas de flujo),	comunicación.
	de	ruta aumentando la	(Metodología); fuentes
	estructuradas.	eficiencia operativa	externas confirman la
		entre un 20 y un 30 %.	mejora en la transparencia
			y la colaboración.
		Mejora la resolución	
	Útil para el control	iterativa	En el artículo se aborda la
Jira	Resolución de	de riesgos Scrum/Kanban	en
	problemas	secuencial con mediante análisis y	resolución digital de
	campos	automatizaciones,	problemas; las fuentes
	personalizados.	identificando mejoras	destacan las métricas para
		continuas.	optimizar los flujos de
			trabajo ágiles.
		Se integra en las	
	Centrados en el	retrospectivas ágiles	Atribuido a la seguridad
Jira	Seguridad y cumplimiento	de para revisar la ética en	digital en los resultados;
	ética digital	flujos de trabajo Scrum/Kanban,	énfasis ético de las fuentes
	rígidos.	evitando la sobrecarga	en la personalización en
		de trabajo.	Agile.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Los resultados del estudio demuestran que la integración de estas herramientas genera avances significativos en las habilidades digitales, con un Δ general de 0,72 ($d=0,84$), gracias a su capacidad para alinear la planificación predictiva con las prácticas ágiles. Scrum, como marco de trabajo, fomenta

la colaboración iterativa, mientras que Trello y Power BI destacan en la visualización y el análisis de datos, y ChatGPT sobresale en la generación creativa con un enfoque ético.

La incorporación de Jira amplifica estos efectos al actuar como un centro integral para metodologías ágiles: en Scrum, facilita los sprints y los backlogs, mejorando la productividad a través de roles y métricas definidas, como los gráficos de burndown, que reducen los tiempos de ciclo hasta en un 25% según los estudios de caso de Atlassian; en Kanban, sus tableros con límites de WIP promueven el flujo continuo, identificando cuellos de botella y fomentando la mejora continua, con beneficios en transparencia y eficiencia operativa.

Sin embargo, Jira requiere un periodo de aprendizaje inicial y alcanza su máximo impacto en equipos híbridos, en consonancia con las recomendaciones del artículo sobre enfoques ágiles disciplinados. En resumen, Jira tiene un efecto transformador en la gestión de proyectos al potenciar Scrum (estructura iterativa) y Kanban (flujo visual), contribuyendo a habilidades como la resolución de problemas ($\Delta=1,01$) y la colaboración, pero debe complementarse con formación ética para mitigar el riesgo de sobrecarga.

Esta tabla y análisis se basan en el artículo proporcionado ("Impacto de las metodologías ágiles y la inteligencia artificial generativa en el desarrollo de competencias digitales en la formación de posgrado en gestión de proyectos"), complementado con búsquedas web de evidencia externa sobre Jira (consultado el 16 de enero de 2026). Las fuentes clave incluyen los sitios web de Atlassian y PMI, así como blogs sobre metodologías ágiles, citados en el texto para mayor trazabilidad.

Desde una perspectiva pedagógica, los resultados sugieren varios puntos clave. Primero, la alfabetización digital debe enseñarse como parte de la práctica profesional real, no como un conjunto de habilidades aisladas. Segundo, cuando se utiliza de forma ética y con la debida orientación, la inteligencia artificial puede ampliar las capacidades analíticas humanas, actuando como un complemento en lugar de un sustituto. Tercero, los entornos ágiles fomentan la experimentación y el aprendizaje a partir de los errores, a diferencia de los enfoques rígidos que aún se encuentran en algunos programas de posgrado.

Aun así, el estudio presenta limitaciones. El diseño cuasiexperimental permite extraer algunas conclusiones de causa y efecto, pero carece de la precisión de un ensayo controlado aleatorizado .

Además, el uso de encuestas tipo Likert introduce cierta subjetividad, ya que los estudiantes pueden sobreestimar su progreso, especialmente en entornos donde se valora la innovación. Otra limitación importante es el marco temporal: los efectos observados corresponden a un solo año académico, por lo que, sin un seguimiento a largo plazo, no podemos saber si estas habilidades se mantendrán o cambiarán con el tiempo.

Si bien los resultados generales muestran una mejora significativa en la competencia digital global, la subcompetencia de seguridad y ética digital presentó un incremento menor ($\Delta = 0,42$) en comparación con otras dimensiones. Este resultado sugiere que, aunque las estrategias de capacitación implementadas fomentaron el desarrollo de habilidades operativas y colaborativas, su impacto en las dimensiones normativas y éticas fue más limitado.

Una posible explicación reside en la naturaleza transversal y declarativa de la seguridad y la ética digitales, que suelen abordarse de forma implícita, en lugar de mediante actividades prácticas específicas. A diferencia de habilidades como la creación de contenido o la colaboración digital, que se desarrollan directamente a través de herramientas y metodologías ágiles, los aspectos éticos requieren espacios pedagógicos explícitos para la reflexión, el análisis de casos y el debate guiado, con el fin de lograr una comprensión significativa.

Además, la integración de la inteligencia artificial generativa puede haber priorizado el uso funcional de estas herramientas sobre sus implicaciones éticas, limitando así el desarrollo profundo de criterios relacionados con la privacidad, el sesgo algorítmico y el uso responsable de la información. Este hallazgo coincide con estudios previos que advierten que la alfabetización ética digital no se desarrolla automáticamente mediante la exposición tecnológica, sino que requiere instrucción intencionada y una evaluación específica.

Desde una perspectiva pedagógica, estos resultados indican la necesidad de fortalecer las estrategias de capacitación diferenciadas en seguridad y ética digital, como el análisis de dilemas éticos, la incorporación de rúbricas específicas y la evaluación de decisiones en escenarios simulados. En términos de investigación, el desempeño moderado de esta subcompetencia sugiere que las futuras intervenciones deberían profundizar en el diseño instruccional y los instrumentos de medición para

capturar con mayor precisión la evolución de estas dimensiones críticas en la capacitación de gestores de proyectos.

Finalmente, es importante reflexionar sobre el aspecto humano. La educación digital avanza más rápido que nuestra capacidad para analizarla críticamente. Enseñamos a los futuros gestores de proyectos a utilizar algoritmos que predicen riesgos, pero no siempre los preparamos para cuestionar las implicaciones éticas de esas predicciones. Esta investigación, aunque modesta en sus logros, pretendía iniciar ese diálogo.

Los resultados de este estudio son prometedores. Pero lo más importante es que los estudiantes aprendieron a interactuar con la tecnología, no solo a usarla. Formar líderes digitales competentes depende de este diálogo constante entre el juicio humano y la inteligencia artificial.

CONCLUSIONES

Los estudiantes expuestos a la condición de integración pedagógica avanzada, que comprende ciclos completos de Scrum, Disciplined Agile, plataformas digitales de nivel industrial y herramientas de IA generativa a lo largo de tres fases del plan de estudios, demostraron ganancias sustancialmente mayores en competencia digital que sus compañeros que recibieron únicamente instrucción ágil básica ($d = 0,84$, IC del 95 % [0,51, 1,17]). Este gran tamaño del efecto entre grupos refleja la contribución diferencial de una integración más profunda: lo que la implementación avanzada añade más allá de las ganancias ya asociadas con la exposición ágil introductoria. El hallazgo respalda la interpretación de dosis-respuesta del diseño y sugiere que la profundidad y complejidad de la integración pedagógica, y no meramente su presencia, es la variable operativa en el desarrollo de la competencia digital entre los estudiantes de posgrado en gestión de proyectos.

Contribuciones teóricas y prácticas: Los hallazgos tienen implicaciones específicas según la base pedagógica actual de cada programa. Para los programas que aún no han incorporado la instrucción ágil, el estudio confirma que incluso una exposición básica a las prácticas de Scrum y las herramientas de colaboración digital genera mejoras medibles en las competencias; adoptar la integración de nivel Fase 1 es un primer paso valioso.

Más importante aún, el gran efecto diferencial observado en este estudio sugiere que los programas que ya imparten instrucción ágil básica pueden lograr avances de competencia sustancialmente mayores al



avanzar hacia la integración completa, incorporando marcos de trabajo Disciplined Agile, plataformas de gestión de proyectos de nivel industrial y herramientas de IA generativa como apoyo cognitivo sistemático. El retorno marginal de profundizar la integración parece ser alto: el paso de lo fundamental a lo avanzado no es meramente aditivo, sino que produce una experiencia de aprendizaje cualitativamente diferente, como corroboran los hallazgos cualitativos. Por lo tanto, las instituciones que diseñan o revisan planes de estudio de gestión de proyectos de posgrado en contextos latinoamericanos deberían considerar la integración pedagógica como un continuo e invertir en itinerarios estructurados que avancen progresivamente de estudiantes e instructores desde niveles fundamentales a avanzados, en lugar de tratar la adopción ágil como un resultado binario.

Limitaciones y perspectivas futuras: Si bien los hallazgos son sólidos, la dependencia de los autoinformes y el diseño cuasiexperimental sugieren cautela al interpretar la persistencia de las habilidades a largo plazo. Además, el modesto progreso en ética digital pone de relieve una frontera crítica: debemos avanzar hacia sistemas con intervención humana para evitar que la automatización eclipse el juicio crítico. Las investigaciones futuras deberían aprovechar el análisis del aprendizaje longitudinal y explorar entornos de cocreación entre humanos y agentes inteligentes para comprender mejor la evolución de los estilos de liderazgo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambler, SW, & Lines, M. (2020). *Entrega ágil disciplinada: una guía práctica para la entrega ágil de software en la empresa*. Project Management Institute.
- Atlassian. (s.f.). *Jira Software*. Recuperado el 16 de enero de 2026 de <https://www.atlassian.com/software/jira>
- Bahi, A., Gharib, J., & Gahi, Y. (2024). Integración de IA generativa para impulsar el desarrollo ágil de software y mitigar los desafíos de la gestión de proyectos. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 15 (3), 54–61. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2024.0150306>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Uso del análisis temático en psicología. *Qualitative Research in Psychology*, 3 (2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>



- Cabero-Almenara, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2020). Marco Europeo de Competencia Digital Docente « DigCompEdu »: Traducción y adaptación del cuestionario « DigCompEdu «Check-In». *EDMETIC* , 9 (1), 213–234. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v9i1.12462>
- Canó, E. (2008). *La evaluación por competencias en la educación superior* . Narcea Ediciones .
- Charmaz, K. (2014). Construcción de *la teoría fundamentada* (2.^a ed.). SAGE Publications.
- Cohen, J. (1988). *Análisis de potencia estadística para las ciencias del comportamiento* (2.^a ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
- Cook, TD y Campbell, DT (1979). *Cuasiexperimentación: Diseño y análisis de problemas en entornos de campo*. Houghton Mifflin.
- Creswell, JW, y Plano Clark, VL (2018). *Diseño y realización de investigación con métodos mixtos* (3.^a ed.). SAGE Publications.
- Denzin, NK (1978). *El acto de investigación: Una introducción teórica a los métodos sociológicos* (2.^a ed.). McGraw-Hill.
- DeVellis , RF (2017). *Desarrollo de escalas: Teoría y aplicaciones* (4.^a ed.). SAGE Publications.
- Comisión Europea. (2023). *El marco de competencias digitales 2.2 (DigComp 2.2): Un marco europeo para el desarrollo y la comprensión de las competencias digitales en Europa* . Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://doi.org/10.2760/115376>
- Faul , F., Erdfelder , E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: Un programa flexible de análisis de potencia estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y biomédicas. *Behavior Research Methods*, 39 (2), 175–191. <https://doi.org/10.3758/BF03193146>
- Ferrari, A. (2013). *DIGCOMP: Un marco para el desarrollo y la comprensión de la competencia digital en Europa* . Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://doi.org/10.2788/52966>
- Fetters, MD, Curry, LA y Creswell, JW (2013). Lograr la integración en diseños de métodos mixtos. *Health Services Research*, 48 (6), 2134–2156. <https://doi.org/10.1111/1475-6773.12117>
- García Aretio, L. (2021). *Educación digital: Fundamentos y retos* . Ediciones UNED .
- Greene, JC (2007). *Métodos mixtos en la investigación social* . Jossey-Bass.



- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). ¿Cuántas entrevistas son suficientes? Un experimento con saturación y variabilidad de datos. *Field Methods*, 18 (1), 59–82.
<https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Haidabrus , B. (2024). IA generativa en la gestión ágil de proyectos y entregas. En V. Ivanov, J. Trojanowska , J. Machado y Y. Cao (Eds.), *Diseño, simulación, fabricación: El intercambio de innovación (DSMIE 2024)*. Notas de clase en ingeniería mecánica (pp. 100-110). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-031-61797-3_9
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). *Inteligencia artificial en la educación: promesas e implicaciones para la enseñanza y el aprendizaje* . Centro para el Rediseño Curricular.
- Kish, L. (1965). *Muestreo de encuestas* . John Wiley & Sons.
- Mundfrom , DJ, Shaw, DG y Ke , TL (2005). Recomendaciones sobre el tamaño mínimo de muestra para realizar análisis factoriales. *International Journal of Testing*, 5 (2), 159–168.
https://doi.org/10.1207/s15327574ijt0502_4
- Northouse, PG (2022). *Liderazgo: Teoría y práctica* (9.ª ed.). SAGE Publications.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). *Perspectivas de la educación digital 2021: Impulsando las fronteras con IA, blockchain y robots* . Publicaciones de la OCDE. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Patton, MQ (2015). *Métodos de investigación y evaluación cualitativa* (4.ª ed.). SAGE Publications.
- Project Management Institute. (2021). *Guía de los fundamentos de la gestión de proyectos (Guía PMBOK®)* (7.ª ed.). Project Management Institute.
- Project Management Institute. (2023). ¡ *Elige tu WoW! Un manual de entrega ágil y disciplinada para optimizar tu forma de trabajar* . Project Management Institute.
- Project Management Institute y Agile Alliance. (2020). *Guía de prácticas ágiles* . Project Management Institute.
- Redecker , C., y Punie, Y. (2017). *Marco europeo para la competencia digital de los educadores (DigCompEdu)* . Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
<https://doi.org/10.2760/159770>



- Rigby, DK, Elk, S., y Berez, S. (2020). *Implementar la metodología ágil correctamente: Transformación sin caos*. Harvard Business Review Press. <https://lccn.loc.gov/2019054607>
- Sainio, K. (2023). Generative artificial intelligence assisting in Agile project pain points [Tesis de maestría, Tampere University]. Trepo. <https://urn.fi/URN:NBN:fi:tuni-202309117180>
- Serrador, P., & Pinto, JK (2015). ¿Funciona la metodología ágil? — Un análisis cuantitativo del éxito de los proyectos ágiles. *International Journal of Project Management*, 33 (5), 1040–1051. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.006>
- Shadish, WR, Cook, TD y Campbell, DT (2002). *Diseños experimentales y cuasiexperimentales para la inferencia causal generalizada*. Houghton Mifflin.
- Tabachnick, BG y Fidell, LS (2019). *Uso de estadísticas multivariadas* (7.ª ed.). Pearson.
- Tobón, S. (2013). *Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación* (4ª ed.). Ediciones ECOE.
- Tudor, V., Aggrawal, S., & Böhm, C. (2025). Mejora de la formación en gestión ágil de proyectos mediante IA a través de ChatGPT en cursos de grado en informática. En *Actas de EdMedia + Innovate Learning* (pp. 482-491). Asociación para el Avance de la Informática en la Educación (AACE). <https://www.learntechlib.org/p/226178/>
- UNESCO. (2022). *Transformar la educación: Un imperativo político urgente para nuestro futuro colectivo*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382042>
- UNESCO. (2023). *Guía para la IA generativa en la educación y la investigación*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386693>
- Universidad Autónoma de Occidente. (2024, 17 de septiembre). *Resolución del Consejo Académico No. 6746: Política Curricular* [Resolución Institucional]. <https://www.uao.edu.co/wp-content/uploads/2024/10/Res-CA-6746-Política-Curricular.pdf>
- Velandia, CA, Mena, AF, Tobón, S., & López, E. (2022). Evolución de los marcos de competencias digitales para docentes y su uso en Iberoamérica. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19 (24), 16828. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416828>



Weng, JC (2023). Poniendo a trabajar a los robots inteligentes: Implementación de herramientas de IA generativa en la gestión de proyectos. Laboratorio de Analítica Aplicada de la Escuela de Ciencias de la Computación de la Universidad de Nueva York (NYU SPS).
<http://hdl.handle.net/2451/69531>

