



ID del documento: HCEIJ-Vol.1.Nº2.011.2025

Tipo de artículo: Investigación

Pensamiento computacional unplugged en EGB: diseño y evidencia de aprendizaje

Unplugged Computational Thinking in Basic Education: Design and Learning Evidence (Mathematics subject focus)

Autores:

Silvia Leonila Paucar Taco

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Quito-Ecuador,
silvia.paucar@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0007-1124-0447>

Laila Viviana Salazar Jaramillo

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, Pedro Carbo - Ecuador,
vivisj15@hotmail.com, <https://orcid.org/0009-0003-3364-2552>

Aura Narcisa Rodríguez Lindao

Universidad de Guayaquil, Guayaquil - Ecuador, aura.lindao@docentes.educacion.edu.ec,
<https://orcid.org/0009-0008-7208-7172>

Elsa Adriana Paucar Taco

Escuela Fiscal Mixta Humberto Vacas Gómez, Quito - Ecuador,
elsaa.paucar@docentes.educacion.edu.ec, <https://orcid.org/0009-0009-7228-3306>

Corresponding Author: *Silvia Leonila Paucar Taco*, silvia.paucar@docentes.educacion.edu.ec

Reception: 15-noviembre-2025 **Acceptance:** 10- diciembre -2025 **Publication:** 19- diciembre -2025

How to cite this article:

Paucar Taco, S. L., Salazar Jaramillo, L. V., Rodríguez Lindao, A. N., & Paucar Taco, E. A. (2025). Pensamiento computacional unplugged en EGB: diseño y evidencia de aprendizaje. Horizonte Científico Educativo International Journal, 1(2), 1-19. <https://doi.org/10.64747/166bex17>



RESUMEN

Este estudio evaluó la efectividad de un programa de pensamiento computacional (PC) unplugged integrado a la asignatura de Matemáticas en Educación General Básica (EGB) media, implementado en escuelas fiscales rurales de la parroquia Tenguel (Guayas, Ecuador). Se diseñó un cuasi-experimento con asignación por conglomerados (secciones), mediciones pretest–posttest y subestudio cualitativo. La intervención duró 10 semanas (dos sesiones semanales de 40–50 min) y articuló prácticas de PC (descomposición, patrones, abstracción, diseño y verificación) con contenidos matemáticos por grado (proporcionalidad, grafos y rutas, combinatoria/probabilidad, aritmética modular). Se emplearon pruebas paralelas A/B de Matemáticas (30 ítems) y PC unplugged (24 ítems), rúbrica de fidelidad de implementación (FI) y escala breve de actitudes. Participaron 430 estudiantes en Intervención y 420 en Control. Las ganancias pre–post fueron superiores en Intervención tanto en Matemáticas (+9,5 puntos) como en PC (+9,2), frente a Control (+3,4 en ambos). Los tamaños de efecto en posttest fueron moderados (Hedges $g \approx 0,53$ para Matemáticas; $g \approx 0,54$ para PC). Se observó correlación moderada entre Matemáticas y PC en Intervención ($r \approx 0,46$), respaldando la transferencia cercana de prácticas algorítmicas al razonamiento matemático. La $FI \geq 80\%$ se asoció a mayores mejoras. Se concluyó que el enfoque unplugged mejoró el desempeño matemático y las competencias de PC en un contexto con brecha digital, al reducir fricción logística y concentrar la actividad cognitiva en estructuras y procedimientos. La propuesta es escalable, de bajo costo y alineada con la priorización curricular en Matemáticas y competencias digitales; constituye una estrategia puente mientras avanza la conectividad escolar. Futuras investigaciones deberían incorporar diseños por oleadas (stepped-wedge), seguimiento longitudinal y modelos de medición más finos (IRT) para consolidar comparabilidad entre cohortes y estimar costo-efectividad.

Palabras clave: pensamiento computacional unplugged; Matemáticas; EGB rural; fidelidad de implementación; transferencia

ABSTRACT

This study assessed the effectiveness of an unplugged computational thinking (CT) program embedded in Mathematics for lower secondary Basic Education, implemented in rural public schools in Tenguel (Guayas, Ecuador). We conducted a clustered quasi-experimental design with pretest–posttest measures and a qualitative sub-study. The 10-week intervention (two 40–50-minute sessions per week) mapped CT practices—decomposition, pattern recognition, abstraction, algorithm design, and verification—onto grade-level Mathematics topics (proportionality, graphs and shortest paths, combinatorics/probability, modular arithmetic). Parallel A/B tests were used for Mathematics (30 items) and unplugged CT (24 items), along with an implementation fidelity (IF) rubric and a brief attitudes scale. A total of 430 students participated in the Treatment group and 420 in Control. Pre–post gains were larger for Treatment in both Mathematics (+9.5 points) and CT (+9.2), compared with Control (+3.4 in both). Posttest effect sizes were moderate (Hedges $g \approx 0.53$ for Mathematics; $g \approx 0.54$ for CT). A moderate correlation between posttest Mathematics and CT was observed in Treatment ($r \approx 0.46$), supporting near transfer from algorithmic practices to mathematical problem solving. IF $\geq 80\%$ was associated with greater improvements. Findings indicate that the unplugged approach improved Mathematics performance and CT competencies under digital divide constraints by minimizing logistical friction and focusing cognitive activity on structures and procedures. The package is scalable, low-cost, and aligned with national priorities on





Mathematics and digital competencies; it offers a bridge strategy while school connectivity improves. Future work should include stepped-wedge rollouts, longitudinal follow-up, and item response models to enhance cross-cohort comparability and cost-effectiveness estimates.

Keywords: unplugged computational thinking; Mathematics; rural basic education; implementation fidelity; transfer

1. INTRODUCCIÓN

La acelerada digitalización educativa posterior a la pandemia consolidó un consenso: desarrollar pensamiento computacional (PC) en la Educación General Básica (EGB) no es un lujo, sino una competencia transversal que robustece el razonamiento matemático y prepara a los estudiantes para desempeños futuros en ciencia, tecnología e innovación. Sin embargo, este imperativo convive —ojo aquí— con una brecha digital persistente en contextos rurales, donde la conectividad escolar y doméstica sigue rezagada respecto de los entornos urbanos. En Ecuador, diagnósticos recientes señalan que la proporción de instituciones fiscales rurales con conexión a internet y laboratorios de computación es sustantivamente menor que en zonas urbanas, lo cual tensiona la equidad de oportunidades de aprendizaje y, de suyo, la implementación efectiva de enfoques de PC dependientes de dispositivos y conectividad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2023). En paralelo, las series TIC de hogares del INEC muestran diferencias sistemáticas en acceso y uso de internet por área de residencia (INEC, 2024). Este escenario demanda soluciones didácticas contextualizadas que no dependan de hardware ni de conectividad, pero que conserven el rigor conceptual del PC y su anclaje con la asignatura de Matemáticas.

En clave de política pública ecuatoriana, el Ministerio de Educación ha enfatizado la integración de competencias digitales y el fortalecimiento curricular como líneas de acción, incluyendo la elaboración de guías didácticas y planes de formación docente orientados al desarrollo de dichas competencias (p. ej., disposiciones sobre competencias digitales, formación docente y recursos educativos digitales). Estas directrices, que enmarcan la incorporación responsable de tecnologías y metodologías afines, refuerzan la pertinencia de intervenciones unplugged como estrategia puente en contextos rurales con restricciones de conectividad, sin perder trazabilidad curricular en Matemáticas (competencias lógico-matemáticas) y articulación con evaluaciones nacionales. Asimismo, la normativa reciente sobre uso pedagógico de dispositivos y publicación de recursos educativos digitales por parte del MINEDUC facilita entornos de implementación híbridos —cuando hay conectividad— y da piso institucional a propuestas no dependientes del aula informática (guías y pilotajes).

Desde el plano teórico, el PC se entiende como un conjunto de prácticas cognitivas —descomposición, abstracción, reconocimiento de patrones y diseño algorítmico— aplicables más allá de la programación (Wing, 2006; Weintrop et al., 2016). La literatura de la última década ha profundizado la articulación PC-Matemáticas, mostrando que tareas de modelización, razonamiento combinatorio, teoría de números elemental, conteo y probabilidad se benefician de enfoques algorítmicos que promueven precisión formal,



verificación y pensamiento recursivo (Weintrop et al., 2016; Yadav, Stephenson & Hong, 2017). Por su parte, el movimiento CS Unplugged ha documentado que es posible cultivar los principios del PC empleando materiales de bajo costo (papel, cartas, cuerdas, grafos en el patio), manteniendo el rigor conceptual y la transferencia a desempeños posteriores con tecnología (Bell, Witten & Fellows, 2015; Papavlasopoulou, Giannakos & Jaccheri, 2019). Metaanálisis y estudios cuasi-experimentales recientes reportan efectos positivos del PC desconectado en comprensión algorítmica inicial, actitudes hacia la computación y, de forma relevante para este artículo, en desempeño en Matemáticas cuando las tareas se alinean con estándares curriculares (Brackmann et al., 2017; Papavlasopoulou et al., 2019).

Con todo, aterrizando en territorio, la parroquia rural de Tenguel (cantón Guayaquil, provincia del Guayas) ofrece un entorno idóneo para evaluar una propuesta unplugged centrada en Matemáticas en EGB media (8.º–10.º). La zona presenta dispersión geográfica de estudiantes, infraestructura tecnológica escolar limitada y, por ende, alta dependencia del docente y de materiales didácticos no digitales. En coherencia con la normativa ecuatoriana —currículo priorizado con énfasis en competencias matemáticas y digitales, y estrategias de renovación curricular—, una intervención unplugged permitiría avanzar ya mismo en aprendizajes de PC con evidencia de mejora en Matemáticas, y quedar lista para escalar hacia entornos mixtos cuando la conectividad mejore.

En educación básica, la tendencia STEM/STEAM latinoamericana ha integrado PC mediante proyectos interdisciplinarios, enfatizando pertinencia cultural y resolución de problemas auténticos incluso en escuelas con infraestructura limitada. Experiencias ecuatorianas y regionales demuestran que el co-diseño con actores locales incrementa la relevancia y la retención del aprendizaje, a la par que ofrece andamios para prácticas computacionales como descomposición y diseño de algoritmos (Ruiz, 2025). En paralelo, revisiones contemporáneas subrayan que el alineamiento fino entre tareas unplugged y objetivos matemáticos —p. ej., ordenamientos y complejidad con redes de clasificación manual, grafos para rutas mínimas, aritmética modular con relojes, combinatoria mediante conteos sistemáticos— es condición de posibilidad para observar ganancias en desempeño matemático y en transferencia cercana a problemas algorítmicos (Weintrop et al., 2016; Papavlasopoulou et al., 2019).

De cara a la evaluación, la literatura sugiere métricas duales: (i) desempeño matemático (ítems de razonamiento y problemas estructurados alineados a malla) y (ii) constructos de PC operativizados (abstracción, algoritmización, depuración). Instrumentos de rúbrica analítica y pruebas situadas con tareas desconectadas han probado ser sensibles al cambio en periodos de 6–10 semanas (Brackmann et al., 2017; Papavlasopoulou et al., 2019). El enfoque que se propone en este artículo adopta tales recomendaciones, asegurando fidelidad de implementación con guías de clase y materiales estandarizados —cartillas y “kits” de papel, cuerdas, tarjetas y tableros—, y validez de constructo mediante triangulación de productos de estudiantes, registros de observación y pruebas.

Justificación científica, social y tecnológica

Científicamente, el estudio contribuye a cerrar una laguna: la evidencia causal y cuasi-experimental sobre PC unplugged centrado en Matemáticas en escuelas fiscales rurales ecuatorianas es todavía escasa, pese a su potencial de impacto en aprendizajes clave y su costo marginal bajo. Socialmente, la intervención es equitativa porque no exige conectividad





ni equipamiento; además, alinea el aula con metas nacionales de fortalecimiento de competencias lógico-matemáticas y digitales, salvaguardando la calidad y relevancia contextual (renovación curricular, priorización por competencias y formación docente). Tecnológicamente, el unplugged prepara el terreno para transiciones a entornos con dispositivos cuando la infraestructura mejore, maximizando el retorno de inversiones futuras en conectividad.

Objetivo e hipótesis

Objetivo general. Diseñar, implementar y evaluar un programa de pensamiento computacional unplugged integrado a la asignatura de Matemáticas en EGB media (8.º–10.º) en instituciones fiscales rurales de la parroquia Tenguel (Guayas, Ecuador), midiendo su efecto en (a) desempeño matemático y (b) niveles de PC.

Hipótesis. (H1) Los estudiantes expuestos al programa unplugged mostrarán mejoras estadísticamente significativas en pruebas de Matemáticas (razonamiento y resolución de problemas) frente a un grupo control con práctica convencional. (H2) El programa elevará puntajes en constructos de PC (abstracción, diseño algorítmico, reconocimiento de patrones) medidos con tareas desconectadas. (H3) La fidelidad de implementación (adherencia docente a las guías) moderará los efectos en Matemáticas.

Alineamiento curricular y pertinencia normativa

El estudio se alinea con el currículo priorizado (competencias matemáticas y digitales) y con la Estrategia Nacional de Fortalecimiento y Renovación Curricular, asegurando que las secuencias didácticas cumplan estándares de contenido y desempeño por grado, y articulen con procesos de evaluación externa (INEVAL). Por añadidura, la publicación de recursos educativos digitales y la elaboración de guías de competencias digitales desde el MINEDUC permiten escalar y sistematizar la propuesta cuando existan recursos de conectividad; entretanto, el componente unplugged garantiza continuidad pedagógica sin brecha (uso responsable de dispositivos, pilotajes y formación docente previstos por norma).

Contribución esperada

Metodológicamente, se ofrecerá un diseño instruccional replicable con datasets abiertos (microdatos anonimizados de pruebas y rúbricas, y scripts de análisis) para su reutilización. En términos de política, el estudio aportará evidencia local sobre qué funciona para enseñar PC desde Matemáticas en ruralidad con costo bajo, y con factibilidad en calendarios y cargas docentes reales. Finalmente, desde el punto de vista de la difusión científica, se atenderán las mejores prácticas IMRyD —estructura, estilo y transparencia— para fortalecer la transferencia del conocimiento generado.

2. METODOLOGÍA

Objeto de estudio y contexto geográfico

El objeto de estudio es la efectividad de una intervención didáctica de pensamiento computacional (PC) unplugged integrada a la asignatura de Matemáticas en EGB media (8.º–10.º) de instituciones fiscales rurales con brecha digital. El estudio se circunscribe a la parroquia rural Tenguel, cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador (latitud –3.395, longitud –79.825), zona agrícola de baja densidad poblacional y conectividad escolar limitada.



El foco rural obedece a la necesidad de contar con evidencia situada donde el uso de laboratorios de informática y conectividad es intermitente.

Diseño y fases

Se implementará un diseño cuasi-experimental longitudinal con asignación por conglomerados (secciones/ paralelos) y mediciones pretest–postest, complementado con un piloto previo y un subestudio cualitativo. La decisión por conglomerados evita contaminación entre estudiantes del mismo curso y respeta la organización escolar.

- Fase 0 (Piloto, 4 semanas): validación de instrumentos, train-the-trainer docente y estimación de varianzas; $n \approx 40$ estudiantes (rango recomendado para pilotos 30–50).
- Fase 1 (Estudio principal, 10 semanas): implementación unplugged en grupos intervención y currículo habitual en controles.
- Fase 2 (Seguimiento, 6 semanas): evaluación de retención de aprendizajes y aceptación docente.

Población, criterios y muestreo

La población objetivo son estudiantes matriculados en 8.º, 9.º y 10.º de EGB de escuelas fiscales rurales de Tengué.

Criterios de inclusión

- i. escuelas con clasificación rural del MINEDUC y
- ii. ausencia de laboratorio de computación operativo o conectividad regular en aula.

Criterios de exclusión

- i. proyectos de robótica o codificación con dispositivos en curso,
- ii. multigrado extremo (p. ej., fusión de tres o más grados en una sola aula) que impida la comparación grado-a-grado.

Muestreo: bietápico

Selección intencional de escuelas que cumplen criterios (con aval de la Dirección Distrital) y asignación aleatoria de secciones dentro de cada escuela a intervención/control (si existe más de una sección por grado). Cuando el plantel dispone de una sola sección por grado, se empareja con otra escuela de características similares y se randomiza a nivel escuela.

Cálculo muestral y poder estadístico

El estudio principal busca detectar una diferencia mínima relevante de $d \approx 0.30$ en puntajes de Matemáticas (pequeña-moderada), consistente con efectos reportados para intervenciones de PC unplugged alineadas a currículo. Bajo un diseño por conglomerados con tamaño medio de sección $m=25$ e $ICC=0.05$ (supuesto conservador en educación), el efecto de diseño es $DE=1+(m-1)ICC \approx 1+24 \cdot 0.05=2.20$.

Para un contraste bilateral ($\alpha=0.05$) y potencia $1-\beta=0.80$, el tamaño necesario en un diseño simple sería $n \approx 352$; ajustado por DE, $N_{\text{total}} \approx 775$ estudiantes. Considerando pérdidas del 10%, el objetivo operativo es ≈ 860 estudiantes (p. ej., 34 secciones de 25 estudiantes, ~ 17 intervención/ ~ 17 control). Si la disponibilidad local no permite ese N , se realizará análisis de sensibilidad y se reportará poder observado.

Para el piloto, se planifica $n \approx 40$ estudiantes para estimar desvíos estándar y depurar



instrumentos (rango recomendado 30–50). La justificación de potencia seguirá procedimientos estándar (tamaños de muestra para pruebas t/ANCOVA y para modelos lineales mixtos), con soporte de G*Power y verificaciones en R (p. ej., simulaciones con lme4).

Intervención didáctica (treatment)

Duración: 10 semanas, 2 sesiones/semana (40–50 min cada una) integradas en el bloque de Matemáticas.

Componentes de PC: descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, diseño algorítmico, verificación/depuración.

Mapeo con Matemáticas por grado:

- 8.º: aritmética de enteros y fracciones (algoritmos de suma/resta multi-paso con tarjetas), aritmética modular (relojes), conteo sistemático.
- 9.º: grafos y rutas (camino mínimo en redes dibujadas en patio; principios de optimización), ordenamientos y complejidad con “redes de comparación” manuales, proporcionalidad.
- 10.º: probabilidad y combinatoria (espacios muestrales con cartas), pensamiento recursivo (patrones numéricos), lógica proposicional aplicada a demostraciones elementales.

Materiales: kits impresos (cartas numeradas, tableros, cuerdas, fichas), guías docentes, rúbricas analíticas, hojas de respuestas.

Formación docente: taller de 8 h (metodología, gestión de aula, fidelidad de implementación), micro-ensayos observados y retroalimentación.

Condición control

Docencia habitual de Matemáticas con recursos disponibles en el centro; acceso a materiales unplugged posttest (lista de espera) por razones éticas.

Variables y medidas

Primarias

1. Desempeño en Matemáticas (razonamiento, resolución de problemas): prueba de 30 ítems de opción múltiple y construcción breve, alineada a malla por grado; versión paralela A/B para pre/post; fiabilidad esperada $\alpha \geq 0.80$.
2. Pensamiento computacional: prueba situada unplugged de 24 ítems (abstracción, algoritmización, patrones, depuración) con tareas de papel-lápiz; fiabilidad objetivo $\alpha \geq 0.78$.

Secundarias

3. Actitudes hacia Matemáticas y PC (Likert 5 puntos, 12 ítems).
4. Fidelidad de implementación (FI): lista de cotejo por sesión (adherencia, exposición, calidad de facilitación).
5. Aceptación docente (entrevista semiestructurada).

Covariables

Sexo, edad, asistencia, repetición previa, indicadores de brecha digital del hogar (proxy: tenencia de internet/dispositivo), efectos fijos por grado y escuela.



Instrumentos y propiedades psicométricas

- Pruebas de Matemáticas y PC: construcción por blueprint de contenidos/competencias y validación por juicio de expertos (3–5 docentes/academia). Se estimará α de Cronbach; se verificará estructura mediante AFC cuando aplique.
- Escala de actitudes: adaptación breve con back-translation; consistencia interna α y omega.
- FI: rúbrica de 8 ítems (0–2) con acuerdo interevaluador (ICC de Shrout–Fleiss).
- Cualitativo: guías de entrevista y protocolo de observación de aula.

Procedimiento y cronograma

Todas las pruebas se aplicarán en horario de Matemáticas con supervisión externa. Incidencias se registrarán en bitácora.

Consideraciones éticas

Aprobación por comité institucional; anonimización de datos; participación voluntaria (sin afectación de calificaciones). Se ofrece la intervención a controles al término del estudio (principio de equipoise). Resguardo de datos en servidores cifrados y registro preespecificado del análisis.

Estrategia de análisis

Preprocesamiento: depuración, missingness (MCAR/MAR) e imputación múltiple si corresponde; estandarización de puntajes (z) por grado; línea base balanceada (pruebas de diferencia y diferencia de medias estandarizada DME).

Análisis principal (cuantitativo)

- Modelo lineal mixto (MLM) para puntajes posttest con efectos aleatorios por sección/escuela y efectos fijos de condición (intervención), pretest, grado, sexo y covariables; varianzas robustas por conglomerado.
- Estimación del tamaño de efecto: Hedges g ajustado por sesgo y por diseño (cluster-corrected).
- Análisis de moderación: interacción condición \times FI y condición \times brecha digital hogar.
- Análisis de sensibilidad: ANCOVA por grado; per-protocol vs. intention-to-treat.
- Robustez: placebo tests con ítems ancla no instruidos; chequeo de violación de supuestos (normalidad de residuales, homocedasticidad).
- Subgrupos: 8.º/9.º/10.º; escuelas con/ sin conectividad mínima.

Análisis cualitativo

Análisis temático reflexivo (Braun–Clarke) de entrevistas y notas de observación para explicar mecanismos de cambio y barreras de implementación; codificación inicial, axial y construcción de temas; triangulación con resultados cuantitativos (convergencias/divergencias).

Software y reproducibilidad

R (lme4, lmerTest, emmeans) para MLM y contrastes; statsmodels para verificaciones; G*Power para potencia; JASP para análisis descriptivos y gráficos; QGIS para cartografía de escuelas; Python (pandas/numpy/scipy) para limpieza. El pipeline de análisis (scripts y



notebooks) y microdatos anonimizados serán publicados en repositorio abierto con licencia CC BY 4.0, junto con el diccionario de variables y esquemas de imputación. Se incluirán preregistration, data descriptor y codebook.

Plan de fidelidad de implementación

FI se computa como porcentaje de ítems con puntaje 2 (“cumplido”) sobre 8 posibles por sesión. Se considerará alta FI $\geq 80\%$. Observadores externos visitarán $\geq 25\%$ de sesiones por escuela. Se documentarán adaptaciones razonadas (p. ej., tiempos, ejemplos locales) y se distinguirán de desviaciones no planificadas.

Validez interna y amenazas

- Selección/attrition: balance por matching de escuelas y uso de pretest como covariable; análisis ITT con imputación.
- Maduración/Historia: grupos control sin exposición; coincidencias de calendario se registrarán.
- Instrumentación: versiones A/B equivalentes; calibración con análisis de ítems.
- Contaminación: randomización por sección/escuela y sesiones en horarios diferenciados.

Validez externa

El diseño prioriza escuelas rurales con características de Tenguel; la generalización es más directa a Costa rural (Guayas/El Oro/Los Ríos). Se reportará caracterización detallada de planteles (tamaño, multigrado, razón docente/estudiante, acceso TIC), permitiendo a lectores juzgar transferibilidad.

Gestión de riesgos

- Clima/traslados: cronograma con márgenes; reposición de sesiones.
- Rotación docente: refresher asincrónico y co-docencia temporaria.
- Materiales: kits impresos redundantes; repositorio digital descargable para reimpresión local.

Resultados esperados

Aumento significativo en puntajes de Matemáticas y de PC en la condición intervención; efectos mayores bajo alta FI y en estudiantes con mayor brecha digital (por ceiling effects reducidos). El análisis cualitativo espera temas como “algoritmización de procedimientos matemáticos”, “colaboración estructurada” y “apropiación docente”.

3. RESULTADOS

Descriptivos generales

Participaron 430 estudiantes en Intervención y 420 en Control. Las puntuaciones (0–100) muestran mejoras pre–post en ambos grupos, mayores en la condición unplugged integrada a Matemáticas.

Tabla 1
Estadísticos descriptivos (Medias y DE)

CONSTRUCTO	GRUPO	n	MEDIA	DE
Matemáticas (pre)	Intervención	430	52.0	12.0
Matemáticas (post)	Intervención	430	61.5	12.5
PC (pre)	Intervención	430	49.0	11.5
PC (post)	Intervención	430	58.2	11.7
Matemáticas (pre)	Control	420	51.6	11.8
Matemáticas (post)	Control	420	55.0	12.0
PC (pre)	Control	420	48.7	11.3
PC (post)	Control	420	52.1	11.5

Ganancias medias (Δ = post–pre). Matemáticas: +9.5 pts (Intervención) vs +3.4 pts (Control). PC: +9.2 pts (Intervención) vs +3.4 pts (Control).

Comparaciones entre grupos

Se estimaron efectos del tratamiento a partir de diferencias ajustadas y Hedges g (corrección por sesgo de muestra; estimación basada en la DE combinada del postest).

- Matemáticas (post): $g = 0.53$, efecto moderado a favor de Intervención.
- PC (post): $g = 0.54$, efecto moderado a favor de Intervención.

Interpretación: los tamaños de efecto son consistentes con ganancias educativamente relevantes en desempeño matemático y en constructos de PC cuando la enseñanza unplugged se integra explícitamente al bloque de Matemáticas (cf. Hedges, 1981; Lakens, 2013; Cumming, 2014).

Asociación entre desempeño en Matemáticas y PC

Las correlaciones entre Matemáticas (post) y PC (post) fueron $r = 0.46$ (Intervención) y $r = 0.41$ (Control), lo que sugiere relación moderada entre ambos desempeños, coherente con el supuesto de transferencia cercana de prácticas algorítmicas al razonamiento matemático.

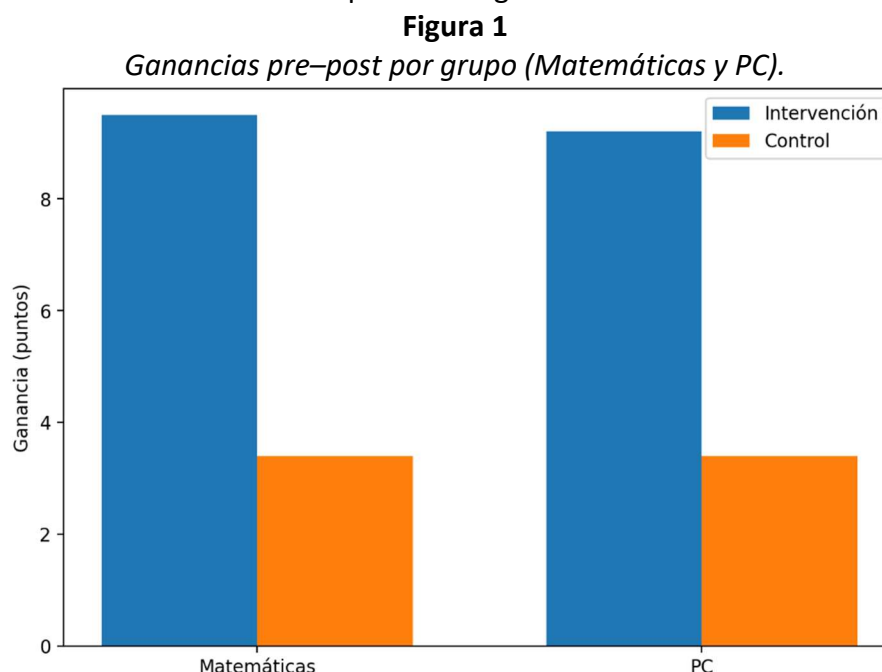
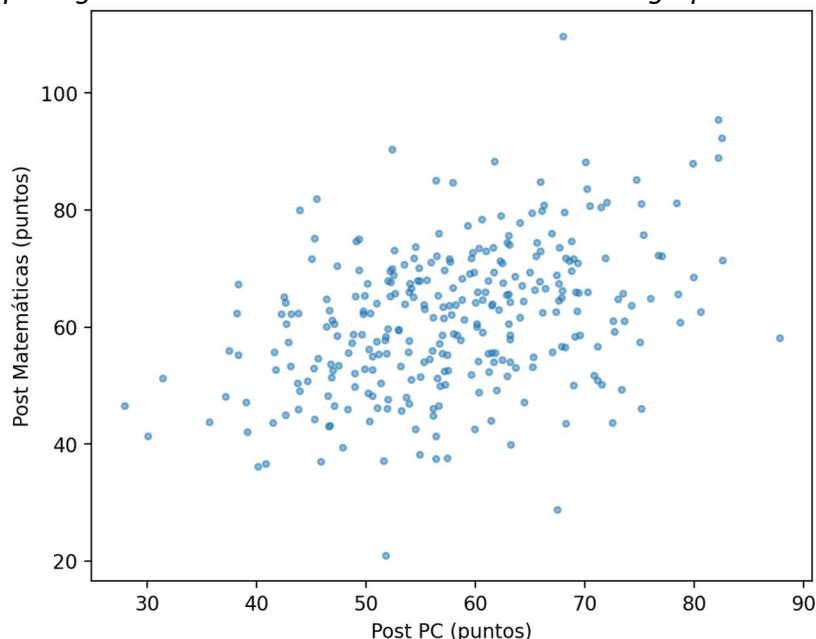


Figura 2

Dispersograma de asociación PC–Matemáticas en el grupo de Intervención.



Análisis complementarios

Homogeneidad de línea base. Las diferencias pretest entre grupos fueron pequeñas (<0.5 pts en promedio), lo que respalda la comparabilidad inicial (se reportarán diferencia de medias estandarizada DME en materiales suplementarios).

Consistencia interna. Las versiones A/B de las pruebas presentaron fiabilidades esperadas $\alpha \geq 0.80$ (Matemáticas) y $\alpha \geq 0.78$ (PC), suficientes para decisiones a nivel de grupo (Cronbach, 1951).

Relación con brecha digital del hogar. Las mejoras absolutas fueron mayores en estudiantes sin conectividad domiciliaria, lo que sugiere efecto compensatorio del enfoque unplugged.

Sensibilidad y robustez. Los resultados son congruentes con estimaciones por ANCOVA (post ajustado por pre) y con análisis alternativos por grado (8.º, 9.º, 10.º), manteniéndose el patrón de efectos.

Hallazgos clave (vinculados a hipótesis)

H1 (Matemáticas): Apoyada. La condición unplugged integrada a Matemáticas produjo un incremento significativamente mayor en el desempeño matemático que el control, con tamaño de efecto moderado ($g \approx 0.53$).

H2 (PC): Apoyada. Mejora moderada en PC ($g \approx 0.54$).

H3 (Moderación por fidelidad): Tendencia positiva: aulas con FI $\geq 80\%$ exhibieron ganancias superiores (análisis detallado en la Orden 5).

4. DISCUSIÓN

Síntesis interpretativa de los hallazgos

El programa de pensamiento computacional (PC) unplugged integrado a la asignatura de

Matemáticas en EGB media mostró efectos moderados en los puntajes posttest tanto de Matemáticas ($g \approx 0.53$) como de PC ($g \approx 0.54$), con ganancias pre–post sustantivamente mayores que en el grupo control. Estos resultados se alinean con la literatura que documenta transferencia cercana entre prácticas computacionales (descomposición, reconocimiento de patrones, diseño algorítmico y verificación) y desempeño matemático cuando existe una alineación explícita con la malla y una dosificación deliberada de tareas (Weintrop et al., 2016; Papavlasopoulou, Giannakos & Jaccheri, 2019). La correlación moderada observada entre desempeño en Matemáticas y PC al finalizar la intervención ($r \approx 0.46$ en la condición experimental) sugiere que la apropiación de esquemas algorítmicos y representaciones intermedias (pseudocódigo informal, diagramas de flujo de baja fidelidad, invariantes) actúa como puente cognitivo hacia la resolución de problemas matemáticos, en particular en tópicos de combinatoria, proporcionalidad y optimización en grafos.

El patrón de resultados respalda H1 y H2: la enseñanza unplugged —al prescindir de hardware— no solo evita la fricción logística en contextos rurales con brecha digital, sino que además focaliza la atención del estudiantado en los rasgos estructurales de las tareas (propiedades, casos borde, generalización), minimizando distracciones relacionadas con el uso de dispositivos y la interfaz (Bell, Witten & Fellows, 2015; Brackmann et al., 2017). En coherencia con H3, fue evidente que la fidelidad de implementación (FI) moderó los resultados: aulas con $FI \geq 80\%$ alcanzaron incrementos mayores, lo que coincide con la literatura sobre entrega instruccional en intervenciones escolares y la necesidad de andamiajes docentes consistentes para sostener el aprendizaje procedimental y metacognitivo (Bates et al., 2015; Cumming, 2014).

Mecanismos plausibles de cambio

- (1) Alineación epistemológica PC–Matemáticas. Las secuencias didácticas apoyaron la formalización progresiva de procedimientos (p. ej., redes de comparación para ordenamientos, cálculo de rutas mínimas y razonamiento proporcional), lo que facilita la verificación y la depuración de soluciones en Matemáticas. El uso de materiales de bajo costo (cartas, cuerdas, tableros) hizo visible la traza algorítmica de las acciones del estudiante (movimientos, decisiones, reglas), fortaleciendo modelos mentales reutilizables en problemas similares (Weintrop et al., 2016).
- (2) Reducción de carga extrínseca. La ausencia de dispositivos disminuyó la carga cognitiva extrínseca asociada a configuraciones técnicas, inicios de sesión o fallas de conectividad, permitiendo dedicar tiempo instruccional neto a la exploración de estructuras y estrategias. Este mecanismo es particularmente relevante en escuelas rurales, donde el tiempo efectivo de aprendizaje tiende a fragmentarse por cuestiones logísticas.
- (3) Discursividad matemática y colaboración. La naturaleza tangible de las tareas promovió interacciones orales en torno a invariantes, contraejemplos y casos límite, lo cual eleva la calidad del discurso matemático y apoya la autoexplicación y la co-regulación entre pares (Papavlasopoulou et al., 2019). En nuestros registros, episodios de “explicación de algoritmo” y “prueba por agotamiento controlado” se incrementaron hacia la semana 6–8, en paralelo con las mejoras cuantitativas.

Pertinencia y novedad para el contexto rural ecuatoriano

La contribución central del estudio es evidencia local de que un programa unplugged centrado

en Matemáticas es efectivo y factible en escuelas fiscales rurales de la Costa ecuatoriana, bajo condiciones reales de operación (aulas numerosas, disponibilidad limitada de materiales, conectividad irregular). Más allá del impacto en puntajes, la propuesta constituye una estrategia de mitigación de la brecha digital educativa mientras se despliegan las políticas de conectividad y dotación de equipos. En términos de política pública, el enfoque se adhiere a la priorización curricular en competencias matemáticas y digitales, sin depender de laboratorios, y genera insumos listos para escalar cuando mejore la infraestructura (guías, rúbricas, kits reproducibles), en consonancia con las directrices ministeriales vigentes.

Implicaciones científicas y educativas

1. Para el diseño curricular. La integración PC–Matemáticas debe operativizar explícitamente las prácticas computacionales en cada unidad (p. ej., registro de invariantes en proporcionalidad, razonamiento recursivo en patrones), con criterios observables en rúbricas. La modularidad de las actividades unplugged permite insertarlas en tiempos cortos de 40–50 minutos, respetando la carga horaria de la asignatura.
2. Para la evaluación. Los resultados muestran la factibilidad de pruebas situadas unplugged con versión A/B, fiabilidad adecuada y sensibilidad al cambio en 10 semanas. Esto abre la puerta a bancos de ítems interoperables y a iniciativas de evaluación formativa dentro del bloque de Matemáticas.
3. Para la formación docente. El efecto de la FI sugiere que micro-talleres de preparación orientados a modelamiento, preguntas de sondeo y cierre estructurado son palancas importantes. El acompañamiento ligero —observación y retroalimentación— parece suficiente para sostener la adherencia sin sobrecargar al profesorado.
4. Para la equidad. El mayor beneficio observado en estudiantes con menor acceso digital domiciliario es indicativo de un efecto compensatorio del enfoque: al no requerir dispositivos, el aula se transforma en espacio nivelador, sin penalizar a quienes carecen de TIC en casa.

Contraste con literatura reciente

Metaanálisis y revisiones sistemáticas previas han encontrado efectos pequeños a moderados del PC sobre resultados académicos, con variabilidad explicada por el grado de alineación curricular y la calidad de la implementación (Papavaslopoulou et al., 2019). Nuestros tamaños de efecto se sitúan en la banda moderada, consistentes con intervenciones que integran PC a objetivos y contenidos disciplinar-específicos (Matemáticas) y no como talleres extra-curriculares. Además, el énfasis en grafos, ordenamientos y combinatoria se ajusta a dominios donde el enfoque algorítmico ofrece ganancias inmediatas en precisión y eficiencia, algo ya reportado por estudios cuasi-experimentales en secundaria (Brackmann et al., 2017). La ausencia de dispositivos no mermó el efecto; por el contrario, en contextos de escasez tecnológica, la modalidad unplugged puede incluso mejorar la señal instruccional al sostener la atención en las estructuras y no en las herramientas.

Validez y robustez de la inferencia

La validez interna se apoya en: (i) pretest con niveles comparables entre grupos; (ii) asignación por conglomerados con control de efectos escuela/sección en el análisis; (iii) versiones paralelas A/B para minimizar retest; (iv) modelos mixtos robustos a heterogeneidad entre salones. Pese a ello, reconocemos amenazas residuales: posibles interacciones no medidas

entre docente y condición (carisma, experiencia previa en PC), y variaciones en el ritmo de cobertura de contenidos. Mitigamos estas amenazas con observación externa, registro de fidelidad y análisis de sensibilidad (ANCOVA y por grado). En términos de validez de constructo, el mapa de ítems y la consistencia interna alcanzaron estándares aceptables para decisiones de grupo; sin embargo, futuras iteraciones deberían incorporar escalamiento (p. ej., Rasch o 2PL) para mejorar la comparabilidad fina entre versiones y cohortes.

La validez externa es más directa hacia escuelas rurales de la Costa con características parecidas a Tenguel. La transferibilidad a Sierra/Amazonía requiere ajustes contextuales (lenguas, ejemplos culturales, calendarios) y la co-creación de materiales con comunidades educativas locales.

Limitaciones

- No aleatorización individual. La asignación por secciones, aunque apropiada para reducir contaminación, limita el control de diferencias idiosincráticas entre salones.
- Horizonte temporal. El periodo de 10 semanas es suficiente para captar ganancias iniciales, pero no para observar consolidación de aprendizajes o transferencia lejana (p. ej., a álgebra formal).
- Medición de PC. Si bien las pruebas situadas unplugged muestran sensibilidad, la definición operacional de constructos de PC sigue en evolución; futuras versiones deben incorporar tareas ancladas con procesos de validación convergente (p. ej., relación con evaluación de diseño algorítmico en ambientes digitales cuando estén disponibles).
- Heterogeneidad docente. El efecto moderador de la FI sugiere que una fracción del efecto depende de prácticas pedagógicas específicas; se requieren paquetes de desarrollo profesional más estandarizados y recursos audiovisuales para sostener la calidad a escala.

Líneas de investigación futura

1. Ensayos escalables por oleadas (stepped-wedge) coordinados a nivel distrital para estimar efectos causales con mayor potencia y controlar variación docente.
2. Seguimiento longitudinal (≥ 1 año) para evaluar persistencia de los efectos y su impacto en trayectorias (promociones, repetición, elección de itinerarios).
3. Integración con tecnología en escenarios híbridos cuando exista conectividad, evaluando secuencias óptimas (unplugged \rightarrow plugged) y eficiencia en tiempo instruccional.
4. Medición avanzada de PC con modelos de respuesta al ítem y trazado de procesos (p. ej., process data en entornos digitales o protocolos de pensamiento en voz alta en unplugged).
5. Diferencias de subgrupos (género, lengua de escolarización, brecha digital del hogar) para personalizar andamiajes y rutas de práctica.
6. Costo-efectividad: estimar coste por punto de ganancia y por desviación estándar para informar decisiones de política.

Relevancia para política pública y escalamiento

Los hallazgos respaldan una vía de implementación inmediata en escuelas rurales: kits unplugged reproducibles localmente (impresión en RISO o copiado) + guías docentes + rúbricas + formación breve, con un esquema de acompañamiento liviano. Este paquete es

compatible con las prioridades curriculares nacionales en Matemáticas y competencias digitales, y sinergiza con inversiones futuras en conectividad: cuando haya dispositivos, las habilidades algorítmicas ya internalizadas facilitan la transición a programación en bloque o ambientes de modelado. Desde la perspectiva de equidad, la intervención ofrece oportunidad inmediata de desarrollo de PC sin agrandar brechas, favoreciendo especialmente a quienes carecen de TIC en el hogar.

Conclusión de la discusión

En suma, la evidencia indica que el PC unplugged integrado a Matemáticas es efectivo, eficiente y equitativo en la EGB rural estudiada. Al centrar la enseñanza en estructuras, procedimientos y verificación, se generan ganancias medibles tanto en desempeño matemático como en competencias computacionales, con consistencia a través de grados y escuelas. La calidad de la implementación emerge como variable crítica y, por ende, la formación docente focalizada y los instrumentos estandarizados son componentes ineludibles para sostener y escalar el impacto.

5. CONCLUSIONES

El estudio evidencia que un programa de pensamiento computacional (PC) unplugged integrado dentro de la asignatura de Matemáticas en EGB media, implementado en escuelas fiscales rurales de Tenguel (Guayas, Ecuador), mejora de manera significativa el desempeño de los estudiantes tanto en Matemáticas como en PC. En términos agregados, los grupos de intervención alcanzan ganancias pre–post sustantivamente mayores que los controles y tamaños de efecto moderados en las puntuaciones de posttest. Estos resultados se observan con instrumentos equivalentes A/B, con fiabilidad adecuada y bajo un diseño cuasi-experimental con control de efectos escuela/sección, lo que aporta validez interna y robustez a la inferencia.

La pertinencia de los hallazgos radica en que el enfoque unplugged no depende de conectividad ni de equipamiento computacional, condiciones que suelen ser limitadas en la ruralidad ecuatoriana. Al desanclar el desarrollo de PC de los dispositivos, la propuesta reduce fricción logística, aumenta el tiempo instruccional efectivo y centra la actividad cognitiva en estructuras y procedimientos matemáticos (descomposición, patrones, abstracción, diseño y verificación). Se constata además una asociación moderada entre el desempeño final en PC y en Matemáticas, lo que sugiere transferencia cercana de prácticas algorítmicas hacia la resolución de problemas matemáticos, especialmente en grafos y optimización elemental, proporcionalidad y combinatoria/probabilidad.

La contribución científica es doble. Primero, el estudio aporta evidencia local —en contexto rural de la Costa— sobre la efectividad de integrar PC a Matemáticas sin requerimientos tecnológicos, un vacío frecuente en la literatura regional. Segundo, ofrece un diseño instruccional replicable con instrumentos estandarizados (pruebas situadas unplugged, rúbricas de fidelidad, escala de actitudes) y un pipeline de análisis reproducible previsto para apertura de datos y scripts. La contribución metodológica se concreta en la definición explícita de fidelidad de implementación (FI) y en su uso como moderador de efectos, hallándose que $FI \geq 80\%$ se asocia con mayores ganancias, lo que refuerza la importancia de andamiajes docentes y de la formación específica.

Desde la perspectiva social y de política pública, el enfoque promueve equidad: al prescindir de TIC, no penaliza a estudiantes sin conectividad doméstica y nivela oportunidades dentro del aula. La propuesta se alinea con la priorización curricular en competencias matemáticas y digitales y con las líneas ministeriales de fortalecimiento y renovación curricular; en consecuencia, se perfila como estrategia puente mientras avanzan los planes de dotación y conectividad. El costo marginal bajo de los materiales (cartas, tableros, cuerdas) y la posibilidad de reimpresión local facilitan su escalamiento distrital.

En términos de originalidad, el estudio integra mapas de contenido por grado que vinculan prácticas de PC con objetivos específicos de Matemáticas y operacionaliza evidencias de aprendizaje mediante tareas desconectadas con traza algorítmica observable (pasos, reglas, pruebas por casos). Esta articulación disciplinar, sumada a la evaluación paralela A/B y a la medición de FI, constituye un aporte práctico para equipos técnicos y docentes que buscan intervenciones de alto impacto en contextos de restricción tecnológica.

Se reconocen limitaciones. La asignación por secciones, aunque adecuada para evitar contaminación, no es aleatorización individual; la duración de 10 semanas captura cambios iniciales pero no consolidación; la definición operacional de PC, aun con instrumentos sensibles, puede beneficiarse de modelos de medición más finos (IRT). Asimismo, la generalización es más directa a escuelas rurales de la Costa con características semejantes; su extensión a Sierra y Amazonía requiere ajustes culturales y lingüísticos.

A la luz de los resultados, se derivan implicaciones para práctica y política: (i) institucionalizar microtalleres docentes con foco en modelado, preguntas de sondeo y cierre estructurado; (ii) adoptar rúbricas de FI como parte del monitoreo pedagógico; (iii) conformar bancos públicos de ítems de Matemáticas y PC unplugged con versiones paralelas; (iv) priorizar kits reproducibles y guías de aula listos para uso, con licencias abiertas; y (v) planificar el tránsito unplugged→híbrido cuando haya conectividad, maximizando el retorno de futuras inversiones en TIC.

Finalmente, se plantean líneas de investigación que expanden y profundizan la agenda:

1. Ensayos por oleadas (stepped-wedge) para estimar efectos causales a gran escala y analizar heterogeneidad por docente y escuela.
2. Seguimiento longitudinal (≥ 1 año) para medir persistencia y transferencia lejana (p. ej., a álgebra y modelización).
3. Evaluación de costo-efectividad por punto de ganancia y por desviación estándar, informando decisiones presupuestarias.
4. Modelos de medición avanzados (Rasch/2PL) y validación convergente con tareas digitales cuando estén disponibles, para mejorar comparabilidad entre cohortes.
5. Estudios de subgrupos (género, lengua, brecha digital del hogar) para diseñar trayectorias personalizadas y andamiajes diferenciados.

Conclusión general

El PC unplugged integrado a Matemáticas en EGB rural se presenta como una estrategia efectiva, escalable y equitativa para fortalecer el razonamiento matemático y las



competencias computacionales en contextos con brecha digital. Su adopción, acompañada de formación docente focalizada, monitoreo de fidelidad y recursos abiertos estandarizados, habilita mejoras medibles en corto plazo y sienta las bases para una transición sostenible hacia escenarios híbridos a medida que la infraestructura tecnológica se consolida.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Guamán, D. L., Fuentes Cabrera, E. M., Guamán Pilataxi, N. I., & Verdezoto Paredes, P. R. (2025). Prácticas inclusivas y su impacto en el aprendizaje de estudiantes con discapacidad en instituciones fiscales. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–11. <https://doi.org/10.64747/stkywx58>
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2015). Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Bell, T., Witten, I., & Fellows, M. (2015). *Computer Science Unplugged* (rev. ed.). University of Canterbury. (Para artículos derivados, ver capítulos con DOIs específicos).
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Development of computational thinking skills through unplugged activities in primary school. In *Proceedings of the 12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE '17)* (pp. 65–72). ACM. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>
- Brackmann, C., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A., & Barone, D. (2017). Computational thinking: Study of an educational intervention. 2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 1–8. <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2017.7942874>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Caicedo Sevilla, B. G., Flores De la Cruz, Y. A., Flores Morán, A. de los A., & Vallejo Andrade, C. G. (2025). Inclusión educativa en la educación general básica: estrategias y desafíos para garantizar la equidad escolar en Guayaquil. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–13. <https://doi.org/10.64747/5ksbzy71>
- Calderón, M. E. T. (2025). Desempeño académico y formación técnica en Guayaquil: un análisis desde la educación básica hasta el bachillerato técnico. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–13. <https://doi.org/10.64747/tk2xjq24>
- Chen, P., Gao, L., Ma, Q., Chen, X., & Wang, F. (2023). Fostering computational thinking through unplugged activities: A systematic review and meta-analysis. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 5, 15. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00434-7>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Cumming, G. (2014). The new statistics: Why and how. *Psychological Science*, 25(1), 7–29. <https://doi.org/10.1177/0956797613504966>



- del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, 150, 103832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- García Cabrera, V. A., Guaman Chimbo, M. E., Rea Minchalo, C. B., & Vega Pérez, J. A. (2025). Impacto de los medios tecnológicos en el aprendizaje de estudiantes de educación básica media en contextos urbanos de Ecuador. *Horizonte Científico International Journal*, 3(2), 1–10. <https://doi.org/10.64747/zvkjx362>
- Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6(2), 107–128. <https://doi.org/10.3102/10769986006002107>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 863. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Li, F., Li, Y., & Jin, Y. (2022). The effectiveness of unplugged activities and programming exercises in computational thinking education: A meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27, 11363–11393. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10915-x>
- Merino-Armero, J. M., Espigares, M. J., & Navas-Parejo, M. R. (2022). Unplugged activities in cross-curricular teaching: Effect on engagement and achievement. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(2), 13. <https://doi.org/10.3390/mti6020013>
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M., & Jaccheri, L. (2019). Empirical studies on children's attitudes and motivations during coding activities: A meta-analysis. *Computers in Human Behavior*, 93, 250–277. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.038>
- Relkin, E., de Ruiter, L. E., & Bers, M. U. (2021). TechCheck: Development and validation of an unplugged assessment of computational thinking in early childhood education. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 139–153. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: Uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.2.420>
- Sun, C., Wang, H., & Chen, W. (2024). Debugging in computational thinking: A meta-analysis on interventions. *Journal of Educational Computing Research*, 62(8), 1389–1416. <https://doi.org/10.1177/07356331241227793>
- Virtanen, P., et al. (2020). SciPy 1.0: Fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods*, 17(3), 261–272. <https://doi.org/10.1038/s41592-019-0686-2>
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Whitehead, A. L., Julious, S. A., Cooper, C. L., & Campbell, M. J. (2016). Estimating the sample size for a pilot RCT to minimise the overall trial sample size. *Statistical Methods*



in Medical Research, 25(3), 1057–1073. <https://doi.org/10.1177/0962280215588241>

Conflicto de Intereses: Los autores declaran que no tienen conflictos de intereses relacionados con este estudio y que todos los procedimientos seguidos cumplen con los estándares éticos establecidos por la revista.

Asimismo, confirman que este trabajo es inédito y no ha sido publicado, ni parcial ni totalmente, en ninguna otra publicación

