

Recibido: 15 de febrero de 2026 | Revisado: 14 de marzo de 2026 | Aceptado: 18 de abril de 2026 | Publicado: 30 de junio de 2026

ARTÍCULO CIENTÍFICO · SAPIENS GLOBAL · ARTÍCULO 12

Campo / Field	Contenido / Content
Tipo de contribución / Article type	Revisión de alcance / Scoping review
Título en español	Secuencias digitales multinivel en educación primaria: revisión de alcance sobre ritmos de aprendizaje, participación y equidad
Title in English	Multilevel Digital Learning Sequences in Primary Education: A Scoping Review of Learning Pace, Engagement, and Equity
Autorías / Authors	Rossana Cecibel Medina Mendoza — Universidad de Guayaquil, Ecuador — ORCID: https://orcid.org/0009-0004-2228-2392
Correspondencia / Correspondence	Rossana Cecibel Medina Mendoza — rossanamedina73@hotmail.com

Identificación

- Tipo de contribución: Revisión de alcance. - Título en español: **Secuencias digitales multinivel en educación primaria: revisión de alcance sobre ritmos de aprendizaje, participación y equidad**. - Title in English: **Multilevel Digital Learning Sequences in Primary Education: A Scoping Review of Learning Pace, Engagement, and Equity**. - Autores: Rossana Cecibel Medina Mendoza. - Correspondencia: Rossana Cecibel Medina Mendoza, rossanamedina73@hotmail.com.

Resumen

Introducción: La educación primaria reúne estudiantes con niveles iniciales, ritmos, apoyos y oportunidades digitales distintos. Las secuencias multinivel prometen ajustar dificultad, ruta y retroalimentación, pero el término agrupa decisiones docentes, sistemas adaptativos, analítica y programas multicomponente que no producen efectos equivalentes. **Objetivo:** Mapear la evidencia publicada hasta el 31 de enero de 2026 sobre secuencias digitales diferenciadas, multinivel o adaptativas y sus relaciones con aprendizaje, ritmo de progreso, participación, autorregulación y equidad en educación primaria. **Métodos:** Se realizó una revisión de alcance orientada por JBI y reportada con PRISMA-ScR. Diez consultas reproducibles en Crossref recuperaron 600 registros; 591 fueron únicos, 74 pasaron un filtro temático amplio, 40 informes se evaluaron y 20 fuentes se incluyeron. Se extrajeron diseño, muestra, modalidad de personalización, papel docente, resultados, equidad y limitaciones. **Resultados:** La evidencia más consistente favoreció sistemas que diagnosticaban y ajustaban el nivel. Una metaanálisis de 16 ensayos en países de ingresos bajos y medios informó un efecto promedio de 0,18 y de 0,35 para adaptaciones por nivel. Ensayos de matemáticas tempranas mostraron efectos pequeños o moderados; programas de India y Chile obtuvieron efectos mayores en contextos específicos. No obstante, una comparación entre recomendación algorítmica y secuencia experta no encontró diferencias. La analítica describió perfiles de uso, pero representó de forma incompleta la autorregulación en tareas abiertas. Algunos estudios sugirieron mayores ganancias entre estudiantes rezagados; otros detectaron menor beneficio en escuelas desfavorecidas, baja adopción familiar o efectos Mateo. **Conclusiones:** Las secuencias digitales pueden apoyar aprendizaje y diferenciación cuando articulan diagnóstico, rutas reversibles, retroalimentación, tiempo suficiente y mediación docente. La tecnología no garantiza personalización ni equidad. Evaluaciones

futuras deben separar componentes, usar medidas curriculares externas y reportar distribución del progreso, accesibilidad, fidelidad y cambios de ruta.

Palabras clave: ritmos de aprendizaje; aprendizaje personalizado; educación primaria; secuencias digitales; equidad educativa.

Abstract

Introduction: Primary classrooms bring together students with different starting levels, learning paces, support needs, and digital opportunities. Multilevel sequences aim to adjust difficulty, pathway, and feedback, yet the label covers teacher decisions, adaptive systems, learning analytics, and multicomponent programs that should not be treated as equivalent. **Objective:** To map evidence published through January 31, 2026, on differentiated, multilevel, or adaptive digital sequences and their relationships with learning, progress pace, engagement, self-regulation, and equity in primary education. **Methods:** A JBI-oriented scoping review was reported using PRISMA-ScR. Ten reproducible Crossref searches retrieved 600 records; 591 were unique, 74 passed a broad thematic filter, 40 reports were assessed, and 20 sources were included. Design, sample, personalization model, teacher role, outcomes, equity, and limitations were extracted. **Results:** The most consistent evidence favored systems that diagnosed and adjusted students' learning levels. A meta-analysis of 16 randomized trials in low- and middle-income countries reported a mean effect of 0.18 and an effect of 0.35 for level-adaptive approaches. Early mathematics trials showed small-to-moderate effects, while programs in India and Chile yielded larger context-specific effects. However, one comparison between algorithmic recommendations and an expert-designed sequence found no significant difference. Learning analytics identified usage profiles but incompletely represented self-regulation in open tasks. Some studies suggested larger relative gains for initially lower-performing students; others found smaller benefits in disadvantaged schools, low family uptake, or Matthew effects. **Conclusions:** Digital sequences can support learning and differentiation when they connect diagnosis, reversible pathways, feedback, sufficient exposure, and teacher mediation. Technology does not guarantee personalization or equity. Future evaluations should separate components, use external curriculum-aligned measures, and report the distribution of progress, accessibility, fidelity, and pathway changes.

Keywords: learning pace; personalized learning; primary education; digital learning sequences; educational equity.

Introducción

La enseñanza uniforme parte de una ficción operativa: que una clase comparte el mismo punto de partida, necesita igual cantidad de práctica y puede avanzar mediante una única secuencia. En educación primaria, esta simplificación resulta especialmente problemática. Las diferencias en conocimiento previo, lenguaje, autorregulación, discapacidad, experiencia escolar y apoyo familiar se combinan con variaciones en la rapidez con que cada estudiante comprende, practica, transfiere y retiene lo aprendido. Un ritmo más lento en una tarea no define una capacidad estable, del mismo modo que completar rápidamente ejercicios rutinarios no demuestra comprensión profunda.

La diferenciación busca responder a esa variabilidad mediante ajustes en contenido, proceso, producto, apoyo, agrupamiento o tiempo. Una secuencia multinivel puede ofrecer una ruta base, apoyos adicionales y oportunidades de profundización manteniendo un objetivo común. Su valor pedagógico no reside en asignar estudiantes a categorías fijas, sino en permitir movimientos reversibles a partir de evidencia formativa. Cuando la diferenciación se digitaliza, el sistema puede registrar respuestas, recomendar tareas, variar dificultad y producir reportes. Sin embargo, estas funciones introducen decisiones técnicas y éticas: qué se

considera dominio, qué datos activan un cambio de ruta, quién puede corregir la recomendación y qué ocurre cuando la interacción registrada no representa el aprendizaje real.

La expresión aprendizaje personalizado suele cubrir intervenciones muy distintas. Algunas aplicaciones ajustan automáticamente la siguiente actividad; otras presentan contenidos uniformes con retroalimentación individual; otras permiten que el docente asigne niveles; y algunas combinan plataforma, tutoría, coordinación, gamificación, mensajes o tiempo adicional. Tratar todas estas configuraciones como una sola intervención conduce a atribuciones incorrectas. Una ganancia observada en un programa completo no demuestra que el algoritmo sea el componente eficaz. Del mismo modo, una plataforma que genera muchas trazas no necesariamente ofrece mejor diagnóstico que una evaluación breve interpretada por un docente.

La evidencia experimental sugiere que la tecnología educativa funciona de manera más consistente cuando organiza práctica, retroalimentación y contenido alineado, no cuando se limita a entregar dispositivos o acceso (Escueta et al., 2020). En países de ingresos bajos y medios, la síntesis de Major et al. (2021) informó un efecto promedio positivo para aprendizaje personalizado apoyado por tecnología, con mejores resultados en programas que ajustaban el nivel. No obstante, el promedio oculta variaciones en costos, infraestructura, exposición, apoyo docente y distribución de beneficios.

El problema de la equidad requiere atención separada. Si una intervención beneficia más a estudiantes con bajo desempeño basal, puede reducir brechas. Si exige conectividad, autonomía o apoyo familiar desiguales, puede ampliarlas. También puede producir un efecto Mateo cuando quienes comienzan con mayor conocimiento aprovechan mejor las rutas, mientras estudiantes con mayores necesidades quedan atrapados en tareas elementales. Por ello, una media grupal positiva no basta: se necesita examinar interacciones con nivel inicial, cambios de ruta, acceso y oportunidades reales de aprender contenidos complejos.

En Ecuador, el currículo priorizado de EGB Elemental integra competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales y reconoce la necesidad de atender niveles de desarrollo y contextos diversos (Ministerio de Educación del Ecuador, 2021). Esta orientación hace pertinente estudiar secuencias multinivel, pero no existe en este expediente una intervención local evaluada. La evidencia internacional puede informar un diseño responsable y una agenda de evaluación, no sustituir resultados ecuatorianos.

La pregunta de esta revisión fue: ¿qué evidencia publicada hasta el 31 de enero de 2026 describe los efectos, asociaciones, mecanismos e implementación de secuencias digitales diferenciadas, multinivel o adaptativas sobre aprendizaje, ritmo de progreso, participación, autorregulación y equidad en estudiantes de educación primaria? El objetivo fue mapear poblaciones, diseños, modalidades de personalización, papel docente, resultados y condiciones de implementación, y derivar indicadores mínimos aplicables a futuras evaluaciones en EGB Elemental.

Métodos

Diseño y norma de reporte

Se realizó una revisión de alcance debido a la heterogeneidad de conceptos, poblaciones, diseños, dominios curriculares, comparadores y desenlaces. La conducción siguió la orientación metodológica JBI para revisiones de alcance (Peters et al., 2020) y el informe se organizó conforme a PRISMA-ScR (Tricco et al., 2018). El protocolo, las consultas, el registro de selección, la matriz y las decisiones se conservaron en el expediente SG-2026-012. No existió registro prospectivo externo; esta limitación se reconoce.

Criterios de elegibilidad

El marco PCC definió como población a estudiantes de aproximadamente 6 a 12 años en educación primaria. Se priorizaron edades y grados comparables con segundo a cuarto de EGB, pero se conservaron grados superiores cuando informaban mecanismos transferibles. Docentes y familias fueron elegibles cuando aportaban evidencia sobre implementación, fidelidad, control pedagógico, adopción o equidad.

El concepto incluyó secuencias digitales que ajustaran nivel, ritmo, ruta, tarea, apoyo o retroalimentación mediante reglas automatizadas, decisiones docentes o modelos híbridos. También se incluyeron analíticas que apoyaran decisiones de aprendizaje y estudios de diferenciación docente en contextos digitales. Los recursos uniformes se admitieron como comparadores, no como personalización.

Se incluyeron estudios experimentales, cuasiexperimentales, observacionales, cualitativos, mixtos, de implementación y revisiones útiles para síntesis o rastreo. El periodo principal fue del 1 de enero de 2015 al 31 de enero de 2026. Se aceptaron español, inglés y portugués. Se excluyeron personalización administrativa, provisión de dispositivos sin ajuste pedagógico, educación superior, opinión sin datos, resultados sin población primaria separable y publicaciones posteriores al corte.

Fuentes y estrategia de búsqueda

El 11 de agosto de 2026 se ejecutó una recuperación histórica limitada al corte mediante Crossref REST API. Se usaron diez consultas: adaptación y personalización en primaria; instrucción diferenciada digital; dominio y matemáticas; analítica y autorregulación; personalización en países de ingresos bajos y medios; secuencias multinivel; y cuatro búsquedas específicas de estudios clave. Cada consulta solicitó 60 artículos de revista publicados desde 2015 hasta el corte.

La búsqueda se complementó con la recuperación de OpenAlex asociada al Plan Editorial, verificación por DOI, ERIC, páginas editoriales oficiales y rastreo de referencias. El currículo y los recursos del Ministerio de Educación del Ecuador se consultaron como fuentes normativas contextuales. No se afirmó exhaustividad en bases bibliográficas de suscripción.

Selección, extracción y síntesis

Se recuperaron 600 registros. La deduplicación por DOI o título normalizado dejó 591. Un filtro amplio combinó términos de adaptación, personalización, diferenciación, dominio, trayectorias y analítica con vocabulario de población escolar y dejó 74 registros. Después de título y resumen, se priorizaron 40 informes por pertinencia, trazabilidad, proximidad poblacional y capacidad de representar los estratos. Se incluyeron 20 y se excluyeron 20 con motivo. Los 34 restantes fueron excluidos antes de evaluación detallada por concepto, población o desenlace insuficiente.

Se extrajeron año, país, diseño, muestra, grado, modelo de diferenciación, papel docente, dosis, comparador, resultados, equidad, limitación, DOI y URL. Las fuentes se clasificaron en adaptación algorítmica; secuencia digital multinivel; diferenciación docente; modelos híbridos y analítica; y síntesis o implementación.

La confianza interpretativa consideró diseño, comparador, tamaño, transparencia, pérdidas, independencia de medidas y capacidad de aislar componentes. No se recalcularon efectos cuando faltaban datos. Las revisiones no se contaron como estudios primarios independientes. La selección y extracción fueron realizadas por un único equipo editorial asistido, con verificación reforzada de DOI, muestra y correspondencia entre afirmaciones y fuentes; no se calculó concordancia entre revisores.

Resultados

Selección y composición de la evidencia

La Tabla 1 resume el flujo. De las 20 fuentes incluidas, 14 (70 %) fueron publicadas entre 2021 y 2025. Predominaron matemáticas y primeros grados, seguidos por alfabetización, vocabulario, autorregulación y estudios de implementación. La evidencia procedió de América, Europa y Asia; Chile aportó el estudio latinoamericano directamente comparable. No se encontró una evaluación ecuatoriana elegible de secuencias digitales multinivel.

Tabla 1. Flujo de selección y composición

Etapas o estratos	n	Interpretación
Registros recuperados	600	Diez consultas reproducibles en Crossref
Registros únicos	591	Deduplicación por DOI o título
Potenciales por filtro amplio	74	Población escolar y concepto pertinente
Informes evaluados	40	Priorización por pertinencia y trazabilidad
Fuentes incluidas	20	Estudios, síntesis e implementación
Adaptación algorítmica	7	Ajuste de nivel, ruta o retroalimentación
Híbrido o analítica	5	Plataforma, docente y/o trazas
Diferenciación docente o implementación	4	Diseño pedagógico y condiciones
Síntesis y otros estratos	4	Revisiones y secuencia digital multinivel

Ajustar el nivel produce una señal favorable, pero no uniforme

La evidencia agregada más cercana a la pregunta fue la metaanálisis de Major et al. (2021). Sus 16 ensayos aleatorizados incluyeron 53.029 estudiantes de 6 a 15 años en cinco países de ingresos bajos y medios. El efecto promedio fue 0,18, mientras los enfoques que ajustaban el nivel alcanzaron 0,35. La diferencia sugiere que alinear la dificultad con lo que el estudiante está preparado para aprender es más relevante que personalizar intereses o entregar retroalimentación sin cambio de ruta. Sin embargo, la metaanálisis integró programas, dominios y dosis distintos y no resolvió costos ni escalabilidad.

Los ensayos de My Math Academy aportaron evidencia en edades tempranas. Thai et al. (2022) asignaron 20 aulas con 453 estudiantes y encontraron una ventaja ajustada de 5,71 puntos, tamaño de efecto 0,23, después de un uso promedio de 5,2 horas. Bang et al. (2023) ampliaron la evaluación a 954 estudiantes y observaron mayores ganancias frente a la práctica habitual; el dominio de más habilidades se asoció con mayor progreso y los resultados fueron favorables para estudiantes con menor conocimiento inicial. Ambos programas combinaban juego, contenidos alineados, evaluación integrada, andamiaje y reglas adaptativas; no permiten atribuir el efecto a una sola función.

Los efectos mayores provinieron de programas intensivos en contextos específicos. En India, el programa extraescolar personalizado estudiado por Muralidharan et al. (2019) produjo ganancias de 0,37 desviaciones estándar en matemáticas y 0,23 en hindi durante 4,5 meses. En Chile, Araya et al. (2025) informaron 0,27 desviaciones estándar en matemáticas de cuarto grado. Este último programa integró plataforma en el horario escolar mediante un coordinador externo, sesiones prolongadas, reportes, gamificación y mensajes. La ganancia es causal para el paquete, no para cada componente.

Una secuencia experta puede igualar al algoritmo

Levy et al. (2023) compararon recomendaciones de una red neuronal con una secuencia construida por expertos en 135 estudiantes de cuarto y sexto grado. No encontraron diferencias significativas. El resultado no demuestra que los algoritmos carezcan de valor; muestra que la sofisticación técnica no garantiza superioridad frente a una ruta curricular bien diseñada. En contextos con recursos limitados, reglas transparentes y revisables pueden ofrecer beneficios comparables con menor opacidad.

Foster (2024) comparó dos programas activos, DreamBox y Zearn, en 115 estudiantes de kindergarten y primer grado durante 11 semanas. Los tamaños de efecto favorecieron DreamBox en numeración ($g=0,32$) y geometría ($g=0,14$), pero las pruebas nulas no fueron concluyentes y casi la mitad de los posttest estaba ausente. La interacción con nivel inicial advirtió un posible efecto Mateo. La comparación entre plataformas activas es valiosa porque reduce la posibilidad de confundir “tecnología” con el contraste, aunque la pérdida de datos limita la certeza.

Brezovszky et al. (2019) evaluaron un juego de navegación numérica en 1.168 estudiantes de cuarto a sexto grado y encontraron mejoras en conocimiento numérico adaptativo y fluidez, con diferencias por grado. El juego ofrecía práctica flexible, pero no una personalización completa. Su inclusión ayuda a distinguir una secuencia digital con niveles de una ruta individualizada por diagnóstico.

La adaptación por respuesta evita rutas fijas

Kim et al. (2019) utilizaron un ensayo SMART para adaptar una intervención de alfabetización de kindergarten a segundo grado. Dos rutas iniciales de textos tuvieron resultados similares; la intensificación mediante gamificación de la aplicación y mensajes a familias benefició a no respondedores. El diseño muestra una idea central: el nivel no debe convertirse en identidad permanente. La secuencia puede comenzar con una opción común, observar respuesta, intensificar apoyo y reevaluar.

No obstante, solo 26 % de los padres accedió a la aplicación. La existencia de una ruta digital no significa que llegue a todos. La adopción forma parte del efecto y debe medirse por perfil. Una estrategia familiar que funciona solo para hogares con tiempo, conectividad o alfabetización digital puede ampliar brechas aunque su mecanismo pedagógico sea sólido.

Diferenciación docente y tecnología se necesitan mutuamente

La investigación-acción de Palieraki y Koutrouba (2021) combinó actividades jerarquizadas, agrupamiento flexible y trabajo asincrónico con 113 estudiantes de primaria. Mejoraron participación y calidad de la evaluación, pero la secuencia asincrónica aumentó la complejidad de planificación. El hallazgo coincide con Prast et al. (2018): la diferenciación exige interpretar datos, seleccionar tareas y ajustar agrupamientos; el desarrollo profesional es necesario, pero no produce efectos automáticos.

En una escuela noruega tecnológicamente avanzada, Johler y Krumsvik (2024) observaron que herramientas digitales ampliaban formatos y recorridos para aulas diversas. Sin embargo, los productos estudiantiles revelaron elecciones repetitivas o poco pertinentes cuando faltaba orientación. La autonomía sin criterios puede convertirse en dispersión. Una secuencia multinivel necesita libertad limitada por objetivos, criterios de calidad y retroalimentación.

Los estudios de implementación reforzaron esta conclusión. Papanthymou y Darra (2022) identificaron conocimiento, formación, tiempo de planificación, materiales, diversidad del aula, apoyo y liderazgo como factores percibidos por 174 docentes. Jain et al. (2024) agruparon las barreras en recursos y apoyo, estructura del aula y conocimiento pedagógico. La plataforma puede automatizar la asignación, pero no

elimina la necesidad de decidir qué aprende el estudiante, cuándo intervenir ni cómo sostener una alternativa accesible.

Analítica: útil para describir, insuficiente para concluir

Paavilainen et al. (2024) mostraron que la representación analítica depende del diseño. En actividades abiertas y colaborativas, una menor proporción de la regulación ocurre dentro del LMS; por ello, la visualización puede parecer incompleta aunque el estudiante esté planificando, conversando o creando fuera de la plataforma. El docente también influyó fuertemente en las trazas. Una recomendación basada solo en registros digitales corre el riesgo de confundir “no registrado” con “no aprendido”.

Väisänen et al. (2022) encontraron experiencias generalmente positivas con visualizaciones de aprendizaje en 89 estudiantes, pero muchos tuvieron dificultades para fijar y seguir metas. Yang y Song (2023) identificaron tres perfiles de autorregulación en una aplicación móvil de vocabulario con 44 estudiantes. Los perfiles permiten diseñar apoyos, pero son asociaciones en muestras pequeñas y no etiquetas diagnósticas. El objetivo debe ser ofrecer una recomendación provisional y revisable.

Meeter (2021) analizó 53.656 estudiantes durante el cierre escolar y observó progreso más rápido en práctica matemática adaptativa que el año anterior, asociado con mayor uso. El beneficio fue menor en escuelas desfavorecidas. La gran muestra aporta señal distributiva, pero la comparación histórica durante una pandemia tiene confusión sustancial. No prueba que la plataforma causara la diferencia.

Equidad: promedio, brecha y oportunidad son resultados distintos

Cuatro patrones emergieron. Primero, algunos programas favorecieron relativamente más a estudiantes con menor nivel inicial. Segundo, quienes tenían conocimiento extremadamente bajo podían requerir apoyo humano adicional para beneficiarse. Tercero, condiciones de acceso, adopción y capacidad institucional modificaron el resultado. Cuarto, la interacción basal podía favorecer a quienes ya estaban mejor preparados.

La reducción de brechas debe evaluarse directamente. No basta con mostrar que el grupo de intervención mejoró. Se necesita informar progreso por nivel basal, dispersión, proporción que alcanza dominio, tiempo necesario, cambios de ruta y acceso efectivo. También debe examinarse si estudiantes en la ruta de apoyo reciben el mismo objetivo cognitivo con mayor andamiaje o un currículo persistentemente simplificado.

Tabla 2. Hallazgos de intervenciones seleccionadas

Fuente	Diseño y población	Resultado	Límite interpretativo
Major et al. (2021)	Metaanálisis; 53.029 estudiantes	Efecto 0,18; adaptación por nivel 0,35	Programas heterogéneos
Thai et al. (2022)	RCT por aulas; 453 estudiantes	Efecto 0,23 con 5,2 horas de uso	Recurso multicomponente
Bang et al. (2023)	RCT por aulas; 954 estudiantes	Mayores ganancias y señal compensatoria	No aísla adaptatividad
Muralidharan et al. (2019)	Lotería; programa en India	0,37 DE matemáticas; 0,23 hindi	Extraescolar e intensivo
Araya et al. (2025)	RCT en escuelas chilenas	0,27 DE en matemáticas	Plataforma más coordinador y tiempo
Levy et al. (2023)	RCT; 135 estudiantes	Algoritmo no superó secuencia experta	Una plataforma y muestra pequeña
Foster (2024)	RCT entre dos programas; 115	g=0,32 numeración; g=0,14 geometría	49 % de posttest faltante
Paavilainen et al. (2024)	Dos aulas; trazas y observación	Analítica sensible al diseño y docente	Sin estimación causal

Discusión

Hallazgos principales

La revisión produjo cinco conclusiones. Primero, existe una señal favorable para aprendizaje cuando la tecnología ajusta el nivel o la ruta, especialmente en matemáticas. Segundo, la magnitud varía ampliamente y no puede separarse de contenidos, dosis, comparador y apoyo. Tercero, una secuencia experta puede igualar a una recomendación algorítmica, lo que cuestiona la idea de que mayor automatización implica mayor eficacia. Cuarto, la analítica ayuda a describir patrones, pero no debe sustituir medidas curriculares externas ni observación. Quinto, la equidad es condicional: algunos estudiantes rezagados mejoran más, pero la baja adopción, la desigualdad institucional y los efectos Mateo pueden operar en sentido contrario.

Estos hallazgos son coherentes con la revisión de Escueta et al. (2020): el acceso tecnológico aislado raramente transforma el aprendizaje. La contribución aparece cuando la herramienta organiza oportunidades de práctica y retroalimentación alineadas con un objetivo. La metaanálisis de Major et al. (2021) añade que ajustar el nivel puede aumentar el efecto, pero no resuelve cómo hacerlo de manera transparente y sostenible.

Qué debe significar “multinivel” en EGB Elemental

Un modelo responsable no necesita tres grupos permanentes. Requiere una arquitectura de decisión. Todos los estudiantes comparten una meta esencial. Una evaluación breve identifica evidencia provisional. La ruta base ofrece modelado y práctica; la ruta de apoyo añade representaciones, ejemplos, vocabulario, tiempo o acompañamiento; la profundización aumenta transferencia, explicación y complejidad. Después de cada ciclo, el estudiante puede cambiar de ruta. La etiqueta describe la tarea actual, no al niño.

La tecnología puede ejecutar reglas simples: si un estudiante comete errores conceptualmente similares, ofrecer otra representación; si domina ejercicios rutinarios, pedir explicación o transferencia; si acumula intentos sin progreso, alertar al docente. Estas reglas deben ser visibles. Un docente necesita saber por qué se recomendó una actividad, qué evidencia la activó y cómo anularla. La opacidad dificulta detectar sesgos y convierte la trayectoria en una decisión técnica no discutible.

Separar ritmo de velocidad

El ritmo de aprendizaje no se reduce a tiempo por ejercicio. Un estudiante puede responder lentamente porque explica, verifica o usa una estrategia profunda. Otro puede completar rápido por adivinación o memorización. La medición debe combinar precisión, tipo de error, número de apoyos, transferencia, retención y calidad de explicación. El “tiempo de dominio” solo tiene sentido si el dominio se verifica con una tarea externa y si las pausas, conectividad o accesibilidad no se interpretan como dificultad cognitiva.

La autorregulación tampoco puede inferirse de permanencia. Los estudios de analítica muestran que la actividad fuera de plataforma y la mediación docente modifican las trazas. Por ello, un modelo mínimo debe triangular registros, observación breve, autoevaluación apropiada para la edad y desempeño curricular.

Implicaciones de equidad

La personalización puede ser compensatoria cuando proporciona práctica adecuada y retroalimentación inmediata a quienes reciben menos apoyo. Pero también puede encerrar a estudiantes en contenido fácil. Para evitarlo, las rutas de apoyo deben preservar el objetivo común y añadir andamiaje. La profundización

no debe reservar contenidos significativos solo para quienes avanzan rápido. Todos necesitan oportunidades de explicación, creatividad y transferencia.

La accesibilidad debe diseñarse antes de la implementación. Esto incluye navegación por teclado cuando corresponda, lectura clara, audio controlable, contraste, tamaños adecuados, instrucciones multimodales y alternativas no digitales equivalentes. La ausencia de dispositivo, conectividad o apoyo familiar no debe convertirse en una puntuación de riesgo del estudiante.

Propuesta de diseño mínimo

La Tabla 3 presenta indicadores derivados de la síntesis. Una futura evaluación ecuatoriana debería realizarse prospectivamente, con autorización ética, consentimiento parental, asentimiento apropiado y minimización de trazas. La asignación por aulas requeriría análisis multinivel. El comparador debería recibir el mismo tiempo curricular y contenido esencial. Si la intervención combina plataforma, formación y coordinador, cada componente debe documentarse y la conclusión debe referirse al paquete.

Tabla 3. Indicadores mínimos para secuencias digitales multinivel

Dominio	Indicador	Regla de interpretación
Meta común	Destreza curricular explícita	No simplificar permanentemente por nivel basal
Diagnóstico	Tarea breve y evidencia externa	No usar solo puntuación interna de plataforma
Ruta	Base, apoyo, profundización y retorno	Rutas reversibles, no etiquetas de estudiantes
Regla adaptativa	Condición, recomendación y anulación	Debe ser visible para el docente
Dosis	Tiempo planificado y recibido	Separar exposición de efecto
Progreso	Precisión, transferencia y retención	No equiparar velocidad con dominio
Participación	Actividad digital y no digital	Triangular registros y observación
Autorregulación	Meta, estrategia, monitoreo y ajuste	No inferirla de clics o permanencia
Equidad	Efecto por nivel basal y acceso	Reportar distribución y brechas
Fidelidad	Componentes realmente implementados	Diferenciar programa y algoritmo
Accesibilidad	Apoyos y alternativa equivalente	No excluir por discapacidad o conectividad
Docencia	Alertas revisadas y decisiones tomadas	Mantener control pedagógico humano

Limitaciones de la revisión

La recuperación reproducible se concentró en Crossref y fuentes públicas; no se afirmó cobertura exhaustiva de ERIC, Scopus, Web of Science u otras bases cerradas. Un solo equipo editorial realizó selección y extracción, sin concordancia independiente. Parte de la evaluación dependió de resúmenes y metadatos públicos. La evidencia estuvo dominada por matemáticas y por sistemas desarrollados fuera de Ecuador. Tres síntesis se usaron para contexto y no como observaciones primarias independientes. La heterogeneidad impidió una metaanálisis propio.

La categoría de personalización continúa siendo inestable. Algunos estudios ajustaron dificultad; otros diferenciaron agrupamiento, producto o apoyo. Varias intervenciones fueron paquetes. Estas limitaciones justifican una síntesis de alcance y un lenguaje de confianza moderada o baja-moderada, no una recomendación universal.

Conclusiones

La evidencia publicada hasta el 31 de enero de 2026 indica que las secuencias digitales pueden mejorar el aprendizaje en educación primaria cuando ajustan de forma válida el nivel, mantienen contenido alineado, ofrecen retroalimentación y reciben suficiente tiempo y apoyo. La señal es más consistente en matemáticas y varía desde efectos pequeños hasta moderados o mayores en programas intensivos.

No existe evidencia suficiente para afirmar que un algoritmo sea superior a una secuencia experta o que toda personalización reduzca brechas. Los resultados dependen del comparador, el nivel inicial, la adopción, la mediación docente y la capacidad institucional. La analítica aporta información útil, pero sus trazas son parciales y no equivalen a aprendizaje, participación ni autorregulación.

Para EGB Elemental, una secuencia multinivel responsable debe conservar metas comunes, permitir rutas reversibles, hacer transparentes sus reglas, mantener control docente y proporcionar alternativas accesibles. Su evaluación deberá medir resultados externos, dosis, fidelidad y distribución del progreso. La pregunta pertinente no es cuánta automatización incorporar, sino qué decisión pedagógica mejora, para quién, bajo qué condiciones y con qué posibilidad de corrección humana.

Declaraciones

Aprobación ética: No aplicable. La revisión sintetizó fuentes públicas y no reclutó participantes ni trató datos personales.

Consentimiento para participar: No aplicable.

Disponibilidad de datos: El protocolo, consultas, registro de búsqueda, motivos de exclusión, matriz y decisiones se conservan en el expediente científico anonimizado SG-2026-012.

Financiación: La investigación no recibió financiación externa.

Conflictos de intereses: La persona autora declara no tener conflictos de intereses.

Contribuciones de autoría (CRediT): Rossana Cecibel Medina Mendoza: conceptualización, metodología, investigación, curación de datos, análisis formal, visualización, redacción del borrador y revisión y edición.

Uso de inteligencia artificial: Se utilizó asistencia computacional para recuperación, organización, redacción y control documental. Las decisiones de alcance, elegibilidad e interpretación fueron registradas y permanecen sujetas a responsabilidad humana. No se generaron participantes, datos ni resultados empíricos.

Referencias

- Araya, R., Arias Ortiz, E., Bottan, N., & Cristia, J. (2025). Integrating learning platforms within regular school time: Experimental evidence from Chilean primary schools. *Economics of Education Review*, 106, 102647. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2025.102647>
- Bang, H. J., Li, L., & Flynn, K. (2023). Efficacy of an adaptive game-based math learning app to support personalized learning and improve early elementary school students' learning. *Early Childhood Education Journal*, 51, 717–732. <https://doi.org/10.1007/s10643-022-01332-3>

- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Laakkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers & Education*, 128, 63–74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>
- Escueta, M., Quan, V., Nickow, A. J., & Oreopoulos, P. (2020). Education technology: An evidence-based review. *Journal of Economic Literature*, 58(4), 897–996. <https://doi.org/10.1257/jel.20191507>
- Foster, M. E. (2024). Evaluating the impact of supplemental computer-assisted math instruction in elementary school: A conceptual replication. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 17(1), 94–118. <https://doi.org/10.1080/19345747.2023.2174919>
- Goyibova, N., Muslimov, N., Sabirova, G., Kadirova, N., & Samatova, B. (2025). Differentiation approach in education: Tailoring instruction for diverse learner needs. *MethodsX*, 14, 103163. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2025.103163>
- Jain, J., Wadheefa, A., & Ibrahim, N. (2024). Implementation of differentiated instruction in a Maldivian primary school. *Asia-Pacific Journal of Futures in Education and Society*, 3(3). <https://doi.org/10.58946/apjfes-3.3.p1>
- Johler, M., & Krumsvik, R. J. (2024). Increasing inclusion through differentiated instruction in a technology-rich primary school classroom in Norway. *Education 3–13*, 52(8), 1207–1221. <https://doi.org/10.1080/03004279.2022.2143721>
- Kim, J. S., Asher, C. A., Burkhauser, M., Mesite, L., & Leyva, D. (2019). Using a sequential multiple assignment randomized trial to develop an adaptive K–2 literacy intervention with personalized print texts and app-based digital activities. *AERA Open*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/2332858419872701>
- Levy, B., HersHKovitz, A., Tabach, M., Cohen, A., Segal, A., & Gal, K. (2023). Personalization in graphically rich e-learning environments for K–6 mathematics. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(3), 364–376. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3263520>
- Major, L., Francis, G. A., & Tsapali, M. (2021). The effectiveness of technology-supported personalised learning in low- and middle-income countries: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 52(5), 1935–1964. <https://doi.org/10.1111/bjet.13116>
- Meeter, M. (2021). Primary school mathematics during the COVID-19 pandemic: No evidence of learning gaps in adaptive practicing results. *Trends in Neuroscience and Education*, 25, 100163. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100163>
- Ministerio de Educación del Ecuador. (2021). *Currículo priorizado con énfasis en competencias comunicacionales, matemáticas, digitales y socioemocionales: EGB Elemental*. <https://recursos.educacion.gob.ec/red/curriculo/>
- Muralidharan, K., Singh, A., & Ganimian, A. J. (2019). Disrupting education? Experimental evidence on technology-aided instruction in India. *American Economic Review*, 109(4), 1426–1460. <https://doi.org/10.1257/aer.20171112>
- Paavilainen, T., López-Pernas, S., Väisänen, S., Kontkanen, S., & Hirsto, L. (2024). Using learning analytics to support self-regulated learning in primary education: A learning design perspective. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09808-4>
- Palieraki, S., & Koutrouba, K. (2021). Differentiated instruction in information and communications technology teaching and effective learning in primary education. *European Journal of Educational Research*, 10(3), 1487–1504. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.10.3.1487>

- Papantymou, A., & Darra, M. (2022). Teachers' perceptions regarding the factors of implementing differentiated instruction to students with learning difficulties. *International Journal of Learning and Development*, 12(3). <https://doi.org/10.5296/ijld.v12i3.20184>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Tricco, A. C., Pollock, D., Munn, Z., Alexander, L., McInerney, P., Godfrey, C. M., & Khalil, H. (2020). Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JB I Evidence Synthesis*, 18(10), 2119–2126. <https://doi.org/10.11124/JBIES-20-00167>
- Prast, E. J., Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2018). Differentiated instruction in primary mathematics: Effects of teacher professional development on student achievement. *Learning and Instruction*, 54, 22–34. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.009>
- Thai, K. P., Bang, H. J., & Li, L. (2022). Accelerating early math learning with research-based personalized learning games: A cluster randomized controlled trial. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 15(1), 28–51. <https://doi.org/10.1080/19345747.2021.1969710>
- Tricco, A. C., et al. (2018). PRISMA extension for scoping reviews (PRISMA-ScR): Checklist and explanation. *Annals of Internal Medicine*, 169(7), 467–473. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>
- Väisänen, S., Hallberg, S., Valtonen, T., Tervo, I.-A., Kankaanpää, J., Sointu, E., & Hirsto, L. (2022). Pupils' experiences of learning analytics visualizations in supporting self-regulated learning in an elementary school classroom. *Seminar.net*, 18(1). <https://doi.org/10.7577/seminar.4690>
- Yang, Y., & Song, Y. (2023). Understanding primary students' self-regulated vocabulary learning behaviours on a mobile app via learning analytics and their associated outcomes: A case study. *Journal of Computers in Education*, 10, 469–498. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00251-x>