

Educación agroecológica digital: Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia Artificial en el huerto universitario FACIATEC

Digital Agroecological Education: Challenge-Based Learning Assisted by Artificial Intelligence in the FACIATEC University Garden



Jared Hernández-Huerta*
Adriana Isela Torres-Romero**
Aldo Gutiérrez Chávez***

DOI: <http://DOI.ORG/10.52501/cc.477.10>

Resumen

Durante el semestre agosto-diciembre 2024, en la asignatura IH-516 Hortalizas de la carrera de Ingeniero Horticultor de la Universidad Autónoma de Chihuahua, se implementó una experiencia educativa denominada Aprendizaje Basado en Retos asistido con inteligencia artificial generativa ChatGPT (ABR-IA) en el Huerto Universitario FACIATEC. El objetivo fue analizar el efecto del ABR-IA en el aprendizaje agroecológico, las habilidades técnicas y la reflexión ética del estudiantado de horticultura. Para ello, se desarrolló un estudio con enfoque mixto, de alcance descriptivo-evaluativo y con base en la investigación-acción participativa, en el que participaron 34 estudiantes; se aplicó una encuesta final con ítems en escala Likert y preguntas abiertas, cuyos datos se analizaron mediante estadística descriptiva y análisis de contenido temático. Los resultados evidenciaron una comprensión más profunda de los procesos productivos, del trabajo colaborativo y de la reflexión ética sobre las prácticas agrícolas convencionales frente a las agroecológicas. Sin embargo, se identificaron desafíos como la dependencia de respuestas automáticas y la limitada contextualización de la información mediante el uso de la IA. Se concluye que ABR-IA contribuyó al uso del huerto como aula viva, donde convergen la sostenibilidad, la ciencia y la tecnología al servicio de la educación hortícola integral.

Palabras clave: alfabetización digital, aprendizaje experiencial, desarrollo sostenible, habilidades técnicas, horticultura ecológica.

* Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4634-2172>. Correo electrónico: jahuerta@uach.mx

** Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4505-098X>. Correo electrónico: aitorres@uach.mx

*** Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, Universidad Autónoma de Chihuahua, México. Correo electrónico: agutierrezc@uach.mx. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5343-3320>

Abstract

During the August–December 2024 semester, in the course IH-516 Vegetables of the Horticultural Engineering program at the Universidad Autónoma de Chihuahua, an educational experience called Challenge-Based Learning assisted by generative artificial intelligence ChatGPT (CBL-AI) was implemented in the FACIATEC University Garden. The objective was to analyze the effect of CBL-AI on agroecological learning, technical skills, and the ethical reflection of horticulture students. To this end, a mixed-methods study with a descriptive-evaluative scope was conducted, based on participatory action research, involving 34 students. A final survey was administered, including Likert-scale items and open-ended questions, and the data were analyzed using descriptive statistics and thematic content analysis. The results showed a deeper understanding of production processes, collaborative work, and ethical reflection on conventional versus agroecological agricultural practices. However, challenges were identified, such as reliance on automated responses and the limited contextualization of information when using AI. It is concluded that CBL-AI contributed to the use of the garden as a living classroom, where sustainability, science, and technology converge in the service of comprehensive horticultural education.

Keywords: *digital literacy, experiential learning, sustainable development, technical skills, ecological horticulture.*

Introducción

La educación agroecológica se ha consolidado como una estrategia formativa clave frente a los desafíos ambientales, sociales y productivos que enfrenta el sector agroalimentario contemporáneo. En un contexto marcado por la degradación de los recursos naturales, la pérdida de biodiversidad y la necesidad de transitar hacia sistemas productivos sostenibles, la formación de profesionales del área agropecuaria demanda enfoques educativos que promuevan una comprensión sistémica de los agroecosistemas, así como la toma de decisiones contextualizadas y éticamente responsables (Villarruel-Fuentes et al., 2023; FAO, 2020). En este sentido, diversas investigaciones han señalado que los modelos tradicionales de enseñanza en carreras agropecuarias presentan limitaciones para desarrollar habilidades prácticas, pensamiento crítico y capacidades para resolver problemas complejos en contextos reales de producción (Rivadeneira, 2024). Frente a ello, las metodologías activas y el aprendizaje experiencial han mostrado un alto potencial para articular teoría y práctica, favoreciendo procesos formativos más significativos y pertinentes (Fernández et al., 2020).

Paralelamente, la educación superior atraviesa una transformación acelerada, impulsada por la digitalización y la incorporación de tecnologías basadas en la inteligencia artificial (IA). Estudios recientes destacan que la IA está modificando de manera sustantiva los procesos de enseñanza-aprendizaje, particularmente en la búsqueda de información, la construcción de conocimiento y la toma de decisiones académicas (Gavilanes Vásquez et al., 2024; González-Campos et al., 2024). En este contexto, la IA generativa se ha posicionado como una herramienta

emergente con potencial pedagógico, siempre que su uso sea intencional, crítico y éticamente orientado (Crue Universidades Españolas, 2024; Lara-Colon et al., 2024).

Investigaciones empíricas en educación superior han documentado que ChatGPT pueden favorecer la autorregulación del aprendizaje, la metacognición y la autonomía estudiantil cuando se integra como apoyo al proceso formativo y no como sustituto del razonamiento propio (Ojeda, 2023; Segarra-Ciprés et al., 2024; Amaya-Hernández et al., 2025). Sin embargo, también se han identificado riesgos asociados al uso crítico de la IA, tales como la generación de información errónea o descontextualizada, la reproducción de sesgos algorítmicos y la dependencia tecnológica, lo que subraya la necesidad de fortalecer la alfabetización digital crítica en el ámbito universitario (Kasneci et al., 2023; Meza-Arguello et al., 2024; Ryan et al., 2023; Parra Moreno, 2024).

Ante este escenario, la formación en horticultura y ciencias agropecuarias requiere innovar mediante estrategias pedagógicas que integren el aprendizaje experiencial en contextos reales con el uso reflexivo de tecnologías emergentes. El Aprendizaje Basado en Retos (ABR) ha demostrado ser una metodología eficaz para promover el pensamiento sistémico, la colaboración interdisciplinaria y la resolución de problemas complejos en contextos agronómicos, particularmente cuando se vincula con desafíos reales del entorno productivo (Ruiz-Fernández et al., 2022; Bilbao-Goyoaga et al., 2023). La integración de IA dentro del esquema ABR representa, además, una oportunidad para potenciar el análisis, la creatividad y la construcción de propuestas contextualizadas, siempre que se acompañe de una orientación ética y crítica (Espinoza et al., 2025).

Bajo este marco pedagógico, durante el semestre agosto-diciembre de 2024 se implementó en la asignatura de IH-516 Hortalizas una experiencia educativa denominada Aprendizaje Basado en Retos asistido con Inteligencia Artificial (ABR-IA). Esta iniciativa tuvo como propósito fortalecer el aprendizaje significativo mediante la articulación de conocimientos agronómicos y ecológicos, desarrollados a través de actividades de observación, análisis y toma de decisiones en campo. La inteligencia artificial empleada fue ChatGPT, utilizada como herramienta complementaria para contrastar alternativas de manejo, generar explicaciones, visualizar escenarios productivos y promover la reflexión ética en torno a la agricultura convencional y la agroecológica. El objetivo del estudio fue analizar cómo la implementación del proyecto ABR-IA en el Huerto FACIATEC, mediante trabajo práctico en camas de cultivo y uso crítico de ChatGPT. Lo anterior con la intención de fortalecer el aprendizaje agroecológico, las habilidades técnicas y la reflexión ética del estudiantado de la ingeniería en horticultura de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

Métodos

Enfoque del estudio

El estudio adoptó un enfoque metodológico mixto, de carácter pedagógico, que integró principios de la investigación-acción participativa con un diseño evaluativo descriptivo, con el fin de

de analizar la implementación del Aprendizaje Basado en Retos asistido con la Inteligencia Artificial (ABR-IA) ChatGPT en la asignatura IH-516 Hortalizas. La investigación-acción participativa se empleó por su pertinencia en procesos educativos situados, orientados a la reflexión crítica y la transformación de la práctica a partir de la experiencia de los estudiantes (Kemmis et al., 2014).

Contexto y participantes

La investigación se desarrolló durante el semestre agosto-diciembre de 2024 en la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas (FACIATEC) de la Universidad Autónoma de Chihuahua, con la participación de 34 estudiantes de la carrera de Ingeniero Horticultor. El estudiantado, de quinto semestre, tenía una edad de 18 a 24 años, presentaron conocimientos agrícolas previos heterogéneos, sin formación sistemática en agroecología ni en el uso educativo de inteligencia artificial.

Escenario educativo y diseño pedagógico (ABR-IA)

El proyecto se desarrolló en el Huerto FACIATEC, concebido como aula viva y laboratorio agroecológico, en consonancia con los principios de la educación agroecológica y el aprendizaje situado, donde el conocimiento se construye a partir de la integración entre contexto, práctica y reflexión crítica (Altieri y Nicholls, 2020). El diseño pedagógico se estructuró mediante el Aprendizaje Basado en Retos (ABR), una metodología que promueve la resolución de problemas reales, la toma de decisiones informadas y el trabajo colaborativo en contextos auténticos (Servicio de Innovación Educativa de la UPM, 2020). Equipos de cuatro a cinco personas enfrentaron desafíos productivos propios de los sistemas hortícolas agroecológicos bajo el esquema de camas de cultivo (manejo del suelo, producción de plántulas, control biológico, riego, nutrición, cosecha, cálculos de costos y rendimiento), fundamentando sus decisiones en observación directa, registros de campo y evidencia técnica. La inteligencia artificial generativa (ChatGPT) se integró como herramienta de apoyo pedagógico, bajo un enfoque crítico y mediado, coherente con los planteamientos de la IA educativa como andamiaje cognitivo, orientado a fortalecer la comprensión conceptual, la autorregulación del aprendizaje y la reflexión ética, más que la automatización de respuestas (Zawacki-Richter et al., 2019). La teoría se abordó en aula y la práctica en el huerto, favoreciendo la integración de saberes agronómicos, ecológicos y digitales.

Procedimientos y productos de aprendizaje

Cada equipo desarrolló un proyecto integral de producción hortícola en camas de cultivo, que incluyó diseño agroecológico, plan de manejo asistido por la IA, registro semanal de datos, retroalimentación crítica, cosecha y análisis de rendimiento, y un informe técnico final que integró teoría, práctica y reflexión sobre el uso responsable de la inteligencia artificial.

Recolección de datos

Se empleó una encuesta online “ABR-IA” aplicada al finalizar el curso utilizando la herramienta Google Forms^{MR}. La encuesta incluyó 41 ítems con escala Likert [1) Totalmente en desacuerdo, 2) En desacuerdo, 3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4) De acuerdo y 5) Totalmente de acuerdo] y siete preguntas abiertas organizadas en siete dimensiones: aprendizaje agroecológico, integración de la IA, uso de ChatGPT, trabajo colaborativo, desarrollo de habilidades, ética y valoración general de la experiencia.

Rol del docente-investigador

En coherencia con la investigación-acción participativa, el investigador desempeñó un doble rol: docente y facilitador del proceso formativo. Participó en el diseño, el seguimiento y la retroalimentación de la experiencia ABR-IA. Esta implicación permitió comprender el contexto de manera directa, aunque también pudo influir en la interpretación de los hallazgos, por lo que se consideró adoptar una postura reflexiva durante el análisis.

Análisis de datos

La consistencia interna del instrumento se evaluó mediante el alfa Cronbach (α) y el omega de McDonald (Ω). Asimismo, se calculó el Índice de Aprobación por dimensión (IAP) y el Índice de Acuerdo Intragrupo (IAI/rwg), con el fin de estimar el nivel de consenso entre los participantes en cada dimensión evaluada (James, Demaree y Wolf, 1984; Groves et al., 2009; Hayes y Coutts, 2020). Las respuestas abiertas se analizaron mediante análisis de contenido temático inductivo, con codificación abierta, agrupación de categorías y cuantificación de recurrencias (Braun y Clarke, 2006), lo cual permitió identificar patrones en aprendizajes significativos, dificultades en el uso de IA, reflexiones éticas y propuestas de mejora. Los datos recibieron estadística descriptiva, con agrupación por dimensiones pedagógicas. Se utilizó la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel 360^{MR} y el software estadístico JAMOV 2.5 2.0 (The Jamovi Project, 2024).

Resultados

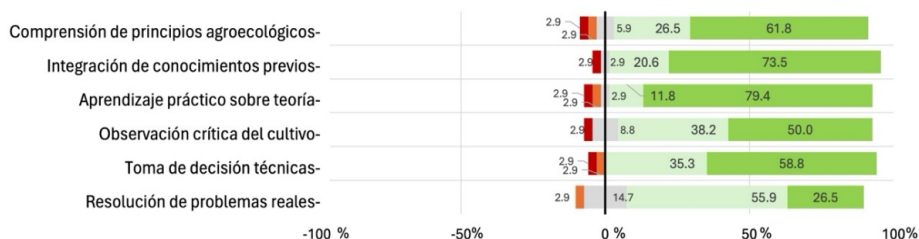
Análisis cuantitativo del proyecto ABRI-A

Los resultados del análisis de fiabilidad evidenciaron altos niveles de consistencia interna, lo que respalda la calidad psicométrica del instrumento. El alfa de Cronbach alcanzó un valor de 0.889, indicando que los ítems evalúan de manera coherente un constructo subyacente común. De manera complementaria, el coeficiente omega de McDonald fue igualmente alto (0.902), lo que refuerza la estabilidad de la escala al proporcionar una estimación robusta de la fiabilidad. La convergencia entre ambos coeficientes confirma que el instrumento es adecuado para el análisis de percepciones en un contexto de innovación pedagógica desarrollado en el huerto universitario. En términos descriptivos, la media general de la escala fue de 3.67 ± 0.425 , acompañada de una dispersión reducida, lo cual refleja una percepción global favorable y relativamente homogénea.

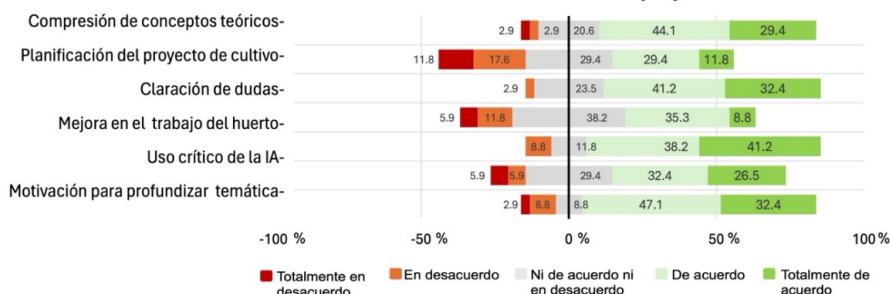
Contribución del huerto universitario al aprendizaje de la agroecología

Los resultados del estudio muestran una valoración positiva del huerto universitario de la FACIATEC como apoyo al aprendizaje de la agroecología en la asignatura IH-516 Hortalizas. En todos los ítems predominaron las respuestas de acuerdo y totalmente de acuerdo, lo que indica una experiencia formativa útil y significativa (Figura 1A).

A. Contribución del huerto universitario al aprendizaje de la agroecología



B. Influencia del ChatGPT en el proyecto ABR-IA



C. Uso específico de ChatGPT durante el proyecto ABR-IA

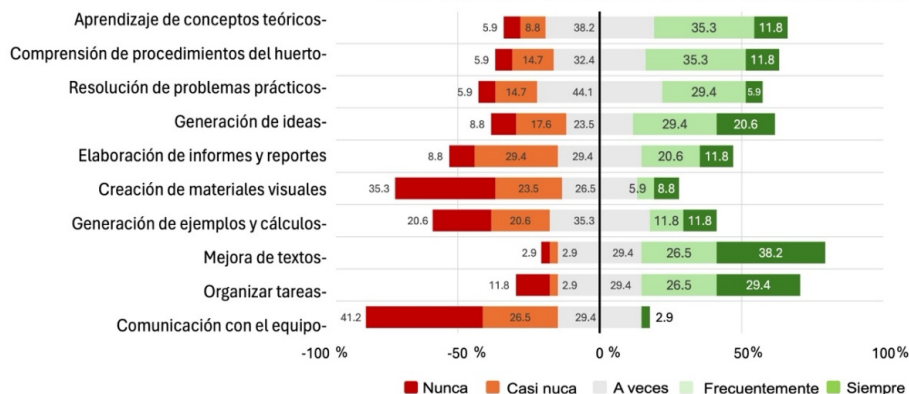


Figura 1. Resultados de la encuesta Likert aplicada al proyecto ABR-IA por dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por categoría de la escala Likert (n=34).

El mayor consenso se observó en el fortalecimiento del aprendizaje práctico frente a clases de solo teoría (91.2 %) y en la integración de conocimientos previos (94.1 %). Esto sugiere que el huerto permitió vincular contenidos de distintas asignaturas con situaciones reales de cultivo. También sobresalieron la comprensión de los principios de la agricultura ecológica (88.3 %) y la comparación crítica entre el manejo agroecológico y el convencional (88.2 %). Este resultado indica que la experiencia en el huerto no se limitó a ejecutar actividades, sino que también promovió el análisis y la reflexión técnica. Por otra parte, en la toma de decisiones basada en observación directa y datos de campo alcanzó el 94.1 % de respuestas favorables. Esto puede relacionarse con el valor del huerto como espacio en el que el estudiantado observa, interpreta y actúa sobre situaciones concretas del cultivo. Finalmente, la capacidad para identificar y resolver problemas reales del cultivo mostró un 82.4 % de respuestas positivas, además del mayor nivel de neutralidad (14.7 %). Esto podría indicar que esta competencia requiere más tiempo, práctica continua y acompañamiento. Lo anterior, muestra que el huerto universitario contribuyó de forma importante al aprendizaje agroecológico. Su principal aporte fue articular saberes, fortalecer la reflexión crítica y favorecer la aplicación del conocimiento en condiciones reales.

Influencia del ChatGPT en el proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión B muestran una valoración mayormente favorable del uso de ChatGPT en el proyecto ABR-IA (Figura 1B). Sin embargo, su aporte fue más claro en el aprendizaje conceptual que en las tareas prácticas del huerto. Las respuestas más positivas se concentraron en la identificación de las limitaciones de la IA y en la conveniencia de seguir utilizándola en la asignatura, con 79.4 y 79.5 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el estudiantado no consideró la herramienta de manera crítica. Más bien, desarrolló una postura reflexiva al reconocer tanto su utilidad como la necesidad de verificar la información generada. También se obtuvo alta aceptación en la aclaración rápida de dudas y en la comprensión de conceptos teóricos, con 73.6 y 73.5 % de respuestas favorables, respectivamente. Este patrón indica que ChatGPT fue percibido como un recurso accesible para reforzar contenidos, resolver inquietudes inmediatas y acompañar el aprendizaje más allá de la clase. En contraste, la planificación del proyecto de producción y la mejora del trabajo en el huerto presentaron niveles de acuerdo más moderados, con 41.2 y 44.1 %, además de una neutralidad relativamente alta. Esto podría relacionarse con el hecho de que las decisiones de manejo requieren observación directa, experiencia práctica y comprensión del contexto del cultivo. Por ello, la IA parece funcionar mejor como apoyo que como sustituto del trabajo de campo.

Por otra parte, la motivación para profundizar en temas de horticultura obtuvo el 58.9 % de respuestas favorables. Esto refleja un efecto positivo, aunque menos sólido que el observado en la comprensión teórica y en la verificación crítica. Los hallazgos muestran que ChatGPT fortaleció principalmente el aprendizaje conceptual, la consulta rápida y la reflexión crítica. Su impacto fue menor en los componentes operativos y las aplicaciones del trabajo en el huerto.

Uso específico de ChatGPT durante el proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión C muestran un uso diferenciado de ChatGPT según la tarea realizada (Figura 1C). La herramienta se empleó con mayor frecuencia en actividades de apoyo académico individual que en funciones colaborativas o de producción visual. Los usos más frecuentes se concentraron en la retroalimentación de textos y en la organización de tareas. En ambos casos, 64.7 y 55.9 % reportaron usarla siempre o frecuentemente. Esto sugiere que ChatGPT fue valorado principalmente como apoyo para estructurar ideas, mejorar la redacción y organizar actividades. Su utilidad parece haber sido mayor en tareas de acompañamiento académico que requieren claridad y secuencia. También destacó su uso para generar ideas, mapas conceptuales, esquemas o resúmenes, con 50.0 % de uso frecuente o constante. Este resultado indica que la herramienta favorece los procesos de estudio, de síntesis y de preparación de productos académicos. Por otro lado, para aprender conceptos teóricos y entender procedimientos técnicos del huerto, el uso frecuente o constante fue de 47.1 % en ambos casos. Esto muestra que ChatGPT funcionó como recurso de consulta, aunque no necesariamente como recurso de uso permanente.

En la resolución de problemas prácticos del proyecto predominó la opción “a veces”, con un 44.1 %, mientras que solo un 35.3 % lo usó siempre o frecuentemente. Esto podría indicar que, ante problemas reales, el estudiantado recurrió a la IA de forma complementaria y no como fuente principal para la toma de decisiones. Un patrón similar se aplicó en la elaboración de informes y de productos escritos del huerto. Aunque 32.4 % lo usó siempre o frecuentemente, también hubo respuestas distribuidas entre “a veces” y “casi nunca”, lo que sugiere un uso moderado y selectivo. Los menores niveles de uso aparecieron en la creación de presentaciones o materiales visuales, en la generación de cálculos o simulaciones, y en la mejora de la comunicación del equipo. En estos rubros predominaron las respuestas de uso ocasional o nulo. Destaca especialmente la comunicación en equipo, en la que el 67.7 % señaló que casi nunca o nunca usa ChatGPT con ese fin. Esto sugiere que la herramienta fue percibida como un apoyo individual de aprendizaje, más que como mediadora de la interacción grupal. Los hallazgos muestran que ChatGPT se integró sobre todo en tareas de estudio, redacción y organización. Su uso fue menor en actividades que exigen interacción colectiva, elaboración visual especializada o resolución técnica compleja en campo.

Trabajo colaborativo y gestión del proyecto ABR-IA

Los resultados de la dimensión A muestran una valoración positiva del trabajo colaborativo durante el proyecto (Figura 2A). En general, el estudiantado percibió que la dinámica grupal favoreció la participación, la organización y la toma de decisiones en el huerto. El resultado más sólido correspondió al sentido de pertenencia al equipo y al proceso de producción, con 94.1 % de respuestas en siempre o frecuentemente. Esto sugiere una participación e involucramiento reales en las tareas del proyecto. También destacó la utilidad de la discusión colectiva para tomar mejores decisiones durante el manejo de la cama de cultivo, con 82.4 % de respuestas frecuentes

o constantes. Esto indica que el intercambio entre pares fortaleció el análisis y la resolución compartida de situaciones prácticas. La organización de actividades en el huerto también recibió una valoración favorable, con el 70.6 % de las respuestas en siempre o frecuentemente. Esto puede relacionarse con una dinámica de trabajo que permitió coordinar acciones y dar seguimiento a las labores del cultivo.

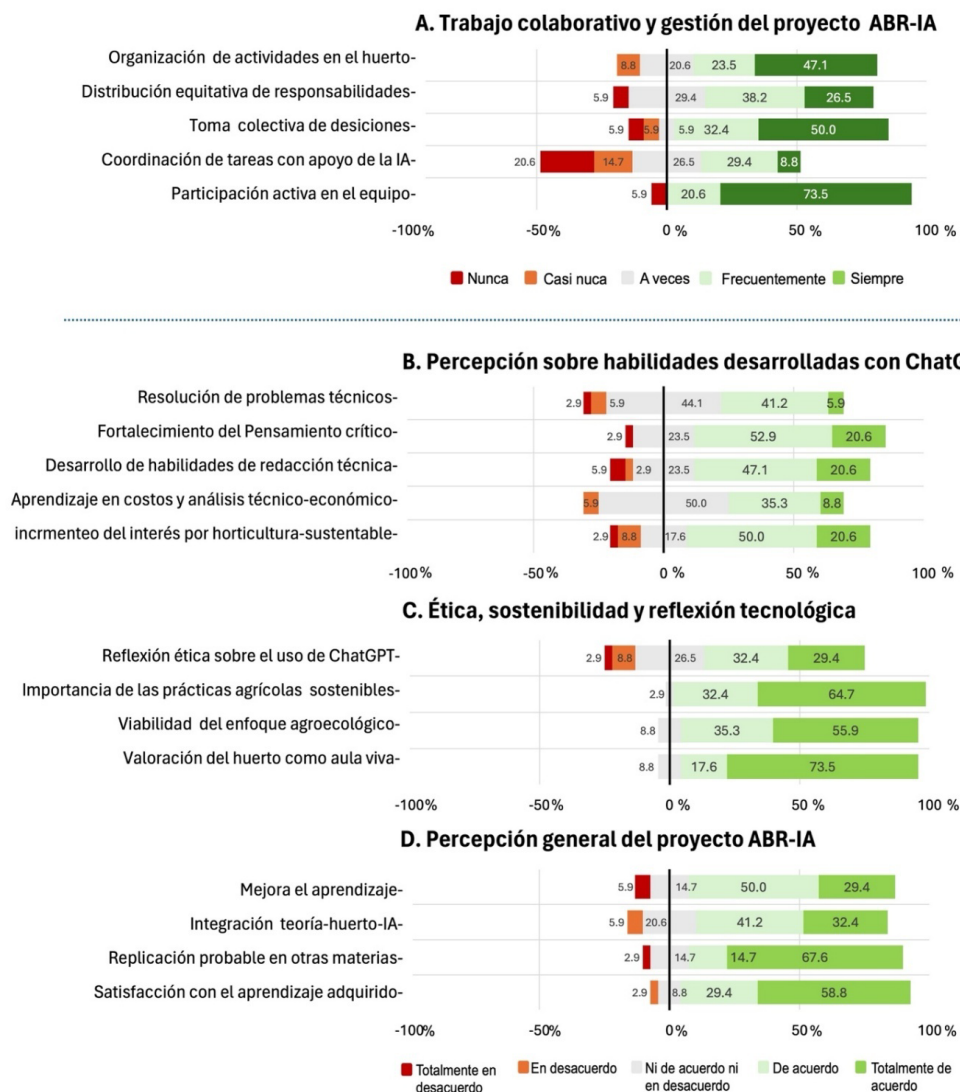


Figura 2. Resultados de la encuesta Likert aplicada al proyecto ABR-IA por dimensión. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por categoría de la escala Likert (n=34).

En cuanto a la distribución equitativa de responsabilidades, mostró una tendencia positiva, aunque menos marcada, con un 64.7 % de respuestas favorables. Esto podría indicar que, aunque hubo colaboración, la asignación de tareas no siempre fue percibida como equilibrada. El aspecto más débil fue el apoyo de la IA en la coordinación interna del equipo, con solo 38.2 % de uso frecuente o siempre. Además, el 35.3 % señaló que casi nunca o nunca cumplió esa función. Este resultado sugiere que la coordinación grupal dependió más de la interacción directa entre los integrantes que del uso de herramientas de IA. Es posible que ChatGPT se perciba más como apoyo individual que como un recurso de gestión colectiva. Los hallazgos muestran que el proyecto fortaleció el trabajo en equipo, especialmente en la participación y la toma de decisiones compartidas. En contraste, la IA tuvo una contribución más limitada a la coordinación interna del grupo.

Percepción sobre habilidades desarrolladas con ChatGPT

Los resultados de la dimensión B muestran una valoración favorable, aunque más moderada que en las dimensiones anteriores (Figura 2B). En general, ChatGPT fue percibido como un apoyo útil para fortalecer las habilidades académicas y analíticas vinculadas al proyecto. El resultado más sólido correspondió al fortalecimiento del pensamiento crítico al contrastar información de ChatGPT con observaciones del huerto, con 73.5 % de respuestas favorables. Esto sugiere que la herramienta no solo aportó información, sino que también estimuló procesos de comparación y verificación. También destacó el desarrollo de habilidades para redactar informes técnicos con claridad, con 67.7 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Este hallazgo indica que ChatGPT sirvió de apoyo para mejorar la organización y la precisión de la comunicación escrita.

El incremento del interés por la horticultura sustentable alcanzó el 70.6 % de respuestas positivas. Esto puede relacionarse con que la interacción con la herramienta amplió los temas de consulta y reforzó la conexión entre teoría, producción y sostenibilidad. En la capacidad para resolver problemas prácticos en horticultura, el 47.1 % expresó acuerdo o total acuerdo, mientras que el 44.1 % se mantuvo neutral. Este patrón sugiere un efecto positivo, pero todavía no está consolidado en la aplicación práctica. En contraste, el aspecto menos consistente fue el aprendizaje para estimar costos de producción y realizar análisis técnico-económicos. Aunque el 44.1 % estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo, la mitad del estudiantado respondió de forma neutral. Esto podría indicar que esas competencias requieren un mayor acompañamiento metodológico y ejercicios específicos. La IA puede apoyar la comprensión inicial, pero no sustituye la práctica guiada en cálculos y análisis productivos. Los resultados muestran que ChatGPT tuvo un mayor impacto en la reflexión crítica, la redacción técnica y el interés por la horticultura sustentable. Su contribución fue menos clara en habilidades aplicadas de resolución práctica y de análisis económico.

Ética, sostenibilidad y reflexión tecnológica

Los resultados de la dimensión C muestran una valoración ampliamente positiva de los componentes éticos, sostenibles y reflexivos promovidos por la experiencia ABR-IA (Figura 2C). En general, predominaron las respuestas de acuerdo y totalmente de acuerdo en todos los ítems. El resultado más sólido fue la valoración del huerto universitario como “aula viva”, con un 91.1 % de respuestas favorables. Esto sugiere que el estudiantado reconoció el valor del aprendizaje situado, basado en la práctica y en el contacto con situaciones reales. También destacó la comprensión de la importancia de adoptar prácticas agrícolas sostenibles, con 97.1 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Este hallazgo indica una alta sensibilización hacia formas de producción con mayor responsabilidad ambiental. De manera similar, el 91.2 % consideró que el enfoque agroecológico es una alternativa viable en contextos reales de producción. Esto puede relacionarse con la experiencia directa en el huerto, que permitió observar su aplicación en un entorno concreto. La reflexión sobre las implicaciones éticas del uso de ChatGPT obtuvo un 61.8 % de respuestas favorables y un 26.5 % de respuestas neutrales. Aunque la tendencia fue positiva, este fue el resultado menos sólido de la dimensión. Esto podría indicar que la reflexión ética no surge automáticamente al usar la IA. Más bien, requieren espacios intencionales de análisis para discutir sus alcances, riesgos y criterios de uso responsable. Los resultados muestran que la experiencia fortaleció la valoración del huerto como espacio formativo, la comprensión de la sostenibilidad y la aceptación del enfoque agroecológico. Su efecto fue menos contundente en la reflexión ética sobre la IA, aunque también resultó favorable.

Evaluación general del proyecto ABR-IA

Los resultados de la percepción del estudiantado muestran una valoración ampliamente positiva del proyecto ABR-IA. En todos los ítems predominaron las respuestas favorables, lo que indica la aceptación de la estrategia y la satisfacción con la experiencia formativa. El mayor consenso apareció en la propuesta de replicar este tipo de proyectos en otras materias, con 82.3 % de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esto sugiere que el estudiantado percibió la experiencia como relevante y con potencial de aplicación en el programa. También destacó la satisfacción con los aprendizajes adquiridos, con 88.2 % de respuestas positivas. Este resultado indica que el proyecto dejó una percepción favorable de los logros alcanzados y del valor formativo de la experiencia.

La estrategia ABR-IA mejoró el aprendizaje respecto a experiencias tradicionales, según el 79.4 % del estudiantado. Esto puede relacionarse con la integración de la práctica, la reflexión y el uso de herramientas digitales en un mismo proceso de aprendizaje. La combinación teoría-huerto-IA fue considerada adecuada por el 73.6 % de las respuestas. Aunque la tendencia fue positiva, la presencia de neutralidad sugiere que aún hay aspectos por ajustar en la articulación entre sus componentes. Lo anterior evidencia una percepción general favorable del proyecto ABR-IA. Su principal fortaleza parece residir en la integración pedagógica de la teoría, la práctica y la IA en una experiencia significativa.

Índice de Aprobación e Índice de Acuerdo Intragrupo por dimensión

Los resultados muestran diferencias claras entre las dimensiones en cuanto al nivel de aprobación del estudiantado. Sin embargo, el *rwg* fue alto en todos los casos, lo que indica una consistencia interna aceptable en las valoraciones emitidas (Figura 3).

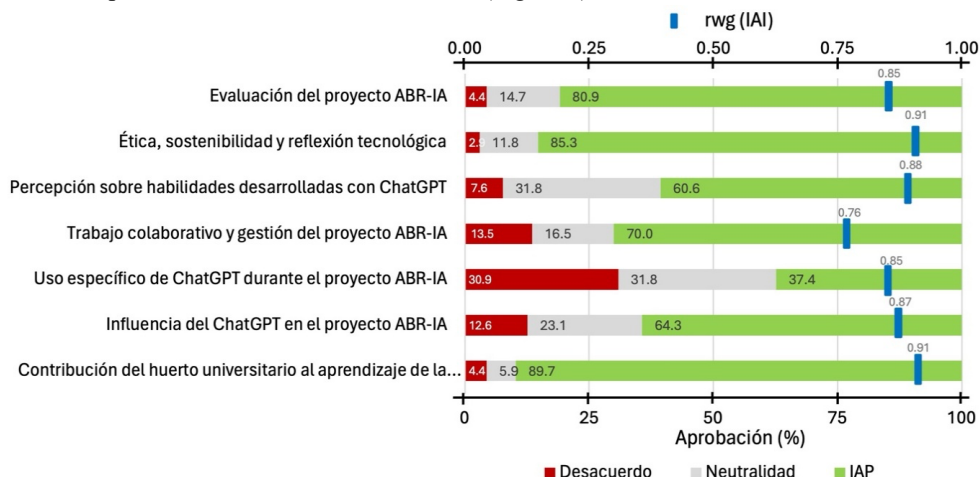


Figura 3. Perfil de percepción del estudiante sobre la experiencia ABR-IA en el huerto universitario, expresado mediante el índice de aprobación (IAP), neutralidad y desacuerdo. Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Índice de acuerdo intragrupal (IAI) donde los valores de *rwg* indican el grado de consenso por dimensión. Los valores corresponden al porcentaje de respuestas por dimensión (n=34).

La dimensión con mayor aprobación fue *Contribución del huerto universitario al aprendizaje de la agroecología*, con un IAP de 89.7 %. Además, presentó un *rwg* de 0.91, lo que sugiere un acuerdo muy sólido entre los participantes. Un resultado similar apareció en *Ética, sostenibilidad y reflexión tecnológica*, con un IAP de 85.3 % y un *rwg* de 0.91. Esto indica que, además de una alta valoración, hubo un consenso claro sobre la relevancia formativa de esta dimensión. La *Evaluación del proyecto ABR-IA* también mostró una percepción favorable, con un IAP de 80.9 % y un *rwg* de 0.85. Esto sugiere que el proyecto fue bien valorado en términos generales y con niveles de acuerdo consistentes. En el caso del *Trabajo colaborativo y gestión del proyecto ABR-IA*, el IAP fue de 70.0 %, con el *rwg* más bajo de todas las dimensiones de 0.76, aunque aceptable. Esto podría indicar experiencias más heterogéneas entre los equipos en cuanto a organización y coordinación.

Por otra parte, la *Influencia del ChatGPT en el proyecto ABR-IA* alcanzó un IAP de 64.3% y un *rwg* de 0.87. Este resultado muestra una valoración moderadamente positiva, acompañada de una neutralidad relativamente alta (23.1%). La dimensión *Percepción sobre habilidades desarrolladas con ChatGPT* presentó un IAP de 60.6 % y un *rwg* de 0.88. Aunque predominó una tendencia favorable, la neutralidad fue elevada (31,8 %), lo que sugiere que parte del estudiantado no percibió con claridad dichos avances. La dimensión con menor aprobación fue

Uso específico de ChatGPT durante el proyecto ABR-IA, con un IAP de 37.4%, así como los mayores niveles de desacuerdo (30.9 %) y neutralidad (31.8 %). Esto sugiere un uso menos frecuente, más selectivo o menos homogéneo de la herramienta.

Análisis cualitativo del proyecto ABR-IA

El análisis de las respuestas abiertas evidenció que la experiencia ABR-IA promovió un aprendizaje predominantemente práctico, contextualizado y crítico (Tabla 1). El aprendizaje en campo fue identificado como el principal logro del proyecto por el 79 % de los estudiantes, lo que destaca la comprensión directa de los procesos productivos y de los problemas reales del cultivo. Esta percepción se resume en expresiones como: “Aprendí de manera práctica cómo se ven los problemas del cultivo ya en campo” y “Por más sencillo que parezca alguno de los pasos, es necesario realizarlo adecuadamente para que el cultivo funcione”. El 68 % resaltó la importancia del desarrollo de habilidades para el manejo de plagas, el riego y las deficiencias nutricionales, con frases como: “Resolver problemas que se presentan en campo fue lo más importante del proyecto”. Asimismo, más de la mitad de los estudiantes (56 %) señaló una integración entre la teoría y la práctica, al aplicar conocimientos previos en un contexto productivo real. Por otro lado, el 41 % identificó el fortalecimiento del pensamiento crítico al analizar decisiones técnicas y resultados observados en el huerto.

Tabla 1. Análisis sobre la experiencia estudiantil con ABR-IA en el huerto universitario

Preguntas abiertas y análisis cualitativo		
1. ¿Qué fue lo que más aprendiste durante el proyecto ABR-IA en las camas de cultivo?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Aprendizaje práctico en campo</i>	27	79 %
<i>Resolución de problemas reales</i>	23	68 %
<i>Integración teoría-práctica</i>	19	56 %
<i>Planificación y gestión del cultivo</i>	16	47 %
<i>Pensamiento crítico</i>	14	41 %
1. ¿Qué dificultades enfrentaste con la IA (ChatGPT) y cómo las solucionaste?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Información errónea o imprecisa</i>	24	72 %
<i>Verificación con fuentes académicas/ docentes</i>	22	65 %
<i>Aprender a formular mejores preguntas</i>	15	44 %
<i>Uso crítico de la IA</i>	17	50 %
<i>Sin dificultades reportadas</i>	6	18 %
2. ¿Qué elementos del manejo agroecológico te parecieron más útiles o interesantes?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Reducción/eliminación de agroquímicos</i>	26	76 %
<i>Control biológico de plagas</i>	22	65 %
<i>Uso de microorganismos benéficos</i>	19	56 %
<i>Manejo del suelo</i>	18	53 %
<i>Sustentabilidad del sistema</i>	21	62 %
3. ¿Qué mejorarías en futuras ediciones del proyecto (producción de hortalizas en camas de cultivo)?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Mayor espacio de cultivo</i>	20	59 %

<i>Mejor manejo del tiempo</i>	14	41 %
<i>Mejor infraestructura</i>	13	38 %
<i>Mayor diversidad de cultivos</i>	12	35 %
<i>No cambiaría nada</i>	8	24 %
4. ¿Cómo integraste la información de ChatGPT con tu experiencia práctica en el huerto?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Comparación IA-campo</i>	24	71 %
<i>IA como herramienta de apoyo</i>	21	62 %
<i>Organización de información</i>	18	53 %
<i>Apoyo en toma de decisiones</i>	16	47 %
<i>Uso limitado de IA</i>	7	21 %
5. ¿De qué manera esta experiencia influyó en tu visión sobre la agricultura sostenible?		
Categoría emergente	n	Frecuencia
<i>Mayor conciencia ambiental</i>	25	74 %
<i>Viabilidad de la agroecología</i>	23	68 %
<i>Producción sin agroquímicos</i>	21	62 %
<i>Subsistencia familiar</i>	17	50 %
<i>Motivación personal/profesional</i>	19	56 %
6. Describe un ejemplo concreto de cómo ChatGPT te ayudó en alguna actividad del huerto.		
Categoría emergente	n	Frecuencia
Identificación y manejo de plagas	22	65 %
Cálculos técnicos	18	53 %
Organización de reportes	16	47 %
Planificación del cultivo	14	41 %
Redacción académica	13	38 %

Fuente: Elaboración propia (2025). *Nota:* Las categorías emergentes se obtuvieron mediante codificación inductiva. Los porcentajes no son mutuamente excluyentes (n=34).

En cuanto al uso de la inteligencia artificial, el 71 % de los estudiantes reportó dificultades asociadas a información errónea o imprecisa generada por ChatGPT, particularmente en diagnósticos y cálculos técnicos, señalando que “la información no siempre es correcta”. No obstante, esta limitación derivó en efectos formativos positivos, ya que el 65 % recurrió a verificar la información mediante libros, artículos académicos o la consulta con docentes: “Aprendí a investigar más cuando algo no se me hacía coherente”. Además, el 50 % manifestó haber desarrollado un uso crítico de la IA, reconociéndola como una herramienta de apoyo y no como sustituto del criterio técnico: “La IA ayuda mucho, pero debemos saber utilizarla y no dejarle todo”. Estos hallazgos evidencian un proceso de alfabetización digital crítica.

En cuanto al manejo agroecológico, los resultados muestran una alta valoración de sus principios. La reducción o eliminación de agroquímicos fue mencionada por el 76 % del estudiantado, junto con el control biológico de plagas (65 %) y el uso de microorganismos benéficos (56 %). Estas percepciones se reflejan en afirmaciones como: “No hace falta tanta química para una buena producción” y “es posible controlar plagas sin dañar el medio ambiente”, lo que indica una comprensión integral de la agroecología como enfoque productivo y ético. En relación con las áreas de mejora, el 59 % de los estudiantes sugirió contar con mayor espacio o área de cultivo, seguido por propuestas de mejor manejo del tiempo (41 %) y mejoras en

infraestructura (38 %). Sin embargo, resulta relevante que un 24 % expresó una valoración plenamente positiva de la experiencia, señalando que “todo el proyecto está bien estructurado”.

La integración entre la IA y la experiencia práctica se caracterizó por la comparación constante entre la información generada por ChatGPT y la observación en campo, reportada por el 71 % del estudiantado. Esta estrategia permitió validar decisiones técnicas y fortalecer el aprendizaje autónomo: “comparaba lo que decía ChatGPT con lo que veía en la cama de cultivo”. Además, el 62 % utilizó la IA como herramienta de apoyo para organizar ideas y tomar decisiones, y el 53 % destacó su utilidad para organizar información, especialmente en reportes y bitácoras. Finalmente, la experiencia ABR-IA influyó de manera significativa en la visión del estudiantado sobre la agricultura sostenible. El 74 % manifestó una mayor conciencia ambiental y el 68 % reconoció la viabilidad de los sistemas agroecológicos, destacando que “se puede hacer mucho con poco”. Asimismo, el 56 % expresó una motivación personal y profesional, lo que evidencia un impacto que trasciende el aprendizaje técnico y se proyecta hacia la identidad profesional futura.

Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el proyecto ABR-IA desarrollado en el Huerto Universitario FACIATEC operó no solo como una actividad práctica complementaria, sino también como un entorno formativo integral en el que se articularon conocimientos disciplinares, experiencia situada y reflexión socioambiental. En este sentido, el huerto funcionó como un aula viva que permitió al estudiantado vincular la teoría con la práctica mediante procesos de observación, análisis y toma de decisiones en condiciones reales de cultivo. Esta interpretación coincide con investigaciones que señalan que los huertos escolares y universitarios adquieren un alto valor pedagógico cuando se orientan explícitamente al aprendizaje agroecológico, a la formación para la sostenibilidad y a la vinculación con problemas concretos del entorno (Morales et al., 2019; Parra Nieto y Gómez-Gonçalves, 2021; Zuazagoitia et al., 2024).

Desde esta perspectiva, un aporte de este estudio fue mostrar que el aprendizaje agroecológico se fortaleció cuando el estudiantado dejó de aproximarse al conocimiento como un contenido exclusivamente declarativo y comenzó a movilizarlo como una competencia situada. La experiencia en camas de cultivo favoreció la comprensión de principios agroecológicos, la toma de decisiones basadas en la observación directa y el análisis crítico de las diferencias entre el manejo agroecológico y el convencional. Estos hallazgos son consistentes con trabajos que documentan que los huertos educativos promueven aprendizajes significativos al integrar dimensiones técnicas, ecológicas y éticas en el proceso formativo (Morales et al., 2019; Castro-Martínez et al., 2023; Fontalvo-Buelvas et al., 2024). Sin embargo, la menor percepción de integración con los saberes de otras asignaturas sugiere que la interdisciplinariedad no emerge automáticamente por el mero hecho de trabajar en un espacio práctico. Más bien, requiere una didáctica intencional, con actividades puente, criterios de evaluación y una mayor articulación curricular entre las unidades de aprendizaje. En ese sentido, la literatura sobre

educación para la sostenibilidad y huertos universitarios ha señalado que la transversalidad se construye institucionalmente y no depende únicamente de la buena disposición del alumnado ni del potencial formativo del contexto (Fontalvo-Buelvas et al., 2024; Fontalvo-Buelvas et al., 2025).

En relación con la integración de ChatGPT, los resultados indican que su principal fortaleza estuvo en el acompañamiento del aprendizaje conceptual, la rápida aclaración de dudas, la organización de ideas y la mejora de la redacción técnica. Pero su contribución fue más limitada en la toma de decisiones prácticas directamente vinculadas al manejo del huerto. Este patrón sugiere que la IA generativa no reemplazó la experiencia de campo, sino que funcionó como recurso de apoyo para ampliar las explicaciones, contrastar alternativas y favorecer procesos de consulta autónoma. Esta tendencia coincide con estudios en educación superior que reportan que ChatGPT puede fortalecer la autorregulación, la autonomía y el andamiaje cognitivo cuando su uso se orienta pedagógicamente y no se asume como sustituto del razonamiento disciplinar (Zawacki-Richter et al., 2019; Segarra-Ciprés et al., 2024; Amaya-Hernández et al., 2025). De igual manera, respalda el planteamiento que señala el potencial de la IA generativa como herramienta emergente de apoyo al aprendizaje, siempre que su incorporación sea crítica, intencional y mediada por el docente (Crue Universidades Españolas, 2024; Tlili et al., 2023).

Un hallazgo importante fue que las limitaciones de la IA no debilitaron necesariamente la experiencia formativa, sino que abrieron oportunidades para el desarrollo de la alfabetización digital crítica. El hecho de que el estudiantado reconociera la necesidad de verificar la información generada por ChatGPT y contrastarla con la observación de campo muestra que la herramienta fue asumida, al menos en parte, desde una postura reflexiva y no meramente instrumental. Esto resulta relevante en el contexto universitario actual, donde diversos autores advierten que el uso educativo de la IA conlleva riesgos asociados a información errónea, descontextualización, sesgos y dependencia tecnológica, especialmente cuando no existen mediaciones pedagógicas claras (Ryan et al., 2023; Meza-Arguello et al., 2024; Parra Moreno, 2024). Por ello, más que entender la IA únicamente como innovación tecnológica, este estudio sugiere que su verdadero valor educativo puede radicar en su capacidad para propiciar procesos de contraste, evaluación y juicio crítico. En este punto, la experiencia analizada se acerca a los enfoques que conciben la alfabetización crítica digital como una condición necesaria para el uso formativo y ético de tecnologías emergentes en la educación superior (Meza-Arguello et al., 2024; Castro et al., 2024).

Por otra parte, el trabajo colaborativo fue uno de los componentes mejor valorados del proyecto. La alta percepción de la participación, la organización del equipo y la utilidad de la discusión colectiva para tomar decisiones evidenciaron que el aprendizaje en el huerto se mantiene, en gran medida, mediante dinámicas de interacción entre los estudiantes. Esto sugiere que el componente retador del ABR favorece no solo la resolución de problemas productivos, sino también la corresponsabilidad y la construcción colectiva de decisiones. Lo anterior coincide con estudios que describen el Aprendizaje Basado en Retos como una metodología eficaz para

fortalecer la colaboración, el pensamiento sistémico y la resolución de problemas complejos en contextos auténticos (Ruiz-Fernández et al., 2022; Bilbao-Goyoaga et al., 2023). Sin embargo, el menor uso de la IA para coordinar internamente al equipo sugiere que ChatGPT fue percibido principalmente como apoyo individual para el estudio y no como una herramienta de mediación grupal. Esto permite identificar el papel de la IA en experiencias colaborativas: puede enriquecer tareas de consulta, redacción o planificación, pero no sustituir los procesos interpersonales de negociación, organización y toma de acuerdos, que son centrales en el trabajo en equipo.

En cuanto al desarrollo de habilidades, los resultados sugieren que la experiencia ABR-IA tuvo mayor impacto en la redacción técnica, el pensamiento crítico y el interés por la horticultura sustentable que, en competencias aplicadas más complejas, como la estimación de costos o la resolución de problemas prácticos en su dimensión más amplia. Este hallazgo es coherente con el tipo de mediación que ofrece la IA generativa: una ayuda útil para organizar información, reformular ideas o ampliar explicaciones, pero insuficiente por sí sola para reemplazar procesos formativos que requieren práctica reiterada, acompañamiento docente y razonamiento técnico contextualizado. En consecuencia, la evidencia obtenida en este estudio respalda la idea de que la incorporación de ChatGPT en la educación agrícola puede enriquecer ciertos procesos cognitivos y comunicativos, pero su aprovechamiento más profundo depende del diseño pedagógico que lo encuadre en actividades situadas, de criterios de evaluación claros y de objetivos formativos explícitos (Zawacki-Richter et al., 2019; Segarra-Ciprés et al., 2024; Espinoza et al., 2025).

Asimismo, la dimensión ética y de sostenibilidad mostró que el proyecto ABR-IA fue más allá de la mera enseñanza de contenidos técnicos. La alta valoración del huerto como aula viva, el reconocimiento de la importancia de las prácticas agrícolas sostenibles y la aceptación del enfoque agroecológico como alternativa viable indican que la experiencia favoreció una comprensión más amplia del quehacer hortícola, vinculada a la responsabilidad ambiental y a formas de producción más conscientes. Este resultado es relevante porque sitúa la formación hortícola en una perspectiva sistémica, donde el aprendizaje no se limita al rendimiento del cultivo, sino que incorpora preguntas sobre el tipo de agricultura que se desea promover y sobre el papel de la tecnología en dicha transición. Esta visión es congruente con los postulados de la agroecología como enfoque para la reconstrucción de sistemas productivos más sostenibles y con la necesidad de formar profesionales capaces de tomar decisiones contextualizadas y éticamente responsables (Altieri y Nicholls, 2020; Villarruel-Fuentes et al., 2023). No obstante, aunque la reflexión ética sobre el uso de ChatGPT fue favorable, su intensidad fue menor que la observada en los componentes de sostenibilidad y de valoración del huerto. Esto sugiere que la ética de la IA no emerge de manera espontánea y que requiere espacios pedagógicos para discutir sus alcances, límites y riesgos en la educación agrícola (Crue Universidades Españolas, 2024; Tlili et al., 2023).

Finalmente, la valoración global del proyecto y la disposición del estudiantado para replicar la estrategia en otras asignaturas refuerzan la pertinencia del modelo ABR-IA como propuesta

de innovación educativa en horticultura. La combinación de teoría, práctica en el huerto y uso pedagógico de la IA fue percibida como una experiencia formativa significativa, lo que sugiere que este tipo de diseños puede contribuir a una formación más activa, reflexiva e integral. Estos hallazgos permiten sostener que el modelo ABR-IA no debe entenderse como una simple incorporación tecnológica al aula, sino como una estrategia pedagógica situada que articula el aprendizaje experiencial, la sostenibilidad, el trabajo colaborativo y la alfabetización digital crítica. Su principal aporte radica en mostrar que la IA puede integrarse en programas agropecuarios de manera formativa cuando se subordina al contexto, a la mediación docente y a la experiencia práctica real. A partir de ello, se recomienda ampliar su implementación en otros espacios curriculares y complementar futuras experiencias con evaluaciones longitudinales que permitan valorar con mayor precisión sus efectos sostenidos en las competencias técnicas, críticas y éticas del estudiantado.

Conclusión

Los resultados indican que el proyecto ABR-IA fortaleció el aprendizaje agroecológico y técnico del estudiantado mediante la integración del huerto universitario, el trabajo práctico en camas de cultivo y el uso crítico de ChatGPT como apoyo pedagógico. La experiencia favoreció la comprensión de principios agroecológicos, la toma de decisiones a partir de observaciones de campo, el trabajo colaborativo y la valoración del huerto como aula viva. ChatGPT ayudó en la comprensión conceptual, la organización académica y la verificación de la información, pero su contribución fue menor en la resolución de problemas prácticos y en la coordinación interna de los equipos.

Estos hallazgos deben interpretarse con cautela, porque el estudio se realizó en una sola asignatura, con una muestra reducida, en una sola institución y durante un único semestre académico. Además, los resultados se basan principalmente en percepciones estudiantiles obtenidas al finalizar la experiencia, por lo que no permiten establecer efectos causales ni generalizar los hallazgos a otros contextos formativos.

Se recomienda realizar estudios comparativos con y sin apoyo de IA, incorporar diseños pretest-posttest y sumar evidencias de desempeño académico, técnico y reflexivo, además de las autopercepciones del estudiantado. También es pertinente ampliar la aplicación del modelo ABR-IA a otras asignaturas, cohortes e instituciones, con el fin de valorar su impacto formativo en distintos contextos y a mediano plazo.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881-898. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>
- Amaya-Hernández, A., Caicedo-Plúa, E., & Rojas-Yumisaca, C. (2025). *Inteligencia Artificial y Educación. El Rol del Chatbot en el Aprendizaje Autónomo*. Religacion Press. <https://press.religacion.com/index.php/press/catalog/book/292>

- Bilbao-Goyoaga Arenas, A., González-Laskibar, X., & Barandiaran Galdós, M. (2023). Sustainability and challenge-based learning in higher education. *Journal of Management and Business Education*, 6(3), 268-288. <https://doi.org/10.35564/jmbe.2023.0015>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research In Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Castro-Martínez, O. R., Velázquez-Cigarroa, E., & Fontalvo-Buelvas, J. C. (coords.) (2023). *Agricultura, huertos educativos y transformaciones socioecológicas: Experiencias significativas en México*. Azul de Samarcanda Ediciones. <https://bit.ly/43FcdAP>
- Castro, L., Alfaro, P., & Díaz, M. (2024). Inteligencia artificial en educación: innovación radical para la personalización y la autonomía. *Revista Científica*, 2(3). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10186009.pdf>
- Crue Universidades Españolas. (2024). *La inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria*. https://www.crue.org/wp-content/uploads/2024/03/Crue-Digitalizacion_IA-Generativa.pdf
- Espinosa, M. A., Loayza, C., & Romero, D. (2025). Inteligencia artificial en la educación agrícola: un análisis de los modelos de aprendizaje personalizado. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, 3(1), 1-18. <https://mlaj-revista.org/index.php/journal/article/view/68>
- FAO. (2020). *Enfoque sistémico aplicado al desarrollo agrícola*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/4/y4936s/y4936s03.htm>
- Fernández, J. C., Rodríguez, D. E., & Rubio, J. (2020). Utopía, de la mano con la ciencia, biotecnología e innovación: un camino recorrido hacia la investigación con pertinencia y transferibilidad. *Revista de la Universidad de La Salle*, 1(83), 197-218. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7690671>
- Fontalvo-Buelvas, J. C., Castro-Martínez, O. R., & Tello García, E. (2025). *Educación para la sustentabilidad: Experiencias y estrategias desde aulas, huertos y comunidades*. Universidad CESMAG. <https://bit.ly/49ovfPx>
- Fontalvo-Buelvas, J. C., de la Cruz-Elizondo, Y., & Castro-Martínez, O. R. (coords.). (2024). *Huertos en instituciones de educación superior: Relatos y experiencias desde México*. Comunicación Científica. México. <https://doi.org/10.52501/cc.191>
- Gavilanes Vásquez, P. G., Adum Ruiz, J. H., García Ruiz, G. S., & Ruíz Ortega, M. G. (2024). Impacto de la inteligencia artificial en la educación superior. Una mirada hacia el futuro. *RECIAMUC*, 8(2), 213-221. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.\(2\).abril.2024.213-221](https://doi.org/10.26820/reciamuc/8.(2).abril.2024.213-221)
- González-Campos, J., López-Núñez, J., & Araya-Pérez, C. (2024). Educación superior e inteligencia artificial: desafíos para la universidad del siglo XXI. *Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 42(1).
- Groves, R. M., Fowler, F. J. Jr., Couper, M. P., Lepkowski, J. M., Singer, E., & Tourangeau, R. (2009). *Survey Methodology* (2nd ed.). John Wiley y Sons.
- Hayes, A. F., & Coutts, J. J. (2020). Use Omega Rather than Cronbach's Alpha for Estimating Reliability. *But. Communication Methods And Measures*, 14(1), 1-24.
- James, L., Demaree, R., & Wolf, G. (1984). Estimating Within-Group Interrater Reliability With and Without Response Bias. *Journal of Applied Psychology*, 69, 85-98.
- Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., . . . Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning And Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2013). *The Action Research Planner. Doing critical participatory action research*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>

- Lara-Colón, A., Castañón-Ayala, P., & Romo-Rodríguez, E. (2024). Impacto de los modelos generativos de lenguaje de inteligencia artificial en la educación superior: implicaciones y desafíos. *Educational Technology Review*, 42(2), 130-145. <https://doi.org/10.51896/tlatemoani/TARU9220>
- Meza-Arguello, D. M., Barcia-Cedeño, E. I., Sigcho-Ocampo, M. V., & Carrión-Arias, N. J. (2024). Análisis sobre el impacto de la dependencia tecnológica en la formación de docentes de Educación Básica. *Revista Científica Multidisciplinaria Ogma*, 1(3), 1-20. <https://doi.org/10.69516/xbdtw666>
- Morales, H., García, M. E., & Bermúdez, G. (coords.). (2019). *Huertos educativos. Relatos desde el movimiento latinoamericano*. El Colegio de la Frontera Sur. <https://bit.ly/4hwjmJs>
- Ojeda, E. J. (2023). Análisis del impacto de la inteligencia artificial ChatGPT en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación universitaria. *Formación Universitaria*, 16(6), 61-70. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062023000600061
- Parra Moreno, C. (2024). Alfabetización digital crítica: genealogía, crítica fundacional y estado del arte. *Revista Colombiana de Educación*, 91, 403-425. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10207156>
- Parra Nieto, G., & Gómez-Gonçalves, A. (coord.). (2021). *El Huerto educativo: recurso didáctico para trabajar los objetivos de desarrollo sostenible desde una perspectiva multidisciplinar*. Ediciones Universidad de Salamanca. <https://doi.org/10.14201/0AQ0301>
- Rivadeneira, F. (2024). Estrategias metodológicas en el módulo cultivos de ciclo corto y su influencia en el desarrollo de habilidades laborales en estudiantes agropecuarios. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(4), 1-20. <https://portal.amelica.org/ameli/journal/572/5725029001/html/>
- Ruiz-Fernández, J., Martínez-Gutiérrez, A., & López-González, E. (2022). Aplicación del Aprendizaje Basado en Retos en la Agricultura de Precisión para una agricultura sostenible. *Revista de Innovación Docente Universitaria*, 14(2), 45-58. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8646402>
- Ryan, M., Isakhanyan, G., & Tekinerdogan, B. (2023). Artificial intelligence in farming: Challenges and opportunities for building trust. *Agronomy Journal*, 115(4), 1674–1687. <https://doi.org/10.1002/agj2.21353>
- Segarra Ciprés, M., Grangel Seguer, R., Belmonte Fernández, Ó., & Aguado González, S. (2024). ChatGPT como herramienta de apoyo al aprendizaje en la educación superior: una experiencia docente. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, (28), 7–44. <https://doi.org/10.51302/tce.2024.19083>
- Servicio de Innovación Educativa de la UPM. (2020, julio). Guía de aprendizaje basada en retos. UPM. Disponible en: https://innovacioneducativa.upm.es/guias_pdi
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Villarruel-Fuentes, M., Chávez-Morales, R., & Garay-Peralta, I. (2023). La formación agronómica: una perspectiva sistémica. *Revista Innova Educación*, 5(1), 131-142. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2023.05.009>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., & Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zuazagoitia, D., Eugenio-Gozalbo, M., Ruiz-González, A., & Torralba-Burrial, A. (2024). *Huertos universitarios para la transformación ecosocial*. Universidad del País Vasco y Euskal Herriko Unibertsitateko Argitalpen Zerbitzua. <https://bit.ly/3JjA9CZ>