

Retroalimentación automatizada mediante ChatGPT para el aprendizaje de Microsoft Excel en estudiantes de bachillerato

Automated feedback using ChatGPT for Microsoft Excel learning in high school students

Barcia-Pincay Olivia Narcisa

Unidad Educativa Particular Redemptio. Ecuador.
Correo: Olivia.barcia7391@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-6738-9366>

Avello-Martínez Raidell

Universidade da Coruña. España.
Correo: raidell.avello@udc.es
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7200-632X>

López-Fernández Raúl

Universidad Bolivariana de Ecuador. Ecuador.
Correo: rlopezf@ube.edu.ec
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo analizar los cambios observados en el desempeño técnico en Microsoft Excel y en la motivación y autonomía percibidas por estudiantes de bachillerato tras una intervención basada en retroalimentación automatizada mediante ChatGPT. Se desarrolló un estudio cuantitativo con diseño preexperimental de un solo grupo, con medición pretest-posttest, en una muestra no probabilística e intencional de 28 estudiantes de primero de Bachillerato General Unificado de la institución educativa Jipijapa, Ecuador. Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos: la Prueba de Desempeño en Excel (PDE), compuesta por 20 ítems de ejecución práctica, y la Escala de Motivación y Autonomía frente al Uso de IA en el Aprendizaje de Excel (EMA-IAE), integrada por 12 ítems tipo Likert. La intervención se desarrolló durante cinco semanas mediante actividades prácticas en Excel apoyadas por ChatGPT como herramienta de retroalimentación inmediata y explicativa. Los resultados evidenciaron mejoras en indicadores clave del desempeño técnico, especialmente en la inserción de filas, el uso de la función PROMEDIO() y la función SI(), así como incrementos en el interés por aprender Excel con IA, la utilidad percibida de la herramienta y la percepción de aprendizaje a ritmo propio. Además, se identificó una correlación positiva moderada-alta entre el desempeño técnico y la motivación/autonomía percibidas ($p = 0.62$; $p < .01$). Se concluye que la integración supervisada de ChatGPT como herramienta de retroalimentación automatizada se asoció con mejoras observadas en el aprendizaje procedimental de Excel y en variables motivacionales vinculadas al aprendizaje autónomo, aunque estos hallazgos deben interpretarse con cautela debido al carácter preexperimental del estudio.

Palabras claves: retroalimentación automatizada; inteligencia artificial; ChatGPT; Microsoft Excel; bachillerato; aprendizaje procedimental.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze observed changes in technical performance in Microsoft Excel and in perceived motivation and autonomy among high school students

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 16 de marzo de 2026.

Fecha de aceptación: 04 de mayo de 2026.

Fecha de publicación: 11 de junio de 2026.

after an intervention based on automated feedback through ChatGPT. A quantitative study was conducted using a one-group pre-experimental pretest-posttest design with a non-probabilistic purposive sample of 28 first-year high school students from an educational institution in Jipijapa, Ecuador. Two instruments were used for data collection: the Excel Performance Test (EPT), composed of 20 practical performance items, and the Motivation and Autonomy Scale for the Use of AI in Excel Learning (EMA-IAE), consisting of 12 Likert-type items. The intervention lasted five weeks and involved practical Excel activities supported by ChatGPT as a tool for immediate and explanatory feedback. The results showed improvements in key indicators of technical performance, particularly row insertion, the use of the AVERAGE() function, and the IF() function, as well as increases in interest in learning Excel with AI, perceived usefulness of the tool, and perceived self-paced learning. In addition, a moderate-to-high positive correlation was found between technical performance and perceived motivation/autonomy ($p = 0.62$; $p < .01$). It is concluded that the supervised integration of ChatGPT as an automated feedback tool was associated with observed improvements in procedural Excel learning and in motivational variables related to autonomous learning, although these findings should be interpreted with caution due to the pre-experimental nature of the study.

Keywords: automated feedback; artificial intelligence; ChatGPT; Microsoft Excel; high school; procedural learning.

1. INTRODUCCIÓN

El dominio de herramientas de hoja de cálculo constituye una competencia digital aplicada de especial relevancia en la educación media, no solo por su utilidad instrumental, sino también por su vinculación con tareas de organización de información, cálculo, modelización y análisis de datos (Pilay, 2021). En este marco, Microsoft Excel ocupa un lugar central, ya que permite trabajar con operaciones, referencias, funciones y estructuras lógicas que trascienden el uso básico de software ofimático. No obstante, su aprendizaje no depende únicamente del acceso a la tecnología, sino de la comprensión de procedimientos específicos y de la capacidad del estudiante para detectar y corregir errores durante la ejecución de tareas técnicas. Precisamente por ello, la enseñanza de hojas de cálculo no puede reducirse a una lógica meramente operativa, sino que requiere atender componentes conceptuales y procedimentales que suelen generar dificultades persistentes en los aprendices (Tort, 2010).

La literatura sobre enseñanza de hojas de cálculo muestra que estas dificultades no se concentran únicamente en el manejo superficial de comandos, sino en habilidades cognitivamente más exigentes, como el uso de referencias, la

construcción de fórmulas y la aplicación de funciones. En esa línea, Liberatore y Chapman (2019) identificaron, a partir de analíticas de lectura y tareas, que ciertas microhabilidades de Excel, especialmente las relacionadas con funciones y referencias, concentran mayores niveles de error y más intentos fallidos. De forma convergente, Reinhardt y Pillay (2005) encontraron que muchos de los problemas de los estudiantes novatos se localizan en la escritura de ecuaciones y en el uso de funciones de hoja de cálculo, lo que sugiere que el aprendizaje de Excel exige apoyos pedagógicos más focalizados que la simple exposición a la herramienta. Asimismo, en contextos de educación secundaria, Gasigwa et al. (2022) reportaron que la integración sistemática de Excel en la enseñanza de estadística se asoció con mejores resultados de aprendizaje, reforzando así la pertinencia educativa de esta herramienta, aunque sin resolver por sí sola el problema de cómo apoyar de manera más efectiva su aprendizaje procedimental.

En paralelo, la investigación sobre retroalimentación educativa ha mostrado que su efecto depende menos de su mera presencia que de su calidad, contenido y oportunidad. Hattie y Timperley (2007) advirtieron que la retroalimentación puede tener un papel decisivo en el aprendizaje cuando ofrece información útil para cerrar la brecha entre el desempeño actual y el esperado. De forma consistente, la metaanálisis de Wisniewski et al. (2020) confirmó un efecto positivo global del feedback sobre el aprendizaje, aunque también mostró una considerable heterogeneidad entre tipos de retroalimentación. En aprendizajes procedimentales como el de Excel, esta conclusión resulta particularmente relevante, ya que la retroalimentación inmediata, específica y orientada a la tarea parece más prometedora que formas generales o tardías de corrección.

En este contexto, la inteligencia artificial generativa ha comenzado a ser considerada como una vía para ofrecer retroalimentación escalable, inmediata y potencialmente personalizada. La evidencia reciente es sugerente, aunque todavía desigual. Kestin et al. (2025), en un ensayo controlado aleatorizado con estudiantes universitarios, encontraron que un tutor de IA cuidadosamente diseñado produjo mayores ganancias de aprendizaje que una clase presencial de aprendizaje activo, además de mayores niveles de compromiso y motivación.

Sin embargo, otros trabajos insisten en que estos beneficios no deben asumirse como automáticos, pues dependen del diseño pedagógico de la interacción, de la calidad de las indicaciones y de salvaguardas éticas y didácticas en su implementación (Gaona-Toledo et al., 2025; Lindsay et al., 2025; Zapata-Rivera et al., 2024). Esta cautela es especialmente importante cuando la IA se incorpora a contextos escolares y a tareas técnicas en las que el error, la comprensión del procedimiento y la autorregulación del estudiante tienen un papel central.

Pese a ese avance, sigue siendo limitada la evidencia empírica sobre el uso de retroalimentación automatizada mediante IA conversacional en el aprendizaje procedimental de herramientas como Microsoft Excel, especialmente en contextos de bachillerato. La revisión sistemática de Létourneau et al. (2025) sobre sistemas de tutoría inteligente en K-12 muestra que el área ha crecido, pero también que los resultados siguen siendo heterogéneos y altamente dependientes de las características pedagógicas de los sistemas. En consecuencia, existe un espacio claro para estudios que examinen si una intervención basada en retroalimentación automatizada mediante IA puede asociarse con mejoras observables en el desempeño técnico en Excel y, además, cómo se relaciona con la motivación y la autonomía percibidas por los estudiantes.

A partir de este marco, el presente estudio se justifica por su foco en una competencia digital aplicada, por su interés en un nivel educativo menos explorado que la educación superior y por su intento de articular dos dimensiones que suelen estudiarse por separado: el desempeño técnico y la experiencia motivacional del estudiante ante el uso de IA. Desde una formulación prudente y coherente con un diseño preexperimental, la contribución esperable del trabajo no es demostrar una eficacia causal concluyente, sino aportar evidencia empírica inicial sobre los cambios observados en el aprendizaje de Excel tras una intervención con retroalimentación automatizada mediante ChatGPT y sobre su relación con variables de motivación y autonomía.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aprendizaje de hojas de cálculo y dificultades procedimentales

La enseñanza de hojas de cálculo ha sido subestimada con frecuencia al tratarse como un contenido meramente instrumental. Sin embargo, la literatura especializada sugiere que trabajar con Excel implica comprender estructuras lógicas, referencias, tipos de datos, fórmulas y criterios de validación, por lo que su aprendizaje comparte rasgos con otros entornos de resolución de problemas y modelización. En esta línea, Tort (2010) sostuvo que la alfabetización en hojas de cálculo debe diseñarse curricularmente en torno a conceptos básicos, prácticas de construcción eficiente y actitudes de autocontrol del error, y no como simple entrenamiento en comandos aislados. Esta perspectiva resulta relevante porque desplaza la enseñanza de Excel desde una visión operativa hacia una concepción más cercana al pensamiento computacional y al modelado de información.

Esa perspectiva se ve reforzada por la evidencia empírica sobre dificultades concretas. Liberatore y Chapman (2019), a partir de analíticas de lectura y tareas en un entorno interactivo, identificaron que las mayores dificultades se concentraban en habilidades específicas, especialmente en funciones más avanzadas y manejo de referencias. De forma convergente, Reinhardt y Pillay (2005) encontraron que muchos de los problemas de los aprendices novatos se localizaban en la escritura de ecuaciones y en el uso de funciones de hoja de cálculo, con variaciones asociadas al conocimiento matemático previo y a ciertas características del perfil del estudiante. Dicho de otro modo, no todos los contenidos de Excel presentan la misma complejidad pedagógica, y los errores recurrentes tienden a agruparse en microhabilidades que requieren apoyo oportuno y focalizado. Esto tiene implicaciones directas para el presente estudio, porque justifica centrar la intervención en operaciones, fórmulas, funciones básicas y funciones lógicas, en lugar de tratar Excel como una habilidad unitaria e indiferenciada.

Desde una perspectiva más aplicada, la utilidad educativa de Excel también ha sido documentada en contextos escolares. Gasigwa et al. (2022) reportaron que

la integración de Excel en la enseñanza de estadística en secundaria produjo mejores resultados en el grupo experimental que en el grupo de comparación. Aunque ese estudio no analiza retroalimentación automatizada ni IA generativa, sí aporta evidencia de que el trabajo con Excel puede mejorar el rendimiento cuando se incorpora de manera intencional a la enseñanza. Su utilidad para este manuscrito no reside en demostrar el efecto de la IA, sino en reforzar la relevancia de Excel como contenido formativo legítimo en niveles preuniversitarios y en mostrar que su enseñanza puede beneficiarse de estrategias pedagógicas específicas.

2.2. Retroalimentación formativa y aprendizaje técnico

La literatura clásica y reciente coincide en que la retroalimentación no actúa como una intervención homogénea. Hattie y Timperley (2007) argumentaron que su efectividad depende del tipo de información que ofrece, del nivel al que se dirige y del modo en que orienta la acción posterior del estudiante. Su propuesta distingue entre retroalimentación centrada en la tarea, en el proceso, en la autorregulación y en la persona, y muestra que no todas producen el mismo valor educativo. Esa idea fue reafirmada por la metaanálisis de Wisniewski et al. (2020), que integró 435 estudios y 994 tamaños de efecto, encontrando un efecto medio global positivo del feedback sobre el aprendizaje, aunque acompañado de una heterogeneidad muy alta entre tipos de retroalimentación. Este hallazgo es decisivo para el presente artículo: no basta con afirmar que “dar feedback” mejora el aprendizaje; es necesario justificar por qué la retroalimentación inmediata, específica y centrada en la tarea puede resultar especialmente adecuada para una destreza técnica como Excel.

En aprendizajes procedimentales, la retroalimentación cumple al menos tres funciones críticas. En primer lugar, reduce la persistencia del error cuando el estudiante formula una operación o una función de manera incorrecta. En segundo lugar, favorece la comprensión del procedimiento y no solo la corrección del resultado final. En tercer lugar, puede apoyar la autorregulación cuando permite revisar, comparar y ajustar intentos sin esperar una validación diferida del docente (Agurto Valdiviezo et al., 2025). Este razonamiento conecta directamente con el presente estudio, donde la intervención se centra en

actividades prácticas de Excel y en el uso de ChatGPT como apoyo correctivo y explicativo. En este punto, la lógica no es solo tecnológica, sino pedagógica: el valor del feedback automatizado depende de su capacidad para intervenir en el momento en que el estudiante aún puede revisar y reconstruir su procedimiento.

2.3. IA generativa, tutoría y feedback automatizado

La literatura reciente sobre IA generativa en educación muestra un crecimiento acelerado, aunque todavía con evidencia desigual y una fuerte dependencia del diseño instruccional. El estudio de Kestin et al. (2025) es particularmente relevante porque ofrece un punto de comparación metodológicamente sólido: en un ensayo controlado aleatorizado con 194 estudiantes en un curso universitario, el grupo que trabajó con un tutor de IA obtuvo mejores resultados de aprendizaje que el grupo de aprendizaje activo presencial, invirtió menos tiempo y reportó mayor compromiso y motivación. Sin embargo, el propio estudio subraya que esos resultados no derivan de la IA por sí sola, sino de un tutor cuidadosamente estructurado, con andamiaje secuencial, control de errores y alineación explícita con principios pedagógicos.

Ese matiz es fundamental porque evita una lectura ingenua de la IA. Zapata-Rivera et al. (2024), en el editorial del monográfico sobre IA generativa en educación, destacan el potencial de estos sistemas para personalizar contenido, apoyo y tutoría, pero también subrayan la necesidad de investigar su impacto sobre emociones, motivación y experiencia de aprendizaje. En una línea complementaria, Lindsay et al. (2025) advierten que el desarrollo de sistemas de feedback automatizado con IA requiere criterios de diseño responsable, debido a riesgos de sesgo, simplificación excesiva, desajuste con contextos minoritarios y obsolescencia del contenido. Por tanto, la IA no debe presentarse como solución autosuficiente, sino como una infraestructura de apoyo pedagógico cuyo valor depende de cómo se integra en la tarea, del tipo de mediación que ofrece y de las salvaguardas éticas y didácticas que acompañan su uso.

2.4. Evidencia comparativa y condiciones de efectividad

La evidencia comparativa disponible no permite sostener que el feedback de IA sea siempre superior al feedback humano. El estudio de Alnemrat et al. (2025), por ejemplo, mostró mejora del desempeño en escritura argumentativa en los distintos grupos analizados, al tiempo que distinguió ventajas diferenciales entre fuentes de retroalimentación: la IA destacó por su inmediatez y consistencia, mientras que el docente aportó contextualización, confianza interpersonal y conocimiento fino del alumno. Esa tensión es especialmente útil para este manuscrito porque permite evitar una narrativa tecnológica triunfalista. Lo defendible, a la luz de esta evidencia, es que la IA puede aportar valor cuando la tarea requiere respuesta inmediata, práctica reiterada y apoyo explicativo bajo demanda, especialmente en contextos donde el docente no puede ofrecer retroalimentación individual continua.

Además, la revisión sistemática de Létourneau et al. (2025) sobre tutores inteligentes en K-12 señala que la efectividad de estos sistemas depende de condiciones pedagógicas y contextuales concretas, y no simplemente de su carácter “inteligente”. Los autores muestran que los resultados positivos existen, pero también que se vuelven menos concluyentes cuando los sistemas se comparan con alternativas no inteligentes bien diseñadas. Esta observación es importante para el presente estudio, porque sitúa el posible valor de ChatGPT no en una supuesta superioridad inherente, sino en su uso como herramienta de apoyo situada, supervisada y orientada a tareas específicas. En el mismo sentido, la literatura reciente sobre IA generativa en educación insiste en que sus beneficios dependen de la alfabetización crítica de los estudiantes, del rol activo del docente y de la forma concreta en que se diseñan las interacciones pedagógicas (Lindsay et al., 2025; Zapata-Rivera et al., 2024). Por ello, una lectura rigurosa del problema no debe preguntarse únicamente si la IA “funciona”, sino bajo qué condiciones puede apoyar de manera válida el aprendizaje procedimental y la autorregulación del estudiante.

3. METODOLOGÍA

Diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, dado que buscó examinar cambios observados en el desempeño técnico en Microsoft Excel y en las percepciones de motivación y autonomía de los estudiantes tras una intervención apoyada en retroalimentación automatizada mediante ChatGPT. Se empleó un diseño preexperimental de un solo grupo con medición pretest-postest, apropiado para contextos educativos en los que no es posible conformar grupos equivalentes o realizar asignación aleatoria, pero se requiere obtener evidencia empírica inicial sobre una intervención pedagógica. En este marco, el pretest permitió establecer la línea base del desempeño y de las percepciones estudiantiles, mientras que el postest permitió valorar los cambios observados después de la intervención. Además, el estudio incorporó un componente correlacional orientado a explorar la relación entre el desempeño técnico en Excel y la motivación y autonomía percibidas frente al uso de IA.

Contexto y participantes

La población estuvo conformada por 460 estudiantes matriculados en primero de Bachillerato General Unificado de la institución educativa Unidad Educativa Particular Redemptio, ubicada en Jipijapa, Ecuador. A partir de esta población, se seleccionó una muestra no probabilística e intencional de 28 estudiantes. La selección respondió a criterios de accesibilidad y a la posibilidad de implementar la intervención dentro del espacio curricular de Informática. Como criterios de inclusión se consideraron: a) estar legalmente matriculado en el nivel correspondiente; b) participar regularmente en las clases de Informática; y c) disponer de acceso operativo a un equipo durante las sesiones de trabajo.

Instrumentos

La Prueba de Desempeño en Excel (PDE) se utilizó como instrumento principal para medir el nivel de dominio procedimental de los estudiantes antes y después de la intervención. Fue elaborada específicamente para esta investigación con base en criterios de pertinencia curricular y alineación con competencias

digitales del nivel de bachillerato. La prueba estuvo compuesta por 20 ítems de ejecución práctica distribuidos en cuatro dimensiones: operaciones básicas, fórmulas aritméticas y referencias, funciones básicas y funciones intermedias. Cada ítem debía resolverse directamente en la hoja de cálculo y se calificó mediante un sistema dicotómico (1 = correcto; 0 = incorrecto), lo que permitió obtener una puntuación global y compararla entre el pretest y el postest. El instrumento fue sometido a valoración por 3 docentes de experiencia de la institución para valorar su pertinencia, claridad y coherencia de los ítems. Posteriormente, se estimó su consistencia interna mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.87, interpretado como evidencia de alta fiabilidad interna.

Para medir las percepciones estudiantiles respecto al uso de retroalimentación automatizada mediante IA se utilizó la Escala de Motivación y Autonomía frente al Uso de IA en el Aprendizaje de Excel (EMA-IAE). La escala estuvo conformada por 12 ítems distribuidos en cuatro dimensiones: motivación intrínseca, percepción de competencia, autonomía y actitud hacia la IA educativa. Los ítems se respondieron mediante una escala tipo Likert de cinco opciones, desde 1 (totalmente en desacuerdo) hasta 5 (totalmente de acuerdo). Al igual que la PDE, la EMA-IAE fue revisada por 3 docentes de experiencia de la institución. Sus resultados permitieron caracterizar la disposición estudiantil frente al uso de IA antes y después de la intervención y explorar su relación con el desempeño técnico en Excel.

Procedimiento e intervención

La investigación se desarrolló durante cinco semanas. En la primera semana se aplicaron los instrumentos en modalidad de pretest con el fin de establecer la línea base del estudio. Los estudiantes resolvieron inicialmente la PDE y, a continuación, respondieron la EMA-IAE. Los resultados preliminares permitieron identificar dificultades recurrentes y orientar la planificación de la intervención.

Durante la segunda y tercera semanas se implementó la fase central de la intervención mediante sesiones prácticas de Excel apoyadas por ChatGPT como herramienta de retroalimentación formativa inmediata. En la primera sesión se

trabajaron operaciones básicas y manipulación de datos, incluyendo formato de celdas, inserción de filas y columnas, ajuste de dimensiones y ordenamiento y filtrado de información. En la segunda sesión se abordaron fórmulas aritméticas y referencias, con énfasis en suma, resta, multiplicación, división, referencias relativas y absolutas, así como identificación y corrección de errores frecuentes. En la tercera sesión se trabajaron funciones básicas, como SUMA(), PROMEDIO(), MAX(), MIN() y CONTAR(), mientras que en la cuarta sesión se desarrollaron funciones intermedias y lógicas, como SI(), CONTAR.SI(), SUMAR.SI(), BUSCARV() y SI.ERROR(). En estas actividades los estudiantes utilizaron ChatGPT para consultar dudas, revisar fórmulas, obtener explicaciones sobre errores y contrastar procedimientos.

La cuarta semana se destinó a consolidación y práctica autónoma supervisada. Los estudiantes desarrollaron un proyecto integrador en el que aplicaron los contenidos trabajados, utilizando ChatGPT como apoyo para revisar fórmulas, corregir errores y optimizar procedimientos. Durante esta fase, el docente supervisó el uso de la herramienta para asegurar que la retroalimentación se empleara como apoyo al aprendizaje y no como sustitución del razonamiento del estudiante.

En la quinta semana se aplicaron nuevamente ambos instrumentos. La PDE se administró como postest para valorar cambios en el desempeño técnico en Excel y la EMA-IAE se reaplicó para identificar variaciones en la motivación, la percepción de competencia, la autonomía y la actitud hacia la IA educativa tras la intervención

Análisis de datos

Los datos obtenidos mediante la PDE y la EMA-IAE fueron analizados mediante estadística descriptiva e inferencial utilizando el software libre Jamovi. En primer lugar, se calcularon frecuencias, porcentajes, medias y medidas de dispersión para caracterizar el desempeño técnico y las percepciones estudiantiles en los momentos pretest y postest. En segundo lugar, se compararon las puntuaciones obtenidas antes y después de la intervención para identificar cambios observados en ambas variables. Finalmente, se examinó la relación entre el

desempeño técnico en Excel y la motivación/autonomía percibidas mediante el coeficiente de correlación de Spearman, criterio consistente con la naturaleza ordinal de la escala EMA-IAE y con el interés del estudio por explorar asociaciones entre variables. El nivel de significación estadística se estableció en $p < .05$.

Consideraciones éticas

La participación de los estudiantes fue de carácter voluntario y la aplicación de los instrumentos se realizó en el contexto de las actividades académicas previstas para la asignatura, bajo condiciones controladas de laboratorio. Dado que el estudio involucró estudiantes de bachillerato y uso de una herramienta de inteligencia artificial en un entorno educativo, la versión final del manuscrito debe explicitar con claridad el procedimiento de consentimiento informado, la autorización institucional correspondiente, las medidas de confidencialidad y resguardo de datos, así como los criterios establecidos para el uso pedagógico y supervisado de ChatGPT. Esta precisión no aparece suficientemente desarrollada en el borrador actual y debe incorporarse antes de someter el artículo a evaluación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados evidencian cambios favorables entre el pretest y el posttest tanto en el desempeño técnico en Microsoft Excel como en las percepciones estudiantiles sobre el uso de la inteligencia artificial como apoyo al aprendizaje. Para ofrecer una visión sintética de los principales hallazgos, la Figura 1 integra los seis indicadores clave reportados en el estudio. En los ítems del PDE se presenta el porcentaje de respuestas correctas, mientras que en los indicadores seleccionados de la EMA-IAE se muestra el porcentaje de estudiantes ubicados en las categorías de acuerdo o totalmente de acuerdo. En conjunto, la figura permite apreciar una tendencia general de mejora en todos los indicadores considerados.

En relación con el desempeño técnico en Excel, se observaron incrementos consistentes en los tres ítems seleccionados del PDE. En el caso de la inserción

de filas, el porcentaje de respuestas correctas pasó de 35.7% en el pretest a 78.6% en el posttest, lo que representa una ganancia de 42.9 puntos porcentuales. De forma similar, en el manejo de la función PROMEDIO(), el desempeño aumentó de 28.6% a 67.9%, con una mejora de 39.3 puntos. El mayor incremento se registró en el uso de la función SI(), donde el porcentaje de respuestas correctas pasó de 21.4% a 71.4%, equivalente a una ganancia de 50.0 puntos porcentuales. En conjunto, estos datos sugieren un avance importante en habilidades procedimentales de distinta complejidad, desde operaciones básicas hasta funciones lógicas.

Este patrón de resultados es relevante porque la mejora no se limitó a tareas elementales. También se observó progreso en funciones que exigen mayor comprensión de la sintaxis y de la lógica de cálculo en Excel, lo que sugiere que la retroalimentación automatizada mediante ChatGPT pudo haber contribuido no solo a corregir errores puntuales, sino también a fortalecer la comprensión operativa de procedimientos más complejos. No obstante, dado que el estudio se desarrolló con un diseño preexperimental de un solo grupo, estos cambios deben interpretarse como mejoras observadas tras la intervención y no como evidencia concluyente de causalidad.

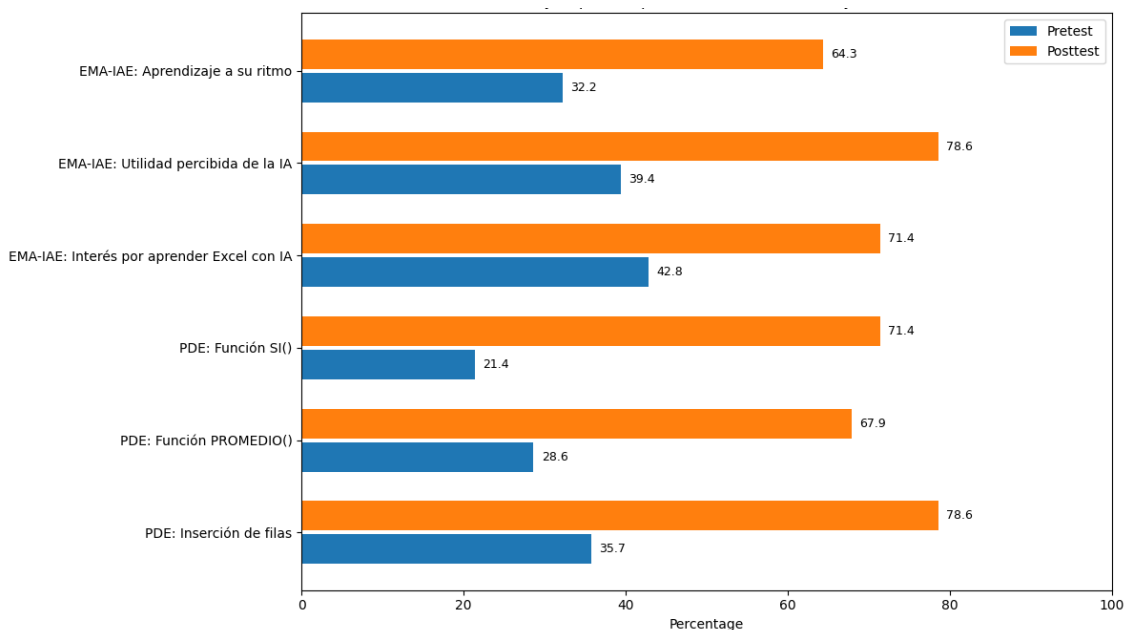
En cuanto a las percepciones estudiantiles medidas mediante la EMA-IAE, también se registró una evolución positiva en los tres indicadores seleccionados. El porcentaje de estudiantes que manifestó acuerdo con el ítem referido al interés por aprender Excel mediante IA aumentó de 42.8% a 71.4%, lo que equivale a una ganancia de 28.6 puntos porcentuales. A su vez, la utilidad percibida de la IA para apoyar el aprendizaje pasó de 39.4% a 78.6%, con una mejora de 39.2 puntos. Finalmente, la percepción de poder aprender Excel a su propio ritmo aumentó de 32.2% en el pretest a 64.3% en el posttest, es decir, una ganancia de 32.1 puntos porcentuales. Estos resultados indican que, además del avance técnico, la intervención estuvo acompañada por un cambio favorable en la valoración que los estudiantes hicieron del uso de la IA como apoyo pedagógico.

En términos comparativos, los mayores incrementos porcentuales se observaron en el dominio de la función SI() y en la utilidad percibida de la IA. Este hallazgo refuerza la idea de que la retroalimentación inmediata y explicativa puede

resultar especialmente valiosa en tareas donde los estudiantes suelen presentar mayores dificultades conceptuales y procedimentales. Del mismo modo, el aumento en la percepción de aprendizaje a ritmo propio apunta a un fortalecimiento de la autonomía percibida, coherente con el uso de una herramienta disponible de forma inmediata para resolver dudas, revisar fórmulas y corregir procedimientos durante la tarea.

Finalmente, el análisis correlacional mostró una relación positiva moderada-alta entre el desempeño en Excel medido con la PDE y la motivación/autonomía percibidas medidas con la EMA-IAE ($p = 0.62$; $p < .01$). Este resultado indica que, dentro del grupo estudiado, los estudiantes con mayores niveles de motivación y autonomía percibidas tendieron también a obtener mejores resultados en el desempeño técnico. Aunque esta asociación no permite establecer relaciones causales, sí aporta evidencia consistente con la idea de que el componente motivacional y la percepción de control sobre el aprendizaje están vinculados al progreso en tareas procedimentales apoyadas por retroalimentación automatizada.

Figura 1. Comparación pretest–posttest de indicadores clave del desempeño en Excel y de la percepción estudiantil sobre el uso de IA.



5. CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio muestran mejoras observadas en el desempeño técnico en Microsoft Excel después de la intervención, especialmente en tareas relacionadas con operaciones básicas, funciones estadísticas y funciones lógicas, así como incrementos en el interés por aprender con IA, en la utilidad percibida de la herramienta y en la percepción de autonomía. En términos generales, este patrón es coherente con la literatura que destaca el valor de la retroalimentación oportuna, específica y centrada en la tarea para favorecer el aprendizaje. Hattie y Timperley (2007) ya habían señalado que la retroalimentación puede influir de forma poderosa en el aprendizaje, aunque su efecto depende del tipo de información ofrecida y de cómo orienta la acción posterior del estudiante. En la misma línea, Wisniewski et al. (2020) mostraron un efecto positivo global del feedback, pero también una elevada heterogeneidad, lo que implica que no basta con “dar retroalimentación”, sino que importa su calidad, oportunidad y ajuste a la tarea. Los resultados de este estudio sugieren que, en un contenido procedimental como Excel, la posibilidad de recibir explicaciones inmediatas y correctivas mediante ChatGPT pudo haber contribuido a reducir errores y favorecer la comprensión operativa de los procedimientos.

La mejora observada en funciones como PROMEDIO() y, sobre todo, SI(), resulta especialmente relevante porque coincide con trabajos que muestran que las dificultades en hojas de cálculo no se concentran únicamente en acciones elementales, sino en habilidades que exigen comprender sintaxis, referencias y lógica de formulación. En ese sentido, Liberatore y Chapman (2019) identificaron que ciertas microhabilidades de hoja de cálculo, entre ellas el uso de funciones y referencias, concentran más intentos fallidos y mayores señales de dificultad. De forma complementaria, Tort (2010) sostuvo que la enseñanza de hojas de cálculo debe ir más allá del uso instrumental y atender estructuras conceptuales que suelen generar errores recurrentes. Desde esa perspectiva, el patrón encontrado en este estudio es plausible: la retroalimentación automatizada parece haber sido más útil allí donde la tarea exigía comprensión procedimental y no solo ejecución mecánica.

Los resultados también dialogan con la literatura reciente sobre tutoría con IA generativa, aunque con una diferencia importante de escala y solidez metodológica. Kestin et al. (2025), encontraron que un tutor de IA cuidadosamente diseñado produjo mayores ganancias de aprendizaje que una clase presencial de aprendizaje activo, además de mayores niveles de compromiso y motivación. Aunque ese estudio se desarrolló en educación superior y con un diseño experimental mucho más robusto que el del presente trabajo, aporta un punto de apoyo relevante: la IA puede favorecer el aprendizaje cuando no opera como respuesta automática descontextualizada, sino como andamiaje pedagógico estructurado. En el presente estudio, el aumento simultáneo en indicadores técnicos y motivacionales es consistente con esa línea, pero debe interpretarse de forma más prudente, ya que aquí no hubo grupo de comparación ni asignación aleatoria. Por tanto, lo defendible no es afirmar que ChatGPT demostró superioridad o eficacia concluyente, sino que su uso se asoció con mejoras observadas en un contexto escolar real.

En cuanto a la dimensión motivacional, el aumento en el interés, la utilidad percibida y la percepción de aprendizaje a ritmo propio es congruente con estudios que describen la IA como un recurso potencialmente valioso para ofrecer apoyo inmediato, flexible y escalable. La revisión sistemática de Létourneau et al. (2025), centrada en sistemas de tutoría inteligente en educación K-12, concluye que los efectos sobre aprendizaje y rendimiento suelen ser positivos, aunque se atenúan cuando se comparan con sistemas no inteligentes y siguen dependiendo del diseño pedagógico de la intervención. A ello se suma la literatura reciente sobre IA generativa en educación, que destaca oportunidades en personalización, tutoría y apoyo a la autorregulación, pero también insiste en que estos beneficios no son automáticos ni homogéneos (Lindsay et al., 2025; Zapata-Rivera et al., 2024). En este estudio, el incremento de la percepción de autonomía sugiere que los estudiantes experimentaron a ChatGPT no solo como fuente de respuesta, sino como herramienta de acompañamiento disponible durante la tarea. Sin embargo, esa interpretación debe mantenerse en el plano de la inferencia razonable y no de la prueba causal directa.

La correlación positiva moderada-alta entre desempeño técnico y motivación/autonomía percibidas refuerza la idea de que el aprendizaje procedimental no puede entenderse únicamente como adquisición de destrezas técnicas. En este caso, los estudiantes que reportaron mayores niveles de motivación y autonomía tendieron también a alcanzar mejores resultados en la PDE. Este hallazgo es coherente con la idea de que el feedback no solo opera a nivel cognitivo, sino también a nivel autorregulatorio y afectivo (Hattie & Timperley, 2007; Wisniewski et al., 2020). No obstante, aquí conviene ser especialmente cautelosos: la correlación no permite establecer dirección causal, y menos aún en un estudio con una sola muestra local y sin control. En otras palabras, el resultado es compatible tanto con la hipótesis de que una mejor experiencia con la IA favoreció el desempeño, como con la posibilidad de que quienes se desempeñaron mejor percibieran también mayor utilidad y autonomía. El manuscrito debe dejar esa ambigüedad explícita para no sobreinterpretar el hallazgo.

A la vez, los resultados de este estudio deben leerse a la luz de una tensión que la literatura reciente ya ha comenzado a documentar: la retroalimentación de IA puede ser útil, pero no está exenta de límites. Alnemrat et al. (2025), al comparar feedback de IA y feedback docente en escritura argumentativa, encontraron mejora en los grupos, pero sin evidencia suficiente para sostener una superioridad general del feedback automatizado frente al humano. Ese trabajo es importante porque relativiza cualquier lectura triunfalista: la IA no reemplaza automáticamente al docente, sino que puede funcionar como complemento escalable, especialmente cuando existe supervisión pedagógica y un diseño claro de la interacción. Esta lectura es particularmente pertinente para este estudio, donde el docente supervisó el uso de ChatGPT durante la intervención. En consecuencia, una discusión sólida no debería presentar la IA como sustituto de la mediación humana, sino como un recurso de apoyo que puede ampliar la disponibilidad y la inmediatez de la retroalimentación en tareas técnicas.

Finalmente, los hallazgos del presente trabajo aportan evidencia preliminar en un campo todavía poco explorado: el uso de retroalimentación automatizada con IA conversacional para el aprendizaje procedimental de Excel en bachillerato. No

obstante, esa contribución debe formularse con moderación. Las principales limitaciones del estudio, muestra pequeña, selección intencional, ausencia de grupo control, posible efecto de práctica por aplicación repetida de los instrumentos y dependencia parcial de autoinforme en la EMA-IAE, impiden sostener afirmaciones fuertes de generalización o causalidad. Por ello, más que demostrar una eficacia definitiva, este estudio sugiere que la integración supervisada de ChatGPT como herramienta de retroalimentación merece ser investigada con diseños más robustos, muestras mayores y comparaciones directas con feedback docente, otras herramientas de apoyo o grupos control sin IA. Ese es, precisamente, el tipo de siguiente paso que la literatura reciente sobre tutores inteligentes y sistemas generativos está reclamando (Létourneau et al., 2025; Lindsay et al., 2025).

REFERENCIAS

- Agurto Valdiviezo, B. P., Villalta Jiménez, D. J., Avello Martínez, R., & Tapia Bastidas, T. (2025). Propuesta didáctica basada en ChatGPT para mejorar la calidad narrativa de cuentos infantiles en educación básica. *Revista Universidad y Sociedad*, 17(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2218-36202025000300042&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Alnemrat, A., Aldamen, H., Almashour, M., Al-Deaibes, M., & AlSharefeen, R. (2025). AI vs. teacher feedback on EFL argumentative writing: A quantitative study. *Frontiers in Education*, 10. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1614673>
- Gaona-Toledo, S. M., Avello-Martínez, R., & Tapia-Bastidas, T. (2025). ChatGPT como mediador de retroalimentación para mejorar la competencia narrativa en estudiantes de Educación General Básica. *Revista Mexicana de Investigación e Intervención Educativa*, 4(3), 216-223. <https://doi.org/10.62697/rmii.v4i3.236>
- Gasigwa, T., Maniraho, D. J. F., & Habimana, D. O. (2022). Effectiveness of Excel Software Integration in Teaching and Learning Statistics on Students' Performance in Selected Kicukiro District Upper Secondary Schools in Rwanda. *The Journal of Research Innovation and Implications in Education (JRIIE)*, 6(3). <https://www.jriiejournal.com/wp-content/uploads/2022/08/JRIIE-6-3-021.pdf>

- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The Power of Feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81-112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Kestin, G., Miller, K., Klales, A., Milbourne, T., & Ponti, G. (2025). AI tutoring outperforms in-class active learning: An RCT introducing a novel research-based design in an authentic educational setting. *Scientific Reports*, 15(1), 17458. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-97652-6>
- Létourneau, A., Deslandes Martineau, M., Charland, P., Karran, J. A., Boasen, J., & Léger, P. M. (2025). A systematic review of AI-driven intelligent tutoring systems (ITS) in K-12 education. *NPJ Science of Learning*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1038/s41539-025-00320-7>
- Liberatore, M. W., & Chapman, K. (2019, junio 15). *Identifying Challenging Spreadsheet Skills Using Reading and Homework Analytics from an Interactive Textbook*. 2019 ASEE Annual Conference & Exposition. <https://peer.asee.org/identifying-challenging-spreadsheet-skills-using-reading-and-homework-analytics-from-an-interactive-textbook>
- Lindsay, E. D., Zhang, M., Johri, A., & Bjerva, J. (2025). The Responsible Development of Automated Student Feedback with Generative AI. *2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1-10. <https://doi.org/10.1109/EDUCON62633.2025.11016572>
- Pilay, Y. H. C. (2021). FORTALECIMIENTO DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO A TRAVES DE LAS APLICACIONES OFIMÁTICAS PARA LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO EN CIENCIAS DE LA UNIDAD EDUCATIVA FISCAL “ALEJO LASCANO” DEL CANTÓN JIPIJAPA: FORTALECIMIENTO DEL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO A TRAVÉS DE LAS APLICACIONES OFIMÁTICAS. *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(1), 103-112. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v5.n1.2021.325>
- Reinhardt, N., & Pillay, T. (2005). An Analysis of learning difficulties experienced by first time spreadsheet users. *Alternation*, 12(1b), 429-453. https://doi.org/10.10520/AJA10231757_527
- Tort, F. (2010). *Teaching Spreadsheets: Curriculum Design Principles*. <https://eusprig.org/wp-content/uploads/1009.2787.pdf>
- Wisniewski, B., Zierer, K., & Hattie, J. (2020). The Power of Feedback Revisited: A Meta-Analysis of Educational Feedback Research. *Frontiers in Psychology*, 10. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.03087>

Zapata-Rivera, D., Torre, I., Lee, C.-S., Sarasa-Cabezuelo, A., Ghergulescu, I., & Libbrecht, P. (2024). Editorial: Generative AI in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7. <https://doi.org/10.3389/frai.2024.1532896>