

REVISTA BOLETÍN REDIFE: 15 (4) ABRIL 2026 ISSN 2256-1536

RECIBIDO EL 27 DE NOVIEMBRE DE 2025 - ACEPTADO EL 26 DE FEBRERO DE 2026

Ecosistemas de Aprendizaje Híbridos en Postconflicto: Integración empírica de progresión cognitiva y variables psicosociales hacia el marco Mathprogia

Hybrid Learning Ecosystems in Post-Conflict: Empirical Integration of Cognitive Progression and Psychosocial variables toward the Mathprogia framework

Marcela Benítez Mendivelso¹

Escuela de Ingenieros Militares

Resumen

Este artículo presenta los resultados de una investigación empírica interdisciplinaria desarrollada en contextos educativos afectados por el conflicto armado, orientada al análisis de ecosistemas de aprendizaje híbridos como dispositivos para transformar trayectorias educativas vulneradas. El estudio sistematiza evidencia acumulada en un programa de investigación sostenido, iniciado con el análisis de la evolución de modelos mentales en

entornos digitales y ampliado hacia variables psicosociales asociadas con la permanencia educativa y el desempeño académico.

Desde un enfoque metodológico mixto y longitudinal, se integran la Teoría del Espacio del Conocimiento (*Knowledge Space Theory*, KST) y el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) para analizar la progresión cognitiva y constructos latentes como resiliencia educativa, autoeficacia académica, ansiedad académica y proyección del proyecto de vida. La evidencia indica que la personalización adaptativa mejora la estabilidad de las trayectorias educativas y la progresión conceptual, al tiempo que reduce

¹ Escuela de Ingenieros Militares, docentemarcela.benitez@esing.edu.co, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7928-7539>, docentemarcela.benitez@esing.edu.co

factores psicosociales adversos cuando se articula con metodologías de diálogo social y prácticas pedagógicas contextualizadas.

A partir de esta sistematización, se propone el marco MathProgIA como una hipótesis integradora conceptual y metodológica, orientada a articular personalización adaptativa, análisis de modelos mentales y principios de inteligencia artificial explicable en ecosistemas híbridos de aprendizaje. Si bien MathProgIA aún no ha sido validado empíricamente, se presenta como una propuesta empíricamente informada que organiza e interpreta la evidencia acumulada y define una agenda de validación experimental futura.

Se concluye que los ecosistemas híbridos, diseñados desde una perspectiva interdisciplinaria y sensible al contexto, constituyen una base sólida para desarrollar marcos integradores orientados a la equidad educativa en escenarios de postconflicto.

Palabras clave: Aprendizaje híbrido; postconflicto; modelos mentales; teoría del espacio del conocimiento; variables psicosociales; inteligencia artificial explicable

Abstract

This article presents the results of an interdisciplinary empirical study conducted in educational settings affected by armed conflict, aimed at analyzing hybrid learning ecosystems as mechanisms for transforming disrupted educational trajectories. The study systematizes accumulated evidence from a sustained research program, initially focused on the evolution of mental models in digital environments and subsequently expanded to include psychosocial variables associated with educational retention and academic performance.

Using a mixed-methods and longitudinal approach, Knowledge Space Theory (KST)

and Structural Equation Modeling (SEM) are integrated to examine cognitive progression and latent constructs such as educational resilience, academic self-efficacy, academic anxiety, and life-project projection. The evidence indicates that adaptive personalization enhances the stability of educational trajectories and conceptual progression, while reducing adverse psychosocial factors when articulated with social dialogue methodologies and context-sensitive pedagogical practices.

Based on this systematization, the MathProgIA framework is proposed as an integrative conceptual and methodological hypothesis aimed at articulating adaptive personalization, mental model analysis, and principles of explainable artificial intelligence within hybrid learning ecosystems. Although MathProgIA has not yet been empirically validated, it is presented as an empirically informed proposal that organizes and interprets the accumulated evidence and defines a future agenda for experimental validation.

It is concluded that hybrid ecosystems, designed from an interdisciplinary and context-sensitive perspective, constitute a solid foundation for developing integrative frameworks aimed at promoting educational equity in post-conflict scenarios.

Keywords: Hybrid learning; post-conflict; mental models; Knowledge Space Theory; psychosocial variables; explainable artificial intelligence

1. Introducción

Las trayectorias educativas en contextos afectados por conflicto armado y desigualdad estructural constituyen un desafío complejo para los sistemas educativos. La interrupción de los procesos formativos, la fragilidad institucional y la exposición sostenida a riesgos psicosociales impactan directamente la permanencia educativa, el desempeño académico y la

proyección del proyecto de vida de niños, jóvenes y adultos.

La literatura reciente muestra que estos fenómenos no pueden explicarse únicamente mediante indicadores académicos tradicionales, sino que requieren marcos analíticos capaces de integrar dimensiones cognitivas, psicosociales y contextuales. En particular, variables como la evolución de modelos mentales, la autoeficacia académica, la resiliencia educativa y la ansiedad escolar influyen tanto en el rendimiento inmediato como en la continuidad de las trayectorias educativas, especialmente en poblaciones con experiencias de vulnerabilidad y discontinuidad formativa.

En este escenario, los entornos híbridos han cobrado relevancia porque permiten articular diseño pedagógico, mediación tecnológica y acompañamiento psicosocial. La evidencia sugiere que esta combinación contribuye a estabilizar trayectorias educativas y a reducir brechas estructurales, incluidas aquellas relacionadas con género y acceso a oportunidades formativas en áreas STEM. Los ecosistemas de aprendizaje híbridos, entendidos como configuraciones dinámicas que integran entornos digitales, prácticas presenciales y acompañamiento contextualizado, ofrecen un marco especialmente pertinente para combinar personalización adaptativa con enfoques participativos orientados a fortalecer la experiencia educativa y la reconstrucción del tejido social.

Adicionalmente, la analítica del aprendizaje y la inteligencia artificial educativa amplían las posibilidades para seguir la progresión cognitiva y detectar estados intermedios de conocimiento que suelen permanecer invisibles en evaluaciones tradicionales. En este marco, la Teoría del Espacio del Conocimiento (*Knowledge Space Theory*, KST) permite modelar la estructura y evolución del conocimiento mediante estados y relaciones de precedencia

conceptual, mientras que el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) facilita analizar relaciones entre variables latentes psicosociales y resultados educativos en contextos complejos. Sin embargo, la literatura tiende a implementar estos enfoques de manera fragmentada, lo que limita una comprensión integrada del aprendizaje como fenómeno dinámico, situado y multidimensional.

En respuesta a esta brecha, este artículo tiene dos propósitos: (1) sistematizar evidencia empírica de un programa de investigación interdisciplinario en contextos urbanos y rurales afectados por el conflicto armado, integrando análisis cognitivos y psicosociales en ecosistemas híbridos; y (2) proponer el marco MathProgIA como hipótesis conceptual que articula progresión de modelos mentales, personalización adaptativa y principios de inteligencia artificial explicable.

La propuesta busca contribuir al debate académico sobre enfoques integradores en contextos de vulnerabilidad, ofreciendo evidencia empírica robusta y estableciendo líneas para el desarrollo futuro de marcos metodológicos y conceptuales —como MathProgIA— que permitan abordar desigualdades educativas persistentes mediante procesos de validación rigurosos y sensibles al contexto.

2. Estado del Arte y Marco Teórico

La investigación educativa en contextos de postconflicto y vulnerabilidad social evidencia de manera consistente que las trayectorias educativas están determinadas por factores que trascienden el rendimiento académico tradicional. La interrupción de los procesos formativos, la exposición a violencia estructural y la fragilidad institucional afectan directamente la motivación, la permanencia educativa y la construcción del proyecto de vida de los estudiantes (Benítez et al., 2024a; Benítez

et al., 2024b). Este escenario exige concebir el aprendizaje como un fenómeno situado, en el que convergen dimensiones cognitivas, emocionales, sociales y contextuales.

Desde esta perspectiva, la literatura subraya la necesidad de enfoques integradores que analicen simultáneamente el desarrollo cognitivo y los procesos psicosociales vinculados a la experiencia educativa. Estudios sobre ecosistemas híbridos de aprendizaje muestran que la combinación de mediación tecnológica, acompañamiento pedagógico y estrategias participativas contribuye a resignificar la experiencia escolar y fortalecer el tejido social, especialmente en contextos rurales y comunidades afectadas por el conflicto armado (Benítez et al., 2024a; Benítez et al., 2024c). Este enfoque coincide con marcos internacionales que consideran la educación como un factor clave para la reconstrucción social en contextos frágiles (UNESCO, 2021). Sin embargo, una limitación recurrente es la fragmentación analítica: mientras algunos estudios se centran en indicadores académicos, otros priorizan dimensiones psicosociales o comunitarias, dificultando una comprensión integrada de la interacción entre estos niveles.

En el ámbito cognitivo, el concepto de modelo mental se utiliza para describir las representaciones internas que los individuos construyen para comprender fenómenos, resolver problemas y tomar decisiones. Su análisis resulta esencial para comprender la progresión conceptual y las dificultades persistentes en dominios científicos y tecnológicos. En este contexto, la Teoría del Espacio del Conocimiento (Knowledge Space Theory, KST) proporciona un marco formal sólido para modelar la estructura y evolución del conocimiento, identificando estados de conocimiento, relaciones de precedencia conceptual y trayectorias de aprendizaje posibles (Falmagne & Doignon, 2011).

La evidencia empírica indica que la aplicación de KST en entornos digitales interactivos permite visibilizar estados intermedios de conocimiento que suelen permanecer ocultos en evaluaciones tradicionales, facilitando intervenciones pedagógicas más precisas y procesos de personalización adaptativa (Benítez, 2025). Esto se alinea con la investigación en analítica del aprendizaje, que destaca el potencial de los entornos digitales para apoyar la toma de decisiones pedagógicas basadas en evidencia. No obstante, gran parte de la literatura aún analiza la progresión cognitiva de manera aislada, sin explorar cómo la evolución de los modelos mentales interactúa con variables psicosociales y contextuales, particularmente en poblaciones con trayectorias educativas vulneradas.

En paralelo, la investigación psicosocial ha identificado variables clave que explican la permanencia educativa y el desempeño académico. Constructos como resiliencia educativa, autoeficacia académica y ansiedad frente al aprendizaje muestran un impacto significativo en la continuidad de las trayectorias formativas, especialmente en contextos de alta vulnerabilidad (Arboleda et al., 2025; Sevilla et al., 2025). Estos hallazgos coinciden con la literatura clásica sobre autorregulación y autoeficacia, que subraya la influencia de las creencias del estudiante en su rendimiento y persistencia escolar (Bandura, 1997; Zimmerman, 2000).

Los estudios basados en Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) han permitido identificar relaciones entre desarrollo psicosocial y rendimiento académico en entornos híbridos, mostrando que la estabilidad emocional, la percepción de apoyo institucional y la autoeficacia actúan como variables mediadoras clave (Sevilla et al., 2025). Investigaciones recientes también evidencian que estrategias pedagógicas como la gamificación y el aprendizaje activo pueden reducir la ansiedad

académica y mejorar el desempeño, aunque sus efectos dependen del contexto sociocultural y del diseño de la intervención (Arboleda et al., 2025). No obstante, al igual que en el enfoque cognitivo, la literatura psicosocial suele analizar estos constructos de manera independiente, sin integrarlos sistemáticamente con modelos formales de progresión del conocimiento.

El concepto de ecosistema de aprendizaje híbrido ha emergido como un marco integrador que combina entornos presenciales y digitales, prácticas pedagógicas flexibles y estrategias de acompañamiento contextualizado. Estos ecosistemas facilitan aprendizajes inclusivos, adaptativos y socialmente significativos, especialmente en contextos de crisis y postconflicto (Benítez et al., 2024a; Benítez et al., 2024b). Cuando se diseñan de manera situada y sensible a las particularidades territoriales y culturales, permiten articular el desarrollo cognitivo, la participación comunitaria y la construcción de sentido.

Prácticas de diálogo social y metodologías participativas dentro de estos ecosistemas han demostrado fortalecer el proyecto de vida y reconstruir la confianza institucional en comunidades afectadas por el conflicto armado. A pesar de su potencial, la literatura evidencia una falta de marcos integradores que articulen coherentemente los distintos niveles de análisis y que incorporen enfoques formales y explicables de inteligencia artificial en su diseño y evaluación. Investigaciones recientes subrayan la necesidad de modelos de inteligencia artificial educativa que sean interpretables, éticamente responsables y sensibles al contexto (Holmes et al., 2022).

En síntesis, la revisión del estado del arte revela una brecha teórica persistente: la ausencia de marcos integradores que permitan analizar de manera conjunta la evolución de los modelos mentales, las variables psicosociales y los factores contextuales en ecosistemas híbridos

de aprendizaje. Si bien existen avances significativos en cada uno de estos campos, su implementación fragmentada limita la comprensión del aprendizaje como un fenómeno complejo y situado. En este marco, se propone el marco conceptual MathProgIA como una hipótesis integradora derivada de la evidencia acumulada, orientada a estructurar, organizar e interpretar los hallazgos existentes y a guiar futuros procesos de validación empírica.

3. Metodología

En coherencia con la brecha teórica identificada en el estado del arte—relativa a la fragmentación entre el análisis de la progresión cognitiva, las variables psicosociales y los factores contextuales en ecosistemas de aprendizaje híbridos—, el presente estudio adopta un enfoque metodológico orientado a integrar estos niveles de análisis de manera coherente y empíricamente informada, especialmente en contextos educativos afectados por el conflicto armado.

El estudio se concibe como un programa de investigación empírica de enfoque mixto, longitudinal e interdisciplinario, orientado a la sistematización y análisis integrado de evidencia obtenida a partir de múltiples estudios desarrollados en contextos educativos urbanos y rurales. Esta aproximación permite capturar la complejidad, heterogeneidad y evolución temporal de las trayectorias educativas, superando la limitación de un experimento único y promoviendo una comprensión más completa del aprendizaje como fenómeno situado y dinámico.

3.1. Diseño y enfoque metodológico

Se adoptan enfoques cuasi-experimentales y no experimentales, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para analizar de manera complementaria:

1. La progresión cognitiva, mediante el modelado formal de dominios de conocimiento.
2. Las variables psicosociales, tales como resiliencia educativa, autoeficacia académica y ansiedad frente al aprendizaje.
3. Los factores contextuales, relacionados con el entorno educativo, la vulnerabilidad social y las trayectorias afectadas por el conflicto armado.

Esta estrategia responde a la necesidad de superar enfoques fragmentados, permitiendo un análisis integrado que refleje la complejidad de los ecosistemas de aprendizaje híbridos (Benítez et al., 2024a; Sevilla et al., 2025).

3.2. Contextos y participantes

Se integraron datos provenientes de diversas instituciones de educación media y superior en entornos urbanos y rurales, caracterizadas por trayectorias educativas interrumpidas y exposición a violencia estructural. Los participantes incluyeron jóvenes y adultos con perfiles heterogéneos en términos de edad, género, nivel educativo y experiencia previa con entornos digitales.

El muestreo fue intencional y progresivo, acorde con la naturaleza longitudinal del estudio y con las restricciones éticas y contextuales propias de los escenarios analizados. A pesar de la variabilidad en los tamaños muestrales entre los distintos estudios integrados, se garantizó la adecuación de las muestras a los métodos estadísticos empleados, particularmente para el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) (Kline, 2016).

3.3. Instrumentos y fuentes de datos

3.3.1. Progresión Cognitiva

Se utilizaron instrumentos digitales diseñados

según la Teoría del Espacio del Conocimiento (KST), lo que permitió modelar dominios específicos de conocimiento, identificar estados de conocimiento alcanzados y reconstruir trayectorias de aprendizaje no lineales. Las tareas incluyeron actividades interactivas y pruebas diagnósticas adaptativas; sus resultados permitieron inferir configuraciones de modelos mentales y transiciones entre estados de conocimiento, superando las limitaciones de evaluaciones tradicionales (Benítez, 2025; Falmagne & Doignon, 2011).

3.3.2. Variables Psicosociales

Se aplicaron cuestionarios estructurados validados en estudios previos, orientados a evaluar constructos latentes como resiliencia educativa, autoeficacia académica, ansiedad académica y percepción del entorno educativo (Sevilla et al., 2025; Arboleda et al., 2025). Cuando fue necesario, los instrumentos fueron adaptados cultural y contextualmente para garantizar su pertinencia en las poblaciones analizadas.

3.3.3. Fuentes Cualitativas

Para complementar los análisis cuantitativos, se incorporaron observaciones de aula, registros de interacción en entornos digitales, producciones escritas y narrativas obtenidas mediante espacios de diálogo social. Estas fuentes permitieron profundizar en procesos de resignificación de la experiencia educativa y construcción del proyecto de vida, integrándose mediante estrategias de triangulación metodológica (Creswell & Plano Clark, 2018).

3.4. Procedimientos de análisis de datos

3.4.1. Datos Cognitivos

Se analizaron mediante procedimientos propios de la KST, identificando estructuras de conocimiento, relaciones de precedencia conceptual y trayectorias de aprendizaje. Este

análisis permitió detectar estados intermedios de conocimiento, patrones de progresión conceptual y comparaciones entre distintos contextos y poblaciones.

3.4.2. Variables Psicosociales

Se aplicó Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) incorporando variables latentes y observadas, y evaluando relaciones directas e indirectas entre constructos como resiliencia, autoeficacia, ansiedad académica y resultados educativos. La adecuación de los modelos se evaluó mediante indicadores estándar de ajuste (CFI, TLI, RMSEA), siguiendo criterios ampliamente aceptados (Hair et al., 2019; Kline, 2016).

Integración de datos cuantitativos y cualitativos: Se utilizó una estrategia de triangulación metodológica para identificar convergencias y divergencias entre los distintos niveles de análisis, contextualizando los patrones estadísticos a partir de las narrativas y experiencias de los participantes.

3.5. Consideraciones Éticas y Limitaciones

La investigación se desarrolló respetando principios éticos de confidencialidad, consentimiento informado y dignidad de los participantes, con medidas adicionales de protección psicosocial debido al trabajo con poblaciones afectadas por el conflicto armado.

Si bien el diseño longitudinal y la integración de múltiples estudios fortalecen la validez ecológica, la heterogeneidad de los contextos y la variabilidad de los tamaños muestrales constituyen limitaciones. Además, la naturaleza no experimental de parte de los datos limita la inferencia causal estricta, lo que requiere una interpretación prudente de los resultados y refuerza el carácter empíricamente informado, pero no prescriptivo, de las conclusiones y de la articulación conceptual propuesta.

4. Resultados

El análisis de los datos recopilados a lo largo del programa de investigación permitió identificar patrones consistentes en la progresión cognitiva, la evolución de modelos mentales, las variables psicosociales y la reconstrucción del proyecto de vida en contextos de vulnerabilidad. Los hallazgos se presentan organizados por dimensiones analíticas, en correspondencia con las tablas que sintetizan la evidencia empírica.

En la dimensión cognitiva, el análisis fundamentado en la Teoría del Espacio del Conocimiento (Knowledge Space Theory, KST) permitió identificar estructuras de conocimiento diferenciadas y trayectorias de aprendizaje no lineales. Los datos provienen de estudios longitudinales con 200 estudiantes de cuatro instituciones ubicadas en distintos contextos urbanos y rurales, integrados en ecosistemas de aprendizaje híbridos.

Los participantes transitaron por estados de conocimiento cualitativamente diferenciados —iniciales, intermedios y avanzados— que emergen al modelar relaciones de precedencia conceptual y transiciones entre estados, superando las limitaciones de evaluaciones tradicionales basadas en puntuaciones globales. En los ecosistemas híbridos se observó mayor estabilidad en las transiciones, caracterizada por menor frecuencia de retrocesos conceptuales y reducción de estancamientos cognitivos. Este patrón se mantuvo tanto en contextos urbanos como rurales, con ritmos de progresión diferenciados asociados al nivel de acompañamiento pedagógico y a condiciones contextuales específicas

Tabla 1.

Distribución cualitativa de estados de conocimiento inferidos mediante KST

Tipo de estado de conocimiento	Descripción operacional	Evidencia empírica observada
Estados iniciales	Dominio de conceptos básicos sin integración relacional	Presente en la fase inicial de todos los contextos
Estados intermedios	Comprensión parcial con relaciones conceptuales incompletas	Alta frecuencia durante fases intermedias
Estados avanzados	Dominio integrado y coherente del dominio conceptual	Incremento progresivo en ecosistemas híbridos
Transiciones estables	Avances sin retrocesos conceptuales significativos	Predominantes con acompañamiento pedagógico

Nota. La tabla presenta los estados de conocimiento y transiciones observadas en estudiantes de ecosistemas híbridos. Los estados se identifican mediante la modelación de trayectorias de aprendizaje no lineales según la Teoría del Espacio del Conocimiento (KST).

En la dimensión psicosocial, el análisis de variables psicosociales y su relación con el desempeño académico se realizó mediante Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM), utilizando datos de múltiples cohortes de entornos urbanos vulnerables y comunidades rurales afectadas por el conflicto armado. Los modelos mostraron indicadores de ajuste adecuados, evidenciando consistencia interna y plausibilidad de las relaciones estructurales.

Se identificaron efectos directos positivos de la resiliencia educativa y la autoeficacia académica sobre el desempeño académico, así como un efecto directo negativo de la ansiedad académica. Adicionalmente, la percepción de apoyo pedagógico y tecnológico operó como mediador, influyendo indirectamente en el desempeño a través del fortalecimiento de la resiliencia.

Tabla 2.

Ajuste global del modelo SEM y relaciones estructurales significativas

Indicador / Relación	Valor	Interpretación
CFI	≥ 0.90	Ajuste adecuado
TLI	≥ 0.90	Ajuste adecuado
RMSEA	≤ 0.08	Dentro del rango aceptable
Fiabilidad compuesta	≥ 0.70	Satisfactoria
Resiliencia → Desempeño académico	Directo positivo	Significativo
Autoeficacia → Desempeño académico	Directo positivo	Significativo
Ansiedad académica → Desempeño académico	Directo negativo	Significativo
Apoyo percibido → Resiliencia	Mediador indirecto	Significativo

Nota. CFI = Comparative Fit Index; TLI = Tucker-Lewis Index; RMSEA = Root Mean Square Error of Approximation. Los indicadores globales muestran un ajuste satisfactorio del modelo. Los efectos estructurales evidencian relaciones significativas entre variables psicosociales y desempeño académico.

En la dimensión contextual y biográfica, el análisis del proyecto de vida y la resignificación de la experiencia educativa incluyó datos de 108 estudiantes de instituciones rurales en Pradera y 40 mujeres adultas y adultas mayores de la jornada nocturna de una institución periférica en Bogotá. Los resultados muestran cambios consistentes en la percepción del conflicto armado, en la relación con la trayectoria educativa y en la construcción de expectativas de futuro. En contextos rurales, emergen narrativas que perciben la educación como un espacio de continuidad, protección simbólica y reconstrucción del proyecto de vida. En el caso de las mujeres adultas y adultas mayores, se evidencian procesos de reapropiación del aprendizaje, fortalecimiento de la autoeficacia y resignificación de la escolaridad como recurso para la autonomía personal y la participación social. En conjunto, estos hallazgos sugieren

que los ecosistemas híbridos pueden incidir positivamente en trayectorias educativas diversas a lo largo del ciclo vital

La integración de los resultados cognitivos, psicosociales y contextuales evidencia patrones convergentes que trascienden contextos y cohortes. En términos interpretativos, esta convergencia sustenta la formulación del marco MathProgIA como una hipótesis integradora empíricamente informada. MathProgIA no se concibe como un modelo prescriptivo cerrado, sino como un nivel superior de integración conceptual que propone explicar cómo la progresión de modelos mentales en matemáticas y programación se articula con variables psicosociales y contextuales en ecosistemas de aprendizaje híbridos, especialmente en escenarios de vulnerabilidad. En consecuencia, los resultados aquí presentados no constituyen una validación de MathProgIA, sino una base

empírica articulada que justifica su plausibilidad teórica y orienta su posterior validación experimental.

En conjunto, los resultados respaldan que los ecosistemas híbridos, cuando integran mediación tecnológica, acompañamiento pedagógico y atención a condiciones psicosociales y contextuales, favorecen trayectorias de aprendizaje más estables, significativas y sostenidas en el tiempo.

5. Discusión

Los resultados confirman que los ecosistemas de aprendizaje híbridos funcionan como dispositivos capaces de integrar dimensiones cognitivas, psicosociales y contextuales, especialmente en escenarios educativos marcados por vulnerabilidad y postconflicto. La evidencia empírica sugiere que el rendimiento académico y la permanencia educativa no pueden comprenderse plenamente sin considerar la interacción entre la progresión conceptual y las variables psicosociales, en consonancia con investigaciones previas sobre aprendizaje situado (Benítez et al., 2024a; Sevilla et al., 2025).

Desde la dimensión cognitiva, el análisis basado en Knowledge Space Theory (KST) aporta evidencia sobre trayectorias de aprendizaje no lineales y estados intermedios de conocimiento que permanecen invisibles en evaluaciones tradicionales. La mayor estabilidad observada en las transiciones entre estados sugiere que la personalización adaptativa, cuando se combina con acompañamiento pedagógico contextualizado, favorece la construcción conceptual coherente y sostenida a lo largo del tiempo.

En la dimensión psicosocial, los resultados derivados del Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) confirman que la resiliencia educativa y la autoeficacia académica se

asocian positivamente con el desempeño académico, mientras que la ansiedad académica presenta una asociación negativa significativa. La identificación de efectos mediadores asociados a la percepción de apoyo pedagógico y tecnológico subraya que las condiciones institucionales y relacionales actúan como catalizadores del aprendizaje, ampliando el alcance de los ecosistemas híbridos más allá de la dimensión cognitiva.

El análisis contextual muestra que los ecosistemas híbridos también inciden en la resignificación de la experiencia educativa y en la reconstrucción del proyecto de vida. En comunidades rurales, los participantes tienden a percibir la educación como un espacio de continuidad y protección simbólica frente a trayectorias interrumpidas; en el caso de mujeres adultas y adultas mayores, emergen procesos de reapropiación del aprendizaje y fortalecimiento de la autoeficacia, lo cual sugiere impacto en trayectorias educativas diversas a lo largo del ciclo vital.

Un aporte central de este estudio es la integración empírica de dimensiones cognitivas, psicosociales y contextuales, superando la fragmentación frecuente en la literatura. Los hallazgos muestran que progresión cognitiva y variables psicosociales se co-determinan dentro de ecosistemas híbridos, particularmente en contextos afectados por el conflicto armado, lo que proporciona una base sólida para plantear hipótesis integradoras.

En este marco, se propone MathProgIA como una hipótesis integradora de segundo nivel, empíricamente informada, orientada a articular la progresión de modelos mentales, las variables psicosociales y los principios de personalización adaptativa en ecosistemas híbridos mediados por tecnología. Es importante subrayar que MathProgIA no constituye aún un modelo empíricamente validado, sino una propuesta conceptual y metodológica cuya función es

organizar, explicar y proyectar los hallazgos acumulados en el programa de investigación presentado.

MathProgIA plantea que la evolución de los modelos mentales en dominios como matemáticas y programación puede analizarse con mayor precisión cuando se integra con variables psicosociales latentes —como resiliencia educativa, autoeficacia académica y ansiedad frente al aprendizaje— dentro de entornos híbridos. En este sentido, la KST ofrece la estructura formal para modelar progresión cognitiva, mientras que el SEM permite analizar mecanismos psicosociales que median la estabilidad de las trayectorias educativas.

La contribución potencial de MathProgIA radica en su capacidad para integrar niveles cognitivos, psicosociales y contextuales dentro de un marco explicativo único, orientado a comprender y eventualmente intervenir en desigualdades educativas persistentes. Sin embargo, esta propuesta requiere validación experimental específica, mediante diseños controlados y longitudinales que permitan contrastar empíricamente sus supuestos, estimar efectos y evaluar su capacidad predictiva en distintos contextos educativos.

En particular, futuras investigaciones deberían evaluar: (a) la eficacia de ecosistemas híbridos diseñados explícitamente bajo el marco MathProgIA frente a enfoques tradicionales; (b) la capacidad del modelo para predecir trayectorias de aprendizaje estables y reducción de brechas educativas; y (c) la viabilidad ética y pedagógica de integrar principios de inteligencia artificial explicable en contextos de alta vulnerabilidad. En este sentido, MathProgIA se configura como una agenda de investigación futura, coherente con los hallazgos empíricos presentados y abierta a contrastación rigurosa, refinamiento teórico y adaptación contextual.

Finalmente, es importante reconocer una limitación central: los resultados aquí reportados no permiten aún evaluar la eficacia de un ecosistema diseñado explícitamente bajo MathProgIA, lo que refuerza la necesidad de estudios posteriores orientados a su validación experimental y longitudinal. En consecuencia, el presente estudio no busca cerrar el debate, sino contribuir a abrir una agenda de investigación orientada a evaluar

6. Conclusiones

Este artículo sistematiza evidencia obtenida a lo largo de un programa de investigación interdisciplinario en contextos urbanos y rurales afectados por el conflicto armado. Los hallazgos confirman que los ecosistemas de aprendizaje híbridos, diseñados de manera contextualizada y con acompañamiento pedagógico sostenido, favorecen trayectorias educativas más estables, progresión cognitiva más coherente y reducción de factores psicosociales adversos.

Metodológicamente, la integración de la Teoría del Espacio del Conocimiento (KST) y el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) se consolida como una estrategia analítica robusta para capturar la complejidad del aprendizaje como fenómeno dinámico y multidimensional. Esta aproximación permite superar enfoques reduccionistas y ofrece herramientas precisas para comprender la evolución de modelos mentales, así como los mecanismos psicosociales que inciden en el desempeño académico y la permanencia educativa.

Desde un punto de vista teórico, el estudio contribuye a cerrar una brecha en la literatura al aportar evidencia empírica integrada que conecta progresión cognitiva, desarrollo psicosocial y contexto educativo en ecosistemas híbridos de aprendizaje. Sobre esta base epistemológica y empírica, se formula MathProgIA como un marco conceptual integrador empíricamente

informado, que articula personalización adaptativa, modelado formal del conocimiento y principios de inteligencia artificial explicable con una orientación explícita hacia la equidad educativa.

Entre las principales limitaciones se destacan la heterogeneidad de los contextos analizados y la imposibilidad de establecer relaciones causales estrictas en todos los casos. Estas limitaciones refuerzan la necesidad de investigaciones futuras que evalúen, mediante diseños controlados y longitudinales, la implementación de ecosistemas diseñados explícitamente bajo marcos integradores como MathProgIA en distintos escenarios educativos.

En consecuencia, aunque MathProgIA se sustenta en evidencia consistente sobre progresión cognitiva, variables psicosociales y ecosistemas híbridos, aún no ha sido sometido a validación experimental directa. Su principal contribución en esta etapa consiste en organizar e interpretar los hallazgos acumulados y proyectar una agenda de investigación orientada a su contrastación empírica, incluyendo la evaluación de su eficacia, capacidad predictiva y viabilidad ética y pedagógica en contextos de alta vulnerabilidad.

En conclusión, los resultados respaldan que la transformación de las trayectorias educativas en contextos de vulnerabilidad exige enfoques interdisciplinarios, metodológicamente rigurosos y sensibles al contexto. Este artículo aporta evidencia sólida y abre una línea de investigación orientada al diseño y evaluación de ecosistemas híbridos capaces de contribuir de manera sostenible a la equidad educativa y a la reconstrucción del tejido social en escenarios de postconflicto

7. Referencias Bibliográficas

- Arboleda, M. A. C., Mendivelso, M. B., & Ríos, R. H. V. (2025). Gamification strategies and their influence on anxiety and academic achievement in virtual university environments. *TPM – Testing, Psychometrics, Methodology in Applied Psychology*, 32(S2), 1794–1800. <https://tpmap.org/submission/index.php/tpm/article/view/893>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.
- Benítez, M. M. (2023). *Evolución del modelo mental en electrostática como resultado de la interacción con un ecosistema de aprendizaje* (Tesis doctoral). Universidad de San Buenaventura Cali.
- Benítez, M. M. (2025). Ecosistemas digitales para el aprendizaje de la electrostática: Experiencias interactivas, niveles de evolución del modelo mental y análisis con regresión lineal. *Revista Boletín Redipe*, 14(8), 127–138. <https://doi.org/10.36260/ye2n7r62>
- Benítez, M. M., Sánchez, C. J., & Rubio, D. E. (2024a). Disruptive learning ecosystems: Transformative peace tools in post-conflict rural contexts. *Journal of International Crisis and Risk Communication Research*, 7(S10), 1163–1181. <https://jicrcr.com/index.php/jicrcr/article/view/529>
- Benítez, M. M., Sánchez, C. J., & Rubio, D. E. (2024b). Jóvenes rurales de Pradera: Voces, desafíos y proyecto de vida en un contexto de postconflicto. *Revista REDipe*, 13(11), 124–141. <https://doi.org/10.36260/r91zth34>
- Benítez, M. M., Sánchez, C. J., Caicedo, C. V., & Rubio, D. E. (2024c). Educational interventions for peace: Transformation

of perceptions and construction of life projects in hybrid learning ecosystems with cross-cutting impact in post-conflict rural contexts in Colombia. *Journal of Ecohumanism*, 3(5). <https://doi.org/10.62754/joe.v3i5.6401>

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.

Falmagne, J. C., & Doignon, J. P. (2011). *Learning spaces: Interdisciplinary applied mathematics*. Springer.

Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2022). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Center for Curriculum Redesign.

Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). The Guilford Press.

Sevilla, L. E. M., Chávez, E. D. O., Benítez, M. M., & Guardo, D. R. (2025). The social fabric in hybrid educational settings: Multivariate analysis of the link between psychosocial development and academic performance. *Lex Localis – Journal of Local Self-Government*, 23(S4), 1949–1957. <https://doi.org/10.52152/800840>

UNESCO. (2021). *Education for sustainable development: A roadmap*. UNESCO Publishing.

Zimmerman, B. J. (2000). Self-efficacy: An essential motive to learn. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 82–91. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1016>