



SISTEMA DE TAREAS MEDIANTE ANALÍTICA DEL APRENDIZAJE Y LOS RECURSOS DIDÁCTICOS DIGITALES PARA MATEMÁTICA

TASK SYSTEM USING LEARNING ANALYTICS AND DIGITAL EDUCATIONAL RESOURCES FOR MATHEMATICS

Fanny Elizabeth Pin-Lucas^{1*}

E-mail: fepinl@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0128-1428>

María Alicia Moreira-Rodríguez²

E-mail: moreira@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5125-0800>

Raúl López-Fernández³

E-mail: rlopezf@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5316-2300>

Hendy Maier Pérez-Barrera³

E-mail: hmperezb@ube.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1989-2136>

¹Universidad Bolivariana del Ecuador, Unidad Educativa “José Vicente Luque”, Tosagua, Ecuador

²Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador; Unidad Educativa “María Teresa Terán de Castro”, Manabí, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador: Duran, Guayas, Ecuador

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pin-Lucas, F. E., Moreira-Rodríguez, M. A., López-Fernández, R., & Pérez-Barrera, H. M. (2026). Sistema de tareas mediante analítica del aprendizaje y los recursos didácticos digitales para matemática. *Revista Conrado*, 22(112), e5252.

RESUMEN

La necesidad de que los docentes posean competencias
Resumen

La enseñanza de la matemática, en la educación básica ecuatoriana, se caracteriza por limitaciones en la motivación estudiantil, escasa personalización del aprendizaje y deficiencias en la retroalimentación pedagógica. En este contexto, se propone la integración de la analítica del aprendizaje, los recursos didácticos digitales y la inteligencia artificial generativa como alternativas innovadoras. El objetivo de la investigación fue elaborar un sistema de tareas mediado por la analítica del aprendizaje, apoyado en la inteligencia artificial generativa y recursos didácticos digitales, para fortalecer la enseñanza de la matemática. Metodológicamente, se adoptó un enfoque cualitativo con diseño de investigación-acción participativa, aplicado a nueve docentes de séptimo grado, de la escuela ecuatoriana, para lo cual se utilizaron entrevistas semiestructuradas y la observación participativa, como parte inherente al proceso de la investigación-acción participativa. Los resultados evidenciaron dificultades como el predominio de las prácticas tradicionales centradas en el docente, especialmente en la evaluación tardía, la falta de seguimiento individualizado y la limitada integración

tecnológica. Como respuesta, se diseñó un sistema de tareas estructurado en fases, que incorporó analítica del aprendizaje en tiempo real y retroalimentación adaptativa. Se concluye que el sistema propuesto favorece la comprensión conceptual, la personalización del aprendizaje y la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos, dado que contribuye al mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática.

Palabras clave:

Analítica del aprendizaje, Enseñanza de la matemática, Inteligencia artificial generativa, Investigación acción participativa, Sistema de tareas.

ABSTRACT

Mathematics instruction in Ecuadorian basic education is characterized by limitations regarding student motivation, a lack of personalized learning, and deficiencies in pedagogical feedback. In this context, the integration of learning analytics, digital educational resources, and generative artificial intelligence is proposed as an innovative alternative. The research aimed to develop a task system mediated by learning analytics—and supported by generative AI and digital educational resources—to strengthen



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0.

mathematics instruction. Methodologically, a qualitative approach using a participatory action research design was adopted; the study involved nine seventh-grade teachers from an Ecuadorian school, utilizing semi-structured interviews and participant observation as integral components of the participatory action research process. The results revealed challenges such as the prevalence of traditional, teacher-centered practices—specifically regarding delayed assessment, a lack of individualized monitoring, and limited technology integration. In response, a phased task system was designed, incorporating real-time learning analytics and adaptive feedback. The study concludes that the proposed system fosters conceptual understanding, personalized learning, and data-driven pedagogical decision-making, thereby contributing to the improvement of the mathematics teaching-learning process.

Keywords:

Learning analytics, Mathematics education, Generative artificial intelligence, Participatory action research, Task system.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la matemática en los sistemas educativos actuales enfrenta el desafío de responder a las exigencias de una sociedad caracterizada por la digitalización del conocimiento. En este contexto, la incorporación de recursos didácticos digitales y el uso de la analítica del aprendizaje (AA) se presentan como alternativas pedagógicas innovadoras para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en la escuela básica ecuatoriana, donde persisten dificultades relacionadas con la motivación, la personalización del aprendizaje y la retroalimentación pedagógica.

Desde esta perspectiva, la presente investigación se sustenta en los fundamentos de la didáctica general, la didáctica de la matemática, los recursos didácticos digitales y la AA.

La didáctica general se concibe como un campo de conocimiento pedagógico que orienta de manera sistemática los procesos de enseñanza y aprendizaje, al analizar y articular elementos fundamentales como los objetivos educativos, los contenidos, las estrategias metodológicas, los recursos y los procesos de evaluación. (Rothgangel & Vollmer, 2025). Esta disciplina guía la planificación y organización docente, facilitando la reflexión crítica permanente sobre la práctica pedagógica y su adecuada adaptación a características, necesidades y contextos específicos de los estudiantes (Kostiainen & Pöysä-Tarhonen, 2025).

Por su parte, la didáctica de las matemáticas se centra en cómo enseñar y aprender matemáticas, lo cual requiere una comprensión profunda de los contenidos y de las formas en que se construye el conocimiento matemático. En este sentido, los docentes deben identificar estrategias efectivas que fomenten la curiosidad, el pensamiento crítico y la participación activa del estudiante (Bulut & Borromeo Ferri, 2025; Ledezma, 2024). También se concibe como un campo de estudio que analiza los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje matemático, así como las metodologías, recursos y contextos que influyen en la comprensión de los conceptos. Este enfoque enfatiza el diseño de situaciones didácticas que promuevan la resolución de problemas, el razonamiento lógico y la aplicación de los conocimientos matemáticos en contextos reales, favoreciendo un aprendizaje significativo y funcional. (Lepore, 2024; Biehler et al., 2024; Hortelano & Prudente, 2024).

En el marco de la educación digital, surgen los recursos didácticos digitales, conceptualizados como objetos culturales mediadores que facilitan procesos de enseñanza-aprendizaje en contextos tecnificados (Area-Moreira et al., 2023); sus elementos constitutivos incluyen: adaptabilidad de contenidos, retroalimentación inmediata, multimodalidad representacional y AA para la diferenciación instruccional (Azanza et al., 2024). En la enseñanza de la matemática, posibilitan la visualización de conceptos abstractos y el desarrollo de habilidades con vistas a la resolución de problemas, incrementando así la motivación y el interés por la asignatura.

La AA se ha consolidado como un campo de investigación y práctica fundamental en la educación digital contemporánea. Molla-Esparza et al., (2025) la definen como la medición, recolección y análisis de datos sobre estudiantes y contextos para comprender y optimizar el aprendizaje. Sus elementos esenciales incluyen: recolección de datos, procesamiento analítico y retroalimentación accionable para mejorar resultados académicos (de La Hoz-Ruiz et al., 2024, Hernández-de-Menéndez et al., 2022).

Este enfoque cobra especial relevancia en contextos educativos como el ecuatoriano, donde persisten desafíos relacionados con las prácticas docentes, el uso limitado de recursos tecnológicos y la necesidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, aspectos evidenciados desde la perspectiva del profesorado. (Andrade-Vargas et al., 2021; Hernández-Sellés et al., 2024)

En esta investigación se asume la definición de López Fernández et al. (2024), quienes conciben la AA como un procedimiento ecléctico dirigido a medir, contabilizar, procesar, analizar, sintetizar e interpretar datos y conjuntos

de datos, de mayor o menor complejidad, mediante diversos recursos tecno-pedagógicos, métodos y técnicas de investigación, así como el análisis cualitativo de la comunidad educativa.

Entendida como tecnología emergente que genera contenidos y recursos educativos personalizados mediante análisis de datos y patrones de aprendizaje (Zhang et al., 2024), la inteligencia artificial generativa (IAG) se basa en modelos de aprendizaje automático avanzados que permiten la retroalimentación adaptativa, soporte cognitivo y enseñanza centrada en el estudiante (Peláez-Sánchez et al., 2024; Întorsureanu et al., 2025).

En el contexto de la enseñanza de la matemática, la IAG ofrece oportunidades significativas para fortalecer la personalización del aprendizaje, al diseñar tareas diferenciadas, generar ejemplos contextualizados y proporcionar retroalimentación inmediata (Marín et al., 2025). Además, su integración con la AA permite optimizar la toma de decisiones pedagógicas, pues combina la interpretación de datos con la generación de respuestas educativas pertinentes (Hardaker & Glenn, 2025). No obstante, su implementación también implica desafíos relacionados con la formación docente, el uso ético de la tecnología y su adecuada integración pedagógica en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Farhood et al., 2025).

Similar a lo documentado por Zumba Freire et al (2024), en el ámbito donde se desarrolla la investigación, la situación problemática se enmarca en la insuficiente articulación entre la innovación tecnológica y la retroalimentación pedagógica oportuna y precisa en la enseñanza de la matemática en la escuela básica ecuatoriana. A pesar de los beneficios asociados al uso de recursos didácticos digitales y la AA, su integración pedagógica presenta limitaciones que afectan la calidad del proceso educativo.

A partir de la situación descrita anteriormente, nos cuestionamos: ¿cómo contribuir al proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas en la escuela básica ecuatoriana? A partir de este, se formuló como objetivo: elaborar un sistema de tareas mediado por la AA y apoyado en la IAG como recursos didácticos digitales, para contribuir al fortalecimiento de la enseñanza de la matemática en la escuela básica ecuatoriana.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio tiene un enfoque cualitativo y el diseño metodológico asumido es el de investigación acción participativa (IAP). La unidad de análisis es una unidad educativa ecuatoriana, compuesta por un investigador principal y nueve docentes de matemática de séptimo grado.

El recorrido metodológico obedece al ciclo de la IAP (Figura 1).



Figura 1: Ciclo de la investigación acción participativa.

Fuente: Imagen generada con ChtGPT.

Se desarrolló un diagnóstico educativo que permitió planificar el sistema de actividades; además, se aplicó el criterio de expertos; luego, se ejecutó; más tarde, se observó en la práctica cómo se desarrolló este; y, por último, se reflexionó sobre las transformaciones generadas por el sistema de tareas y se continuó el ciclo.

Desde el punto de vista teórico, los métodos utilizados fueron el histórico-lógico e inductivo-deductivo. Desde la praxis, la entrevista semiestructurada y la observación participativa.

La información fue organizada según las categorías de estudio definidas (categoría 1: Sistema de tareas mediado por la AA apoyado por la inteligencia artificial, como recursos didácticos digitales; categoría 2: Enseñanza de la matemática en la escuela básica ecuatoriana) con vistas a identificar problemáticas relevantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y fundamentar la propuesta del sistema de tareas.

De los 11 potenciados, fueron considerados expertos un total de nueve, con un coeficiente de competencia por encima de 0,90, además de cumplir los criterios de inclusión (máster o doctor en pedagogía; más de 10 años como docente de matemáticas; puntaje de excelente en las últimas cinco evaluaciones; y al menos dos publicaciones indexadas en bases de datos regionales o internacionales).

Las limitaciones del estudio estuvieron dadas por la resistencia de docentes y directivos a la utilización de la IAG.

RESULTADOS

Etapas de planificación

La etapa de planificación se inicia con una entrevista aplicada a los docentes de Matemática de la entidad educativa, estructurada en cuatro dimensiones: práctica docente y desafíos; evaluación y retroalimentación; tecnología e inteligencia artificial; y personalización y carga laboral. Cada dimensión se acompaña de una interrogante orientada a identificar las valoraciones de estos docentes sobre la problemática abordada.

Pregunta 1: Práctica docente y desafíos

¿Cómo describe su estrategia actual para enseñar matemática y qué dificultades principales enfrenta para lograr que los estudiantes comprendan los conceptos?

Los docentes expresaron que actualmente enseñan matemáticas utilizando, principalmente, el texto escolar y la pizarra tradicional. Sin embargo, enfrentan grandes dificultades para mantener el interés de los estudiantes en temas muy abstractos. Notan que la mayoría copia

procedimientos sin comprender los conceptos subyacentes. No alcanza el tiempo para diseñar ejemplos contextualizados a su realidad cotidiana. Se necesitan estrategias que permitan una comprensión más profunda y significativa, con el fin de evitar la memorización mecánica que no perdura en el tiempo y que limita la capacidad para resolver problemas nuevos.

Pregunta 2: Evaluación y retroalimentación

¿De qué manera monitorea el progreso individual de sus alumnos y qué limitaciones encuentra en su sistema actual de evaluación para ofrecer retroalimentación oportuna?

Se evalúa mediante pruebas escritas al final de cada unidad, pero esto da información siempre tardía sobre el aprendizaje real. No hay herramientas para monitorear el progreso diario de cada alumno sistemáticamente. Se dificulta identificar exactamente dónde fallan antes del examen final. Necesitamos datos inmediatos que indiquen quién requiere apoyo urgente específico. La retroalimentación es muy general para todo el curso, lo cual no atiende las necesidades individuales de aprendizaje detectadas constante e intuitivamente pero no se logra cuantificar de forma adecuada.

Pregunta 3: Tecnología e inteligencia artificial

¿Qué experiencia tiene con el uso de tecnologías digitales o inteligencia artificial en el aula y qué temores o necesidades identifica para integrarlas en su labor?

Uso tecnología como proyectores, pero se desconoce cómo aplicar inteligencia artificial en la práctica pedagógica. Preocupa que estas herramientas sean complejas o requieran conexión a internet, lo cual falla a veces. Se necesita capacitación para usar sistemas que automatizen tareas y permitan enfocarse en enseñar. Se quiere aprovechar la IAG para generar ejercicios, pero se teme que reemplace el criterio docente. Se busca apoyo que complemente la labor, no que la sustituya.

Pregunta 4: Personalización y carga laboral

Considerando la diversidad de ritmos de aprendizaje en su aula, ¿qué obstáculos encuentra para diseñar tareas diferenciadas y cómo le gustaría que un sistema le ayudara?

En el aula hay niveles heterogéneos de conocimiento matemático. Resulta imposible diseñar tareas diferenciadas para cada estudiante debido a la carga laboral. Algunos se aburren porque es fácil, otros se frustran porque es difícil. Se requiere un sistema que adapte la dificultad automáticamente según el desempeño. Se pretende que las

tareas se ajusten al ritmo de aprendizaje individual. Esto ayudaría a nivelar el grupo sin tener que crear “n” planificaciones cada semana para atender diversidad.

En conjunto, las valoraciones evidencian una práctica centrada en métodos tradicionales, con evaluación tardía, uso incipiente de la tecnología y serias limitaciones para atender la diversidad; los docentes expresan disposición a integrar la IA siempre que esta automatice tareas, personalice el aprendizaje y respete su rol profesional

Etapas de actuación

La etapa de actuación constituye el núcleo de la intervención pedagógica derivada de la investigación-acción, orientada a la enseñanza de la Matemática con apoyo de la analítica del aprendizaje (AA) y la inteligencia artificial generativa (IAG). En esta etapa se concreta la respuesta a las necesidades diagnosticadas en la fase de planificación mediante un sistema de tareas, entendido como la estructuración didáctica coherente de las actividades que estudiantes y docentes ejecutarán durante el proceso de enseñanza-aprendizaje

Sistema de tareas para la etapa de actuación

Investigación-Acción: Enseñanza de Matemática con AA e IAG

Objetivo General del Sistema: Configurar la estructura del sistema de tareas conforme a los seis elementos, según fundamentos teóricos (objetivo, funciones, componentes, estructura, implementación y evaluación), integrando módulos de AA que permitan la adaptación dinámica de las actividades matemáticas a la Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) de cada estudiante, garantizando coherencia entre la entrada (diagnóstico inicial), los procesos (ejecución mediada por IAG) y la salida (retroalimentación formativa).

La tabla 2 muestra la relación de problemas detectados y los componentes del sistema de tareas que los resuelven respectivamente. Traduce las preocupaciones reales de los docentes en respuestas pedagógicas y tecnológicas concretas. La desconexión afectiva y la falta de contextualización de los materiales didácticos tradicionales emergen como barreras comunes, que se mitigan mediante la digitalización interactiva y contextualizada, un fenómeno discutido en profundidad por Area-Moreira et al. (2023) al analizar la transformación digital de los medios de enseñanza.

Tabla 2: Matriz de vinculación: Problemas detectados - Solución en el sistema

Problema detectado en entrevista	Componente del Sistema de Tareas que lo resuelve
“Copian procedimientos sin comprender conceptos”	Orientación completa de la tarea: Cada tarea incluye mapa conceptual interactivo + ejemplo contextualizado a realidad ecuatoriana antes de la ejecución.
“Falta tiempo para diseñar ejemplos contextualizados”	Módulo de Generación de Contextos con IAG: El docente ingresa el concepto matemático y la IA genera 3-5 ejemplos con contexto local (mercado, agricultura, transporte ecuatoriano).
“Evaluación tardía, sin monitoreo diario”	Dashboard de analítica en tiempo real: Registro automático de intentos, tiempos de respuesta, patrones de error con alertas tempranas.
“Retroalimentación general, no individualizada”	Motor de feedback adaptativo con IAG: Respuestas automatizadas personalizadas según el tipo de error detectado (conceptual, procedimental, de atención).
“Temor a que la IAG reemplace criterio docente”	Diseño de control docente: El profesor valida, modifica o rechaza cada tarea generada por IAG antes de su asignación; la IAG es asistente, no decisora.
“Imposible diseñar tareas diferenciadas por carga laboral”	Algoritmo de Adaptación de Dificultad: El sistema ajusta automáticamente el nivel de complejidad según el desempeño histórico del estudiante.

Sistema de tareas estructurado según (Talízina, 1987)

Fase 0: Orientación (Pre-tarea - Mediación IAG)

Objetivo: Activar conocimientos previos sobre las destrezas objetos de estudios para presentar la base orientadora de la acción (BOA) contextualizada.

La activación mediante un diagnóstico ágil permite que el estudiante se sitúe de manera óptima en su ZDP (Talízina, 1987). Además, la generación automática de ejemplos contextualizados alivia la falta de tiempo docente. Este enfoque automatizado y adaptativo sitúa a la IAG como una herramienta clave de personalización del aprendizaje (Hardaker & Glenn, 2025). (Tabla 3)

Tabla 3: Fase 0 del sistema de tareas. Orientación (Pre-tarea - Mediación IAG)

Tarea	Acción paso a paso	Mediación de analítica/IAG	Responsable	Tiempo	Evidencia/Producto
0.1 Diagnóstico de prerrequisitos	1.Estudiante responde tres ítems cortos sobre conocimientos base. 2. IAG clasifica nivel: "Requiere repaso", "Listo para avanzar", "Desafío adicional". 3. Sistema deriva a ruta personalizada.	Algoritmo de clasificación basado en teoría de respuesta al ítem (TRI) simplificada.	Sistema IAG + Docente (supervisión)	5 min inicio de clase.	Reporte de niveles de entrada del grupo.
0.2 Presentación de la BOA contextualizada	1. IAG genera mapa conceptual interactivo del tema. 2. Incluye 2 ejemplos con contexto ecuatoriano (ej: cálculo de áreas para cultivos de cacao, porcentajes en ventas de artesanías). 3. Docente valida y ajusta ejemplos antes de publicar.	Generativo: Prompt estructurado: "Genera ejemplo de [concepto] aplicado a [contexto rural/urbano Ecuador] para estudiantes de [edad]".	Docente (validación) + IAG (generación)	10 min	BOA digital validada en plataforma
0.3 Establecimiento de meta personal	1. Estudiante define: "¿Qué quiero lograr hoy?" (selector guiado). 2. Sistema registra la meta y la vincula a los criterios de éxito.	Analítica: Registro de metas para correlacionar con desempeño posterior.	Estudiante + Sistema	3 min	Registro de intención de aprendizaje en dashboard

Fase 1: ejecución guiada (acción material/externalizada)

Objetivo: Resolver tareas con andamiaje progresivo, registrando trazas de aprendizaje para la analítica de los resultados.

Esta fase (Tabla 4) fomenta el tránsito de la acción material a la verbal mediante la autoexplicación y la entrega de pistas inteligentes. Al capturar trazas en tiempo real, el sistema evita la evaluación tardía. Este enfoque se alinea con la definición de AA de López-Fernández et al. (2024), entendida como un puente teórico-práctico que permite transformar los datos de las interacciones de los estudiantes en información pedagógica valiosa.

Tabla 4: Fase 1 del sistema de tareas. Ejecución guiada (Acción material/externalizada)

Tarea	Acción paso a paso	Mediación de analítica/IAG	Responsable	Tiempo	Evidencia/producto
1.1 Resolución con andamiaje inteligente	1. Estudiante resuelve problema en interfaz paso a paso. 2. Si se estanca >2 min, IAG ofrece pista contextual (no la respuesta). 3. Sistema registra: tiempo por paso, intentos, tipo de ayuda solicitada.	Motor de recomendación de pistas basado en patrones de error de cohortes anteriores.	Estudiante + Sistema IAG	15-20 min	Traza de resolución almacenada en base de datos
1.2 Autoexplicación guiada	1. Tras resolver, estudiante responde: "¿Por qué elegiste este procedimiento?" (opciones múltiples + campo abierto). 2. IAG analiza coherencia entre procedimiento y justificación.	Procesamiento de lenguaje natural (NLP) básico para detectar inconsistencias conceptuales.	Estudiante + IAG (análisis)	5 min	Registro de metacognición vinculado al ítem
1.3 Retroalimentación inmediata personalizada	1. Sistema muestra: (a) Confirmación de acierto/error, (b) Explicación del error si aplica, (c) Enlace a micro-lección de refuerzo si es necesario. 2. Docente recibe alerta si >30% del grupo comete mismo error.	Reglas de negocio + análisis de clúster de errores en tiempo real.	Sistema IAG + Docente (para intervenciones grupales)	Inmediato	Reporte de errores frecuentes por tema

Fase 2: Reflexión y generalización (acción mental/internalización) (Tabla 5)

Objetivo: Promover la transferencia del concepto a nuevos contextos para la consolidación mental de los estudiantes.

Este grupo de tareas (Tabla 5) promueve la transferencia conceptual del estudiante a través de variaciones contextuales que garantizan que el aprendizaje se consolide mentalmente (Talízina, 1987). La socialización de estrategias facilita la comparación de modelos, una de las tendencias más fuertes de la didáctica matemática para lograr un aprendizaje significativo y perdurable (Biehler et al., 2024).

Tabla 5: Fase 2 del sistema de tareas. Reflexión y generalización (acción mental/internalización)

Tarea	Acción paso a paso	Mediación de analítica/IAG	Responsable	Tiempo	Evidencia/producto
2.1 Transferencia contextualizada	1. IAG genera variante del problema original con nuevo contexto ecuatoriano. 2. Estudiante resuelve sin andamiaje. 3. Sistema compara desempeño con Fase 1 para medir transferencia.	Generación de variantes semánticas manteniendo estructura matemática.	Sistema IAG	10 min	Indicador de transferencia (% de mejora entre fase 1 y 2)
2.2 Socialización de estrategias	1. Plataforma muestra 2-3 estrategias de resolución anónimas de compañeros (seleccionadas por diversidad de enfoques). 2. Estudiante compara con su propio procedimiento y reflexiona.	Algoritmo de selección de estrategias representativas del grupo.	Docente (moderación) + Sistema	8 min	Registro de reflexión comparativa
2.3 Síntesis conceptual colaborativa	1. Grupo pequeño construye mapa mental digital del concepto. 2. IAG sugiere conexiones faltantes basadas en el currículo oficial.	Recomendación de nodos conceptuales según malla curricular ecuatoriana.	Estudiantes + IAG (sugerencias)	12 min	Mapa conceptual grupal validado

Fase 3: Evaluación formativa y ajuste (Cierre del ciclo de acción)

Objetivo: Monitorear progreso individual y ajustar el sistema para el siguiente ciclo interactivo.

Esta es la fase correspondiente a la toma de decisiones del profesor (Tabla 6), reduciendo la distancia entre la evaluación y la intervención oportuna. En este sentido, la AA dinamiza la capacidad docente y el capital profesional en el aula (de La Hoz-Ruiz et al., 2024).

Tabla 6: Fase 3 del sistema de tareas. Evaluación formativa y ajuste (Cierre del ciclo de acción)

Tarea	Acción paso a paso	Mediación de analítica/IAG	Responsable	Tiempo	Evidencia/producto
3.1 Evaluación adaptativa corta	1. Sistema presenta 5 ítems con dificultad adaptativa (más fácil si hay errores, más difícil si hay aciertos). 2. Estudiante responde sin tiempo límite, pero se registra tiempo de respuesta.	Algoritmo adaptativo tipo CAT (Computerized Adaptive Testing) simplificado.	Sistema IAG	8 min	Puntuación de dominio del concepto (escala 0-100)
3.2 Dashboard docente para toma de decisiones	1. Docente visualiza: (a) Mapa de calor de errores por concepto, (b) Lista de estudiantes en riesgo (alerta roja), (c) Sugerencias de intervención generadas por IAG. 2. Docente planifica refuerzo para siguiente sesión.	Visualización de datos + reglas de alerta basadas en umbrales pedagógicos.	Docente (análisis y decisión)	10 min post-clase	Plan de intervención para próxima sesión
3.3 Ajuste del sistema para siguiente ciclo	1. IAG analiza datos agregados de la sesión: efectividad de ejemplos, utilidad de pistas, tiempo promedio por tarea. 2. Sugiere ajustes al docente: "El ejemplo de cacao fue muy efectivo, replicar en siguiente tema".	Analítica de proceso (process mining) para optimización continua.	Docente + Sistema IAG (co-diseño)	15 min semanal	Registro de ajustes implementados en el sistema

La Figura 2 muestra el orden en que debe ser aplicada cada una de las etapas de la IAP según sus dimensiones (cronograma e implementación metodológica). El uso de la metodología IAP garantiza que los profesores participen como co-diseñadores de la innovación y no como receptores pasivos, con vistas a saltar barreras institucionales e impulsar las modificaciones que se requieran. (Andrade-Vargas et al., 2021)

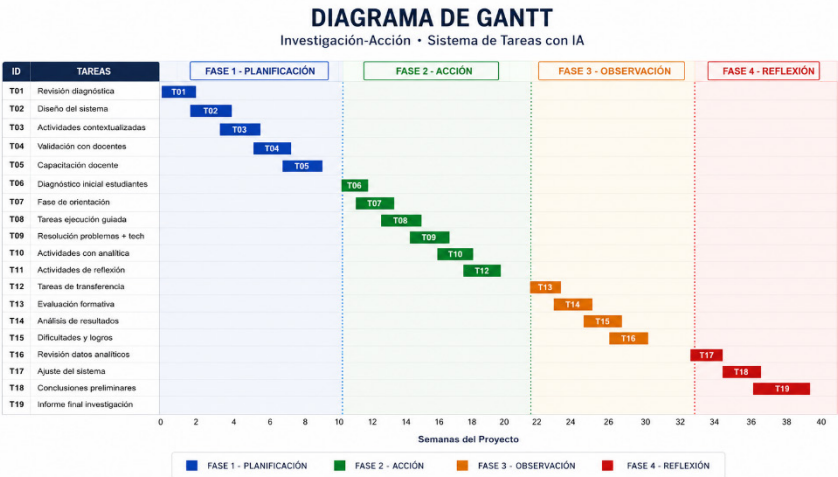


Figura 2: Diagrama de Gantt. IAP, Sistema de Tareas.

En busca de un equilibrio eficaz entre el rendimiento del estudiante y la salud laboral del docente, se proponen metas concretas, como la reducción del tiempo de planificación de 8 a 2 horas semanales y un nivel de aceptación tecnológica superior a 4.0. (Tabla 7) De este modo, el sistema de tareas asume el reto ético y técnico de integrar la inteligencia artificial reduciendo la brecha digital y la sobrecarga laboral de los docentes (Farhood et al., 2025).

Tabla 7: Indicadores de éxito del sistema (vinculados al objetivo general). (Ciclo de Investigación-Acción - Kemmis y McTaggart (1988)).

Dimensión	Indicador	Meta	Instrumento de medición
Comprensión conceptual	% de estudiantes que resuelven tarea de transferencia (Fase 2.1) sin error conceptual	≥75 %	Rúbrica de evaluación de procedimientos + análisis de justificaciones
Personalización efectiva	Reducción en la brecha de desempeño entre estudiantes de nivel bajo y alto	≥30 % de reducción	Comparación de desviación estándar pre/post implementación
Carga docente	Tiempo semanal que el docente dedica a diseño de tareas diferenciadas	Reducir de 8h a ≤2h	Registro de tiempo del docente + encuesta de percepción de carga
Retroalimentación oportuna	% de estudiantes que reciben <i>feedback</i> personalizado en <5 min tras completar tarea	≥90 %	Logs del sistema + encuesta de satisfacción estudiantil
Aceptación tecnológica	Nivel de confianza del docente en las sugerencias de la IAG (escala 1-5)	≥4.0	Escala Likert post-implementación + entrevistas semi-estructuradas

Instrucciones para la implementación inmediata

1. Configuración inicial:

- Ingresar al sistema los conceptos matemáticos del currículo ecuatoriano de la escuela básica.
- Definir los contextos locales prioritarios (rural/urbano, región costa/sierra/oriente).

2. Capacitación docente focalizada:

- Taller práctico: “Cómo validar y ajustar tareas generadas por IAG en tres pasos”.
- Simulación de uso del *dashboard* para toma de decisiones.

3. Piloto controlado:

- Iniciar con un solo grupo de 15-20 estudiantes.
- Tema de prueba: “Fracciones y porcentajes” (alto nivel de abstracción, alta necesidad de contextualización).

4. Recolección sistemática:

- Activar logs de interacción desde el día 1.
- Programar entrevistas breves (10 min) con 3 estudiantes por semana para retroalimentación cualitativa.

5. Reflexión colaborativa:

- Establecer reunión semanal de 30 min entre investigador y docente para ajustar el sistema en tiempo real.

Una vez concluida esta fase de reflexión comienza nuevamente el ciclo en espiral de la IAP, reajustando cada una de las nuevas etapas. Esta fase de reflexión estuvo apoyada por la valoración de los directivos de la institución en total (5). La decisión de escoger estos expertos fue su cosmovisión pedagógica y administrativa en la conducción del proceso docente educativo.

Valoración de los expertos

Valoración 1: Pertinencia del problema científico identificado

Valoraron positivamente que la investigación parte de un diagnóstico real y contextualizado de las dificultades en la enseñanza de la matemática en la escuela básica ecuatoriana. Las entrevistas semiestructuradas a docentes evidencian problemas auténticos (evaluación tardía, falta de personalización, sobrecarga laboral) que el sistema de tareas busca resolver. Esto demuestra que el investigador no impone una solución desde lo teórico, sino que construye la propuesta desde las necesidades sentidas por los actores educativos, lo cual es coherente con el enfoque de IAP.

Fortaleza identificada: Vinculación teoría-práctica-contexto

Valoración 2: Fundamentación teórica sólida y actualizada

“El marco teórico presenta una articulación coherente entre didáctica general, didáctica de la matemática, recursos didácticos digitales y AA. Destaca el uso de referencias actualizadas (2024-2025) junto con clásicos de la pedagogía (Talízina, implícito en la ZDP). La definición de AA asumida (López Fernández et al., 2024) es comprensiva y opera como puente entre lo técnico y lo pedagógico. Esto otorga rigor científico a la propuesta.

Fortaleza identificada: Rigor conceptual y vigencia bibliográfica

Valoración 3: Diseño del Sistema de Tareas

Valoran que el sistema de tareas se estructura siguiendo la metodología de Talízina (Fases 0-3: Orientación, Ejecución Guiada, Reflexión, Evaluación), lo cual garantiza que no sea una mera digitalización de ejercicios, sino un proceso de formación de acciones mentales.

La integración de la BOA contextualizada a la realidad ecuatoriana resulta un acierto pedagógico que favorece la transferencia del aprendizaje.

Fortaleza identificada: Secuenciación pedagógica intencionada

Valoración 4: Integración ética de la IAG

Los directivos destacaron que el sistema no plantea la IAG como reemplazo del docente, sino como asistente de apoyo al proceso docente educativo. El Diseño de Control Docente donde el profesor valida, modifica o rechaza tareas generadas por IAG, antes de su asignación, es una decisión pedagógica y ética acertada. Esto mitiga el temor legítimo de los docentes sobre la automatización excesiva y preserva el criterio profesional. La IAG es medio, no fin.

Fortaleza identificada: Enfoque humano-centrado de la tecnología

Valoración 5: Sistema de AA con *dashboard* docente:

“El dashboard de analítica en tiempo real es una herramienta valiosa para la toma de decisiones pedagógicas. Que el docente pueda visualizar mapas de calor de errores, listas de estudiantes en riesgo y sugerencias de intervención generadas por IAG transforma datos crudos en información accionable. Esto responde directamente a la falencia detectada en las entrevistas: ‘evaluación tardía, sin monitoreo diario’. La analítica se pone al servicio de la pedagogía, no al revés”.

Fortaleza identificada: Datos para la acción pedagógica oportuna

Valoración 6: Ciclo de IAP (Kemmis & McTaggart)

El recorrido metodológico sigue coherentemente el ciclo espiral de Planificación, Acción, Observación, Reflexión, con posibilidad de interacción. Esto no es investigación ‘sobre’ los docentes, sino ‘con’ los docentes. La inclusión de reuniones semanales de 30 minutos entre investigador y docente para ajustar el sistema en tiempo real demuestra un compromiso genuino con la participación. Además, la valoración de directivos en la fase de reflexión enriquece la mirada institucional.

Fortaleza identificada: Participación real y mejora continua

Valoración 7: Indicadores de éxito medibles y realistas

Los indicadores propuestos son pertinentes, medibles y alineados con el objetivo general. Destaca que miden resultados estudiantiles (comprensión conceptual $\geq 75\%$, reducción de brecha $\geq 30\%$), además el impacto docente (reducción de carga de 8h a $\leq 2h$, aceptación tecnológica ≥ 4.0). Esto refleja una comprensión sistémica de que la

innovación educativa debe beneficiar a todos los actores. Los instrumentos de medición son variados: rúbricas, logs, encuestas y entrevistas, entre otros.

Fortaleza identificada: Evaluación multidimensional del impacto

Valoración 8: Viabilidad de implementación en contexto ecuatoriano

Las instrucciones para implementación inmediata demuestran que el sistema fue diseñado pensando en la viabilidad real. La sugerencia de iniciar con un piloto controlado (15-20 estudiantes, tema: fracciones y porcentajes), la capacitación docente focalizada y la recolección sistemática desde el primer día son acciones concretas que facilitan la adopción. Además, el sistema contempla funcionamiento con conectividad intermitente y el estudio aborda la problemática de la enseñanza de la matemática en la educación básica ecuatoriana, caracterizada por limitaciones en la motivación estudiantil, escasa personalización del aprendizaje y deficiencias en la retroalimentación pedagógica. En este contexto, se propone la integración de la AA y los recursos didácticos digitales, el caso particular de la IAG como alternativas innovadoras.

El alto grado de acuerdo y satisfacción de los expertos, con destaque de la pertinencia de la propuesta en el contexto nacional, y la valoración positiva de la IAG que pondere a la figura docente y la IA tenga carácter asistente (Figura 3), responde directamente a las principales preocupaciones éticas en torno a la adopción de estos modelos de de aprendizaje en la educación contemporánea (Marín et al., 2025; Peláez-Sánchez et al., 2024).

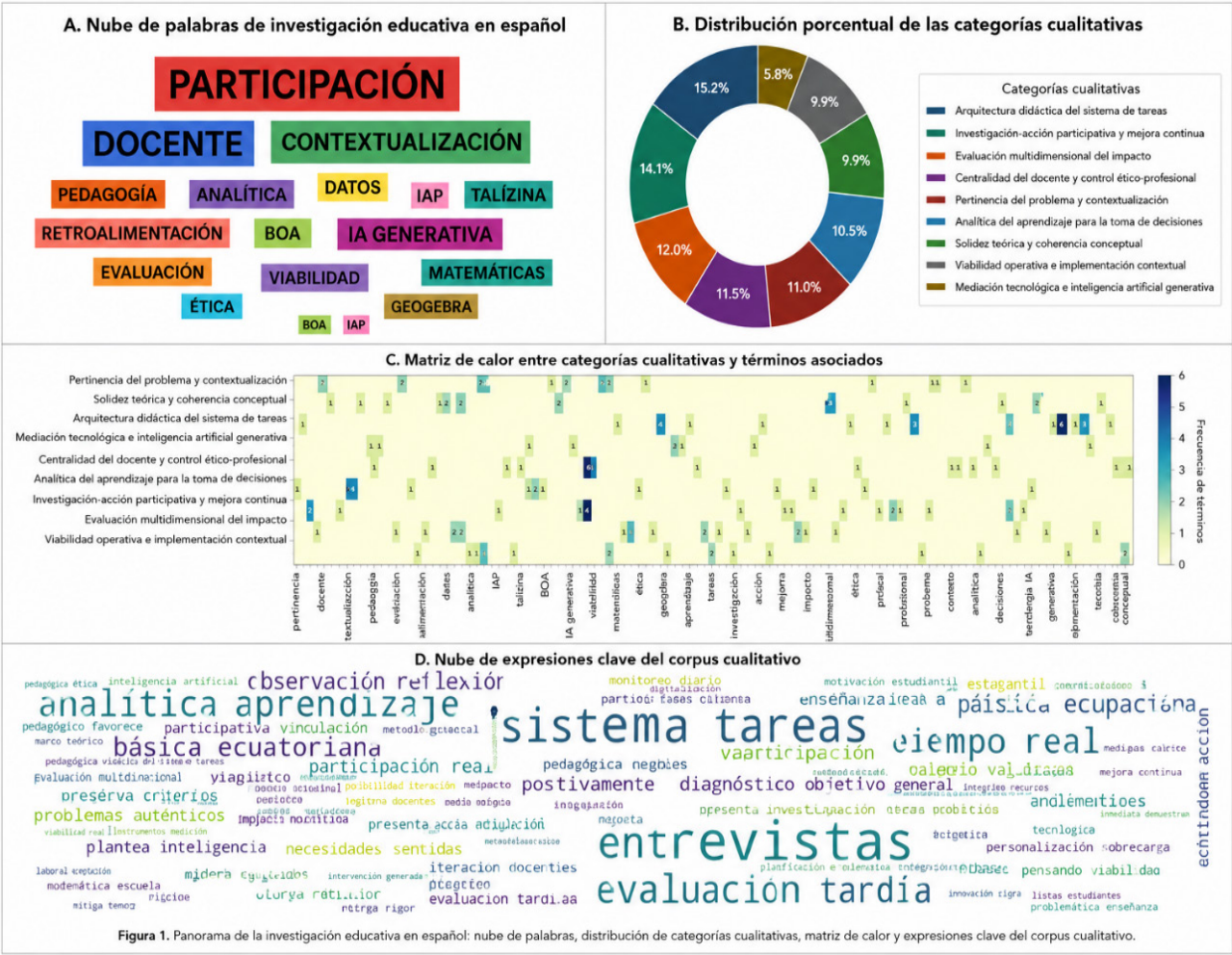


Figura 3: Gráficos que resumen las valoraciones de los expertos.

CONCLUSIONES

La integración de la AA y la IAG como recursos didácticos digitales en la enseñanza de la matemática constituye una alternativa pertinente para superar las limitaciones de los enfoques tradicionales. La incorporación de herramientas de analítica en tiempo real posibilita una retroalimentación oportuna y personalizada, lo cual impacta positivamente en la comprensión de los contenidos matemáticos. Este enfoque permite al docente tomar decisiones pedagógicas fundamentadas en datos, optimizando la atención a la diversidad y reduciendo brechas de aprendizaje entre los estudiantes.

El sistema propuesto no sustituye el rol del docente, sino que lo fortalece mediante el uso estratégico de la tecnología. A pesar de desafíos como la capacitación docente y la resistencia al cambio, su implementación resulta viable en el contexto ecuatoriano, pues contribuye al mejoramiento continuo del proceso educativo en espacios rurales/urbanos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade-Vargas, L., Estevao-Romeiro, A., Iriarte-Solano, M., Riofrio-Leiva, V., & Yunga-Godoy, D. (2021). Teacher's perceptions, institutional challenges, and educational sustainability during Covid-19 in Ecuador. *Heliyon*, 7(12), e08596. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08596>
- Area-Moreira, M., Rodríguez-Rodríguez, J., Peirats-Chacón, J., & Sanabria-Alcántara, A. L. (2023). The digital transformation of instructional materials: Views and practices of teachers, families and editors. *Technology, Knowledge and Learning*, 28(4), 1661–1685. <https://doi.org/10.1007/s10758-023-09664-8>
- Azanza, G., Korres, O., Paños-Castro, J., & Petchamé, J. (2024). Empowering university lecturers in the digital age: Exploring the factors influencing the use of digital technologies in higher education. *Education Sciences*, 14(7), Artículo 728. <https://doi.org/10.3390/educsci14070728>
- Biehler, R., Durand-Guerrier, V., & Trigueros, M. (2024). New trends in didactic research in university mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 56(7), 1345–1360. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01643-2>
- Bulut, N., & Borromeo-Ferri, R. (2025). Bridging Mathematical Modelling and Education for Sustainable Development in Pre-Service Primary Teacher Education. *Education Sciences*, 15(2), 248. <https://doi.org/10.3390/educsci15020248>
- de La Hoz-Ruiz, J., Khalil, M., Domingo Segovia, J., & Liu, Q. (2024). Learning analytics for enhanced professional capital development: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1302658. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1302658>
- Farhood, H., Nyden, M., & Beheshti, A. (2025). Artificial intelligence-based personalised learning in education: A systematic literature review. *Discover Artificial Intelligence*, 5, 331. <https://doi.org/10.1007/s44163-025-00598-x>
- Hardaker, G., & Glenn, L. E. (2025). Artificial intelligence for personalized learning: A systematic literature review. *International Journal of Information and Learning Technology*, 42(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/IJILT-07-2024-0160>
- Hernández-de-Menéndez, M., Morales-Menendez, R., Escobar, C. A., & Ramírez Mendoza, R. A. (2022). Learning analytics: State of the art. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16(3), 1209–1230. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00930-0>
- Hernández-Sellés, N., & Massigoge-Galbis, M. (2024). Strengthening policies for education, innovation, and digitization through teacher training: Evaluating Pro-Futuro's Open Model in Ecuador. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 25(4), 1–18. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v25i4.7865>
- Hortelano, J. C., & Prudente, M. (2024). Effects of the theory of didactical situations' application in mathematics education: A metasynthesis. *Journal of Pedagogical Research*, 8(3), 246–262. <https://doi.org/10.33902/JPR.202426908>
- Întorsureanu, I., Oprea, S.-V., Bâra, A., & Vespan, D. (2025). Generative AI in education: Perspectives through an academic lens. *Electronics*, 14(5), Artículo 1053. <https://doi.org/10.3390/electronics14051053>
- Kemmis, S., McTaggart, R., y Nixon, R. (2014). The action research planner: Doing critical participatory action research. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-4560-67-2>
- Kostiainen, E., & Pöysä-Tarhonen, J. (2025). Meaningful learning over the course of teacher education: Students' reflections. *Teaching and Teacher Education*, 168, Article 105241. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2025.105241>
- Ledezma, C. (2024). Mathematical Modelling from a Semiotic-Cognitive Approach. *Journal of Research in Mathematics Education*, 13(3), pp. 268–292. <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.15066>
- Lepore, M. (2024). A holistic framework to model student's cognitive process in mathematics education through fuzzy cognitive maps. *Heliyon*, 10(16), e35863. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35863>
- López-Fernández, R., Sánchez-Gálvez, S., Quintana-Álvarez, M.R., & Gómez-Rodríguez, V.G. (2024). Valoraciones teóricas sobre el concepto de analítica del aprendizaje. *Revista Mendive*, 22(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-76962024000100033

- Marín, Y. R., Caro, O. C., & Rituay, A. M. C. (2025). Ethical challenges associated with the use of artificial intelligence in university education. *Journal of Academic Ethics*, 23, 2443–2467. <https://doi.org/10.1007/s10805-025-09660-w>
- Molla-Esparza, C., Gómez-Núñez, M. I., & García-García, F. J. (2025). Applications of learning analytics in the study of academic performance in higher education: A pilot-tested meta-review protocol. *International Journal of Educational Research Open*, 8, 100433. <https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2024.100433>
- Peláez-Sánchez, I. C., Velarde-Camaqui, D., & Glasserman-Morales, L. D. (2024). The impact of large language models on higher education: Exploring the connection between AI and Education 4.0. *Frontiers in Education*, 9, 1392091. <https://doi.org/10.3389/fed-uc.2024.1392091>
- Rothgangel, M., & Vollmer, H. J. (2025). The Concept of General Subject Didactics. *Éducation et didactique*, 19(2), 113-124. <https://doi.org/10.4000/14b8d>
- Talízina, N. F. (1987). *La formación de la actividad cognoscitiva de los escolares*. Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior.
- Zhang, X., Zhang, P., Shen, Y., Liu, M., Wang, Q., Gašević, D., & Fan, Y. (2024). A systematic literature review of empirical research on applying generative artificial intelligence in education. *Frontiers of Digital Education*, 1(3), 223–245. <https://doi.org/10.1007/s44366-024-0028-5>
- Zumba Freire, J., Coronel Aguilar, D. E., Moreno, R., Heredero, J., & Enríquez Mocha, P. M. (2024). Las Dificultades de Enseñar Matemáticas en las Aulas Ecuatorianas en Educación Básica Superior. *Estudios y Perspectivas*, 4(3), 1877–1900. <https://doi.org/10.61384/r.c.a..v4i3.520>