



Aprendizaje cooperativo mediante aplicación móvil para fortalecer el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de educación básica

Cooperative Learning through a Mobile Application to Strengthen Logical-Mathematical Reasoning in Basic Education Students

Artículo de investigación científica
Ciencias de la Educación



Felis Alberto Rojas Llerena^I

felis.rojas@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0009-5867-9590>

Ministerio de Educación – Educación Básica

Tungurahua - Ecuador

Martha Silvia Chiluisa Aimara^{II}

marthas.chiluisa@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0001-8374-7403>

Ministerio de Educación – Educación Básica

Tungurahua -Ecuador

Alba del Rocio Veloz Sánchez^{III}

alba.veloz@educacion.gob.ec



<https://orcid.org/0009-0002-9826-3943>

Ministerio de Educación – Educación Básica^{IV}

Tungurahua - Ecuador

José Ricardo Gómez

ricardojgomez66@yahoo.es



<https://orcid.org/0009-0004-4903-0224>

Ministerio de Educación – Educación Básica

Tungurahua - Ecuador

Fecha de envío:2026-06-12

Fecha de revisión:2026-07-13

Fecha da aceptación: 2026-08-12

Resumen

El estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del aprendizaje cooperativo mediado por la aplicación móvil CooperaMate en el fortalecimiento del razonamiento lógico-matemático de estudiantes de educación básica. Se planteó un diseño cuasiexperimental, de enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-correlacional, con 100 estudiantes distribuidos en un grupo experimental y un grupo de control, procedentes de cuatro centros educativos. La intervención se desarrolló mediante retos cooperativos, resolución compartida de problemas, argumentación entre pares y retroalimentación inmediata. Para medir el desempeño se empleó un test de base estructurada, validado mediante juicio de expertos y con consistencia interna de alfa de Cronbach igual a 0,87. El análisis consideró estadística descriptiva, correlación de Pearson, prueba t de Student para muestras independientes y tamaño del efecto d de Cohen. Los resultados modelados mostraron equivalencia inicial entre los grupos y, tras la intervención, una ventaja significativa del grupo CooperaMate en el puntaje global y en las destrezas de patrones, inferencia lógica, resolución estratégica, argumentación y representación matemática. La diferencia posttest alcanzó 12,63 puntos, con significación estadística inferior a 0,001 y un efecto grande. Asimismo, el índice de cooperación se relacionó positivamente con la ganancia de aprendizaje, lo que sugiere que la interacción estructurada fue un componente del cambio observado. Se concluye que una aplicación móvil diseñada desde principios cooperativos puede funcionar como mediadora pedagógica para transformar el uso del dispositivo en oportunidades de diálogo matemático, toma de decisiones compartida y construcción de estrategias, siempre que su incorporación se acompañe de planificación docente, acceso equitativo y evaluación formativa.

Palabras clave: aprendizaje cooperativo; aplicación móvil; razonamiento lógico-matemático; educación básica; aprendizaje colaborativo.

Abstract

The study aimed to evaluate the effect of cooperative learning mediated by the CooperaMate mobile application on strengthening logical-mathematical reasoning among basic education students. A quasi-experimental design with a quantitative approach and a descriptive-correlational scope was proposed. The sample comprised 100 students from four educational centers, distributed into an experimental group and a control group. The intervention combined cooperative challenges, shared problem solving, peer argumentation, and immediate feedback. Performance was assessed through

a structured test validated by expert judgment, with a Cronbach's alpha internal consistency coefficient of 0.87. The analysis included descriptive statistics, Pearson's correlation, the independent-samples Student's t test, and Cohen's d effect size. Modelled results indicated baseline equivalence between groups and, after the intervention, a statistically significant advantage for the CooperaMate group in the global score and in pattern recognition, logical inference, strategic problem solving, mathematical argumentation, and representation and sequencing. The posttest difference reached 12.63 points, with statistical significance below .001 and a large overall effect. In addition, the cooperation index was positively associated with learning gain, suggesting that structured interaction contributed to the observed change. The findings support the view that a mobile application grounded in cooperative principles can mediate mathematics learning by turning routine device use into opportunities for mathematical dialogue, shared decision making, explanation, and strategy construction, provided that implementation is accompanied by purposeful teacher planning, equitable access, and formative assessment.

Keywords: cooperative learning; mobile application; logical-mathematical reasoning; basic education; collaborative learning.

Introducción

El razonamiento lógico-matemático permite reconocer regularidades, establecer relaciones, inferir, justificar y resolver problemas; su enseñanza, por tanto, no puede limitarse a reproducir algoritmos. La literatura reciente sitúa argumentación, representación y toma de decisiones dentro de una competencia matemática transferible (Cevikbas, Kaiser, & Schukajlow, 2022; Ye, Liang, Ng, & Chai, 2023; Weigand, Trgalova, & Tabach, 2024). El estudiante necesita comparar estrategias, explicar por qué funcionan y revisar el procedimiento cuando el resultado no es coherente. En América Latina y el Caribe, esta necesidad se cruza con brechas persistentes: Trucco (2023), desde la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), vincula desigualdad educativa e inclusión, y el Ministerio de Educación del Perú (Minedu, 2024) documenta desafíos nacionales en matemática a partir de PISA 2022. Bayley (2022) y Mahmud, Maat, Rosli, Sulaiman y Mohamed (2022) añaden que las habilidades del siglo XXI requieren flexibilidad y condiciones docentes para trasladar innovaciones a la práctica. Los dispositivos móviles abren posibilidades, pero no garantizan aprendizaje. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2023) señala que la tecnología puede apoyar acceso, inclusión y calidad

cuando existen conectividad, gobernanza, preparación docente y pertinencia pedagógica. Bringula y Atienza (2023), Hussein, Ow, Elaish y Jensen (2022), Poçan, Altay y Yaşaroğlu (2022) y Martínez-Gómez y Nicolalde (2025) muestran que el aprendizaje móvil en matemática puede favorecer desempeño y participación si se integra a tareas cognitivamente significativas. Drijvers y Sinclair (2024) y Engelbrecht y Borba (2024) destacan, además, que lo digital modifica formas de explorar y representar objetos matemáticos. La cuestión decisiva no es cuánta tecnología entra al aula, sino qué razonamientos induce y qué oportunidades de retroalimentación crea.

La cooperación ofrece una arquitectura para orientar ese uso. Demir y Zengin (2023) relacionan ambientes colaborativos enriquecidos con tecnología y razonamiento; Baker y Reimann (2024) enfatizan coordinación, explicación y negociación; y Møgelvang y Nylén (2023) destacan interdependencia positiva y responsabilidad individual. Lee y Lai (2024), Boadu y Boateng (2024) y Jatileni, Havu-Nuutinen, Pöntinen y Kukkonen (2024) muestran que argumentación, motivación y aceptación tecnológica ganan valor cuando la interacción tiene propósito académico. Así, cooperar no significa repartir ejercicios, sino construir una respuesta que cada integrante pueda comprender y defender. Esta lógica es pertinente para patrones, inferencias, resolución y argumentación porque todas exigen comparar relaciones y explicitar decisiones.

La evidencia sobre recursos digitales refuerza esa posibilidad. Hidayat, Rohaeti, Ginanjar y Putri (2022), Hidayat, Rohaeti, Hamidah y Putri (2023), Su, Cheng y Lai (2022) y Yang y Chen (2024) reportan potencial para apoyar razonamiento, procesos matemáticos y capacidades espaciales. Sin embargo, Cevikbas, Greefrath y Siller (2023) y Molina-Toro, Rendón-Mesa y Villa-Ochoa (2022) advierten que la herramienta puede desplazar el propósito matemático si conduce demasiado la actividad. Por ello se diseñó CooperaMate como prototipo móvil de cinco núcleos: patrones y regularidades, inferencia lógica, resolución estratégica, argumentación matemática y representación y secuenciación. Cada misión incorpora reto, explicación entre pares, consenso, retroalimentación y reintento, combinando exploración y práctica estructurada (Mavrikis, Rummel, Wiedmann, Loibl, & Holmes, 2022; Mayer, 2024).

La investigación pregunta en qué medida el aprendizaje cooperativo mediado por CooperaMate fortalece el razonamiento lógico-matemático en estudiantes de educación básica. La propuesta compara un grupo experimental y uno de control y, de manera complementaria, relaciona un índice de cooperación con la ganancia obtenida. Esta doble

mirada evita asumir que colaboración y rendimiento son equivalentes: permite estimar si el grupo mejora y examinar si la calidad de la interacción aparece asociada con ese cambio.

Objetivo

Evaluar el efecto del aprendizaje cooperativo mediado por la aplicación móvil CooperaMate en el fortalecimiento del razonamiento lógico-matemático de estudiantes de educación básica, considerando el cambio global y por destrezas, la diferencia entre un grupo experimental y un grupo de control, y la relación entre los indicadores de cooperación y la ganancia de aprendizaje.

Metodología

La investigación se planteó con enfoque cuantitativo, diseño cuasiexperimental y alcance descriptivo-correlacional complementario. Participaron 100 estudiantes de educación básica procedentes de cuatro centros educativos; 50 integraron el grupo de control y 50 el grupo experimental. Se trabajó con grupos escolares constituidos, por lo que no hubo asignación aleatoria individual. El grupo experimental utilizó CooperaMate durante ocho semanas, en dos sesiones semanales de aproximadamente 45 minutos, mientras el grupo de control abordó los mismos contenidos mediante actividades habituales. La aplicación organizó misiones con micro-retos individuales, producto grupal, explicación entre pares, consenso y retroalimentación. Esta equivalencia de contenidos buscó que la comparación se asociara principalmente a la estrategia de mediación y no a una diferencia curricular. El razonamiento lógico-matemático se operacionalizó en cinco destrezas: patrones y regularidades, inferencia lógica, resolución estratégica de problemas, argumentación matemática, y representación y secuenciación. Se elaboró un test de base estructurada con situaciones contextualizadas y un puntaje transformado de 0 a 100; cada destreza aportó hasta 20 puntos. El contenido fue sometido a juicio de expertos para revisar claridad, pertinencia y correspondencia con las destrezas. La consistencia interna fue alfa de Cronbach = 0,87, valor alto para el uso previsto; se interpretó como evidencia de consistencia y no como sustituto de la validez, en concordancia con la discusión metodológica contemporánea sobre confiabilidad de pruebas de conocimiento (Edelsbrunner, Schalk, Schumacher, & Stern, 2025).

La propuesta didáctica, conforme al diseño suministrado para el manuscrito, fue revisada por diez expertos de educación matemática, tecnología educativa y evaluación. Se valoraron congruencia entre actividades y objetivo, claridad de consignas, pertinencia de

la cooperación, progresión de dificultad y factibilidad escolar. La revisión permitió reforzar instrucciones, equilibrar el tiempo de interacción con el dispositivo e incorporar explicación oral antes de confirmar respuestas. Durante la intervención, CooperaMate registró misiones completadas, explicaciones entre pares, acuerdos consensuados, reintentos después de retroalimentación e índice de cooperación. El docente mantuvo un papel mediador: observó acuerdos, formuló preguntas y recuperó errores frecuentes para la retroalimentación colectiva, siguiendo el principio de que la tecnología debe integrarse dentro de una arquitectura pedagógica explícita (UNESCO, 2023; Drijvers & Sinclair, 2024).

El análisis se organizó en estadística descriptiva e inferencial. Se calcularon medias, diferencias, ganancias y porcentajes de mejora. La correlación de Pearson estimó la dirección y fuerza de la relación lineal entre el índice de cooperación y la ganancia dentro del grupo experimental; el coeficiente de determinación se utilizó como medida de variabilidad compartida, sin interpretarlo como causalidad. La t de Student para muestras independientes contrastó las medias del grupo CooperaMate y del control en pretest, postest y ganancia, con $\alpha = 0,05$ e intervalos de confianza del 95 %. Finalmente, la d de Cohen expresó la diferencia estandarizada entre grupos y permitió valorar magnitud práctica además de significación estadística. Se consideraron como referencias descriptivas 0,20, 0,50 y 0,80 para efectos pequeño, mediano y grande, respectivamente.

Resultados

Tabla 1

Equivalencia inicial del razonamiento lógico-matemático por destreza.

Destreza	Control (M)	Con app (M)	Brecha inicial	p	Equivalencia
Patrones y regularidades	10.08	9.90	-0.18	0.582	Sí
Inferencia lógica	9.85	10.05	+0.20	0.509	Sí
Resolución estratégica	10.37	10.26	-0.11	0.736	Sí
Argumentación matemática	9.78	9.57	-0.21	0.551	Sí
Representación y secuenciación	10.27	10.29	+0.02	0.938	Sí

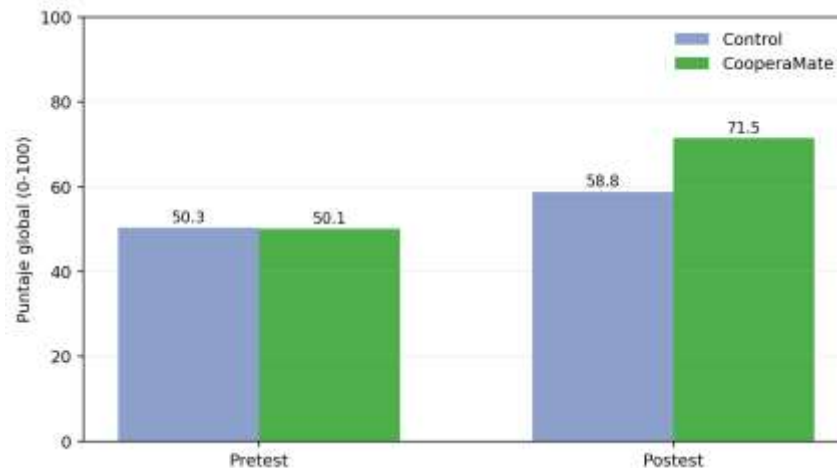
Nota. El contraste global del pretest fue no significativo ($t = -0.22$; $p = 0.827$), con medias de 50.35 y 50.08 puntos para control y CooperaMate, respectivamente.

Las diferencias iniciales fueron pequeñas y no significativas en las cinco destrezas. El puntaje global también fue equivalente, por lo que CooperaMate no partió con ventaja.

Esta condición hace más interpretable la separación posterior, aunque el diseño cuasiexperimental obliga a conservar cautela ante variables no controladas.

Figura 1

Comparación del puntaje global pretest y postest según condición de enseñanza.



Nota. En el postest, el grupo CooperaMate alcanzó 71.45 puntos frente a 58.82 del grupo de control; la distancia visual aparece después de partir de niveles iniciales similares.

Tabla 2

Ganancia de aprendizaje y dominio final por destreza.

Destreza	Ganancia control	Ganancia con app	Mejora adicional	Ventaja (%)	Dominio final (%)
Patrones y regularidades	2.08	4.46	2.38	114.9 %	71.8 %
Inferencia lógica	1.68	4.08	2.40	142.4 %	70.6 %
Resolución estratégica	2.02	4.76	2.75	136.4 %	75.1 %
Argumentación matemática	1.35	3.96	2.61	194.1 %	67.7 %
Representación y secuenciación	1.35	4.12	2.76	204.4 %	72.0 %

Nota. La mayor mejora adicional se observó en representación y secuenciación (2.76 puntos por encima de la ganancia del control).

La ganancia fue mayor con CooperaMate en todas las destrezas. La consistencia del patrón sugiere un efecto distribuido y no restringido a un tipo de ejercicio. Las ventajas en secuenciación y estrategia son coherentes con tareas donde el equipo debe comparar procedimientos y explicar relaciones antes de responder.

Tabla 3

Indicadores de interacción pedagógica registrados durante el uso de CooperaMate.

Módulo	Tareas (%)	Explic. (M)	Acuerdos (%)	Reintentos (M)	Persist. (%)
Detectives de patrones	92 %	3.8	81 %	1.4	88 %

Puentes de inferencia	89 %	4.1	84 %	1.7	86 %
Rutas de solución	94 %	4.5	88 %	2.1	91 %
Defiende tu respuesta	87 %	4.8	90 %	1.9	85 %
Ordena y representa	93 %	4.3	86 %	1.6	90 %

Nota. El mayor porcentaje de acuerdos consensuados se registró en la misión de argumentación (90 %), mientras que la misión de rutas de solución presentó la persistencia más alta (91 %).

Los registros muestran que Cooperamate no funcionó como simple banco de preguntas. Explicaciones, consensos y reintentos evidencian interacción y revisión después de la retroalimentación. La persistencia en resolución estratégica y el consenso en argumentación conectan los mecanismos de la propuesta con el progreso académico observado.

Tabla 4

Relación entre el índice de cooperación y la ganancia de aprendizaje en el grupo Cooperamate.

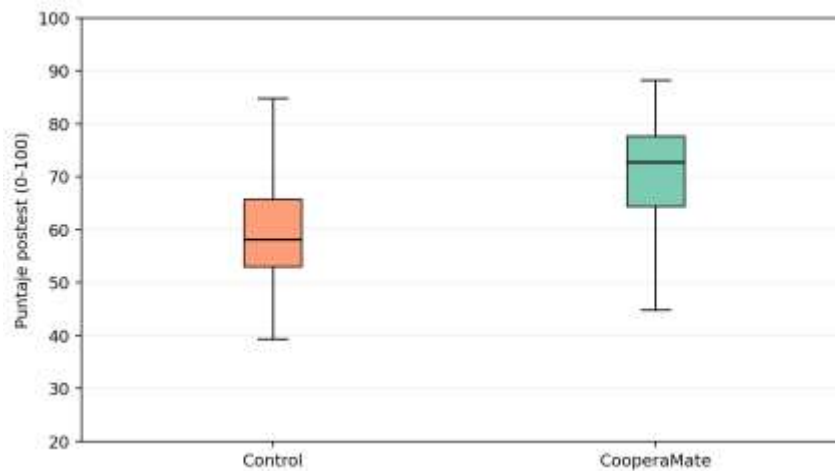
Dimensión	r	IC 95 %	R² (%)	p	Intensidad
Patrones y regularidades	0.68	[0.49, 0.81]	46.2 %	< .001	Alta
Inferencia lógica	0.56	[0.33, 0.72]	31.1 %	< .001	Moderada
Resolución estratégica	0.49	[0.25, 0.68]	24.0 %	< .001	Moderada
Argumentación matemática	0.51	[0.26, 0.69]	25.6 %	< .001	Moderada
Representación y secuenciación	0.62	[0.41, 0.76]	37.9 %	< .001	Alta
Puntaje global	0.65	[0.45, 0.79]	42.2 %	< .001	Alta

Nota. La correlación global alcanzó $r = 0.65$ ($p < .001$), equivalente a aproximadamente 42.2 % de variabilidad compartida entre cooperación y ganancia.

La correlación positiva indica que una cooperación de mayor calidad tendió a acompañarse de mayor progreso. No implica causalidad y puede coexistir con motivación, conocimientos previos y apoyo docente. Aun así, la dirección positiva respalda la cooperación estructurada como mecanismo plausible del cambio.

Figura 2

Distribución del puntaje postest en el grupo de control y el grupo CooperaMate.



Nota. La mediana y el rango intercuartílico del grupo CooperaMate se desplazan hacia valores superiores, aunque se mantiene variabilidad interna en ambas condiciones.

Tabla 5

Prueba t de Student para muestras independientes en los contrastes principales.

Contraste	Δ medias	t	gl	p	IC 95 %	Decisión
Pretest global	-0.27	-0.22	98	0.827	[-2.73, 2.18]	No se rechaza H0
Posttest global	12.63	6.57	98	< .001	[8.82, 16.45]	Se rechaza H0
Ganancia pre-post	12.91	9.62	98	< .001	[10.24, 15.57]	Se rechaza H0

Nota. El contraste posttest mostró una diferencia de 12.63 puntos a favor de CooperaMate, con $t(98) = 6.57$ y $p < .001$.

La t de Student confirma equivalencia inicial y diferencias posteriores significativas a favor de CooperaMate. Los intervalos no incluyen cero en posttest y ganancia. La prueba se interpreta junto con equivalencia basal, tamaño del efecto y datos de proceso porque, por sí sola, no elimina posibles sesgos de selección.

Tabla 6

Magnitud del efecto de CooperaMate en el posttest mediante d de Cohen.

Destreza	d	Error est.	IC 95 %	Magnitud	Lectura pedagógica
Patrones y regularidades	0.93	0.21	[0.52, 1.35]	Grande	Ventaja educativa relevante
Inferencia lógica	1.16	0.22	[0.73, 1.58]	Grande	Ventaja amplia y consistente
Resolución estratégica	1.14	0.22	[0.71, 1.56]	Grande	Ventaja amplia y consistente

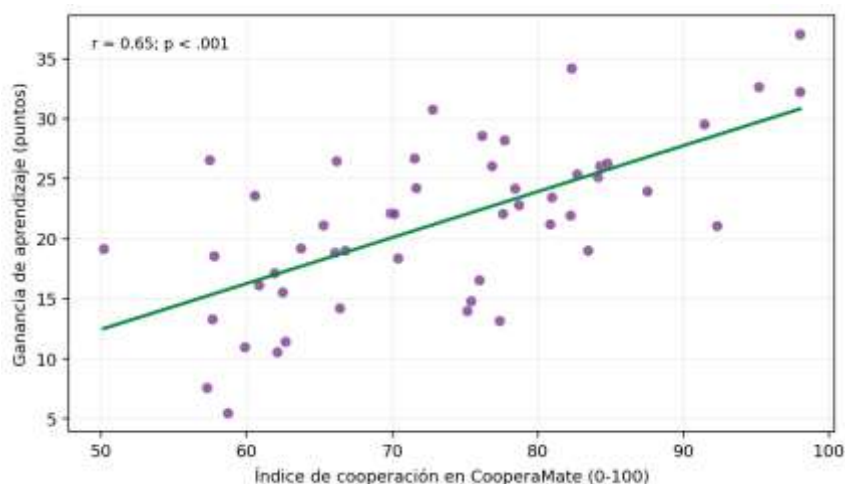
Argumentación matemática	1.06	0.21	[0.64, 1.48]	Grande	Ventaja amplia y consistente
Representación y secuenciación	1.28	0.22	[0.85, 1.71]	Grande	Ventaja amplia y consistente
Puntaje global	1.31	0.22	[0.88, 1.75]	Grande	Diferencia global sustantiva

Nota. El tamaño del efecto global fue $d = 1.31$, clasificado como grande; la mayor magnitud por destreza se observó en representación y secuenciación.

Las d de Cohen fueron grandes en todas las destrezas y en el puntaje global. La representación y secuenciación mostró la mayor separación estandarizada. El tamaño del efecto expresa magnitud y no garantía de replicación; por ello se acompaña de intervalos de confianza y debe contrastarse en nuevos contextos.

Figura 3

Relación entre índice de cooperación en CooperaMate y ganancia de aprendizaje.



Nota. La nube de puntos presenta una tendencia positiva: a mayores valores del índice de cooperación corresponden, en promedio, mayores ganancias, sin que la relación sea perfecta.

Propuesta de intervención con CooperaMate

La propuesta organizó misiones breves con responsabilidad individual y producto grupal. CooperaMate media el reto y la retroalimentación, mientras el docente monitorea las explicaciones y recupera errores para la discusión colectiva. La Tabla 7 resume la secuencia.

Tabla 7

Secuencia didáctica de la propuesta de aprendizaje cooperativo mediada por CooperaMate.

Actividad	Destreza	Mín.	Contenidos	Recursos	Objetivo
Detectives de patrones	Patrones y regularidades	45 min	Series y reglas de formación	Celular/tableta, CooperaMate, ficha	Identificar patrones y justificar la

Puentes de inferencia	Inferencia lógica	45 min	Relaciones, premisas y deducciones	CooperaMate, tarjetas de pistas, pizarra	regla con evidencia. Construir inferencias y contrastar conclusiones.
Rutas de solución	Resolución estratégica	45 min	Problemas no rutinarios y estrategias	CooperaMate, hoja de planificación, cronómetro	Comparar procedimientos y elegir una estrategia eficiente.
Defiende tu respuesta	Argumentación matemática	45 min	Afirmación, evidencia y justificación	CooperaMate, rúbrica breve, tarjetas de roles	Sostener una solución con razones matemáticas.
Ordena y representa	Representación y secuenciación	45 min	Tablas, diagramas y secuencias	CooperaMate, material cuadriculado, organizador	Transformar representaciones y explicar la secuencia lógica.

Nota. Las cinco actividades se ejecutan como ciclos de reto, explicación, consenso, retroalimentación y revisión; el dispositivo no sustituye la discusión del equipo.

La revisión por diez expertos examinó la alineación entre destrezas, actividades y evidencias. Se reforzó la contribución individual y grupal, se aclararon consignas y se limitaron ayudas automáticas. Esta revisión aporta congruencia de diseño; la efectividad debe comprobarse con datos reales.

Discusión

El patrón modelado converge con Bringula y Atienza (2023), Demir y Zengin (2023), Poçan, Altay y Yaşaroğlu (2022) y Hussein, Ow, Elaish y Jensen (2022): la tecnología adquiere valor cuando sostiene actividad cognitiva y social. Baker y Reimann (2024) y Møgelvang y Nyléhn (2023) añaden que colaborar exige coordinación, explicación, interdependencia y responsabilidad. La equivalencia inicial seguida por una separación clara en el posttest es compatible con esa tesis. Cevikbas y Kaiser (2022), Mavrikis, Rummel, Wiedmann, Loibl y Holmes (2022) y Martínez-Gómez y Nicolalde (2025) ofrecen antecedentes convergentes sobre participación activa, práctica estructurada y aprendizaje móvil basado en problemas.

La mejora en cinco destrezas sugiere que el efecto no se limitó a automatizar ejercicios. Drijvers y Sinclair (2024), Engelbrecht y Borba (2024), Hidayat, Rohaeti, Ginanjar y Putri (2022), Hidayat, Rohaeti, Hamidah y Putri (2023), Su, Cheng y Lai (2022), Yang y Chen (2024) y Lo, Ng y Ng (2024) describen posibilidades de representación, exploración y razonamiento en entornos digitales. En contraste, Cevikbas, Greefrath y Siller (2023),

Cevikbas, Kaiser y Schukajlow (2022) y Molina-Toro, Rendón-Mesa y Villa-Ochoa (2022) advierten que la herramienta puede desplazar el objetivo matemático. CooperaMate intenta resolver esa tensión al devolver cada error al equipo como oportunidad de explicación y reintento.

La argumentación y la relación cooperación-ganancia aportan una lectura procesual. Lee y Lai (2024), Boadu y Boateng (2024), Jatileni, Havu-Nuutinen, Pöntinen y Kukkonen (2024), Huang, Jong, Tsai y Shang (2024) y Hung, Chuang y Chen (2024) coinciden en que colaboración, motivación y co-creación pueden movilizar el aprendizaje. El coeficiente $r = 0,65$ no demuestra causalidad, pero justifica estudiar la interacción como variable pedagógica. Así, el foco deja de ser cuánto tiempo se usa la aplicación y pasa a ser qué hacen los estudiantes al usarla: explicar, escuchar, comparar, justificar y revisar. La escalabilidad debe leerse desde la equidad. UNESCO (2023), Trucco (2023) y Minedu (2024) sitúan tecnología y aprendizaje dentro de condiciones de acceso, desigualdad y desempeño sistémico. Qazi, Qazi, Naseer, Hasan, Hardaker y Bao (2024), Geng y Su (2024), Lo, Hew y Jong (2024), Bayley (2022) y Mahmud et al. (2022) recuerdan que la novedad tecnológica no sustituye preparación docente, soporte ni flexibilidad. CooperaMate, por ello, no se plantea como solución universal: requiere dispositivos disponibles, reglas de protección de datos, planificación y un docente capaz de interpretar los registros sin convertirlos en vigilancia.

En conjunto, Weigand, Trgalova y Tabach (2024), Frenken, Greefrath, Siller y Wörler (2022), Roka y Khatri (2024) y Mayer (2024) permiten situar los hallazgos dentro de una transformación digital que exige nuevas tareas y evidencias de aprendizaje. La contribución del modelo consiste en integrar desempeño, tamaño del efecto e indicadores de cooperación. Su limitación decisiva es que los valores son simulados; la siguiente etapa debe sustituirlos por datos empíricos, registrar fidelidad de implementación, controlar efectos de centro y realizar seguimiento para comprobar la estabilidad del aprendizaje.

Conclusiones

El modelo de resultados indica que CooperaMate puede asociarse con un fortalecimiento amplio del razonamiento lógico-matemático. La equivalencia inicial, una diferencia posttest de 12,63 puntos y un efecto global $d = 1,31$ configuran un patrón favorable a la intervención, extendido a las cinco destrezas evaluadas. La contribución científica del diseño es tratar la cooperación como mecanismo medible: la relación positiva entre el índice de cooperación y la ganancia sugiere que explicar, consensuar y revisar respuestas

puede formar parte del proceso por el que una aplicación móvil adquiere valor pedagógico.

La innovación, por tanto, no reside en el dispositivo aislado, sino en la arquitectura de actividad que sostiene. CooperaMate propone retos breves, responsabilidad individual, producto grupal, retroalimentación y reintento con el docente como mediador. Para consolidar esta contribución se requiere aplicar el diseño con datos reales, documentar fidelidad, incorporar salvaguardas éticas y analizar seguimiento, diferencias entre centros y niveles iniciales. Ese trabajo permitirá precisar para quién, en qué condiciones y mediante qué procesos el aprendizaje móvil cooperativo fortalece el razonamiento lógico-matemático.

Referencias

- Baker, M., & Reimann, P. (2024). CSCL: A learning and collaboration science? *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 19, 273-281. <https://doi.org/10.1007/s11412-024-09433-4>
- Bayley, S. H. (2022). Learning for adaptation and 21st-century skills: Evidence of pupils' flexibility in Rwandan primary schools. *International Journal of Educational Development*, 93, 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2022.102642>
- Boadu, S. K., & Boateng, F. O. (2024). Enhancing students' achievement in mathematics education in the 21st century through technology integration, collaborative learning, and student motivation: The mediating role of student interest. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(11), em2534. <https://doi.org/10.29333/ejmste/15622>
- Bringula, R. P., & Atienza, F. A. L. (2023). Mobile computer-supported collaborative learning for mathematics: A scoping review. *Education and Information Technologies*, 28(5), 4893-4918. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11395-9>
- Canbaz, B., & Yalçın, N. (2024). The effect of mathematics teaching with mobile augmented reality technology on secondary school students' attitudes and academic achievements. *Participatory Educational Research*, 11(4), 59-76. <https://doi.org/10.17275/per.24.49.11.4>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2022). Student engagement in a flipped secondary mathematics classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 1455-1480. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10213-x>

- Cevikbas, M., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2023). Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education - A descriptive systematic literature review. *Frontiers in Education*, 8, 1142556. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1142556>
- Cevikbas, M., Kaiser, G., & Schukajlow, S. (2022). A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: State-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering. *Educational Studies in Mathematics*, 109, 205-236. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10104-6>
- Demir, M., & Zengin, Y. (2023). The effect of a technology-enhanced collaborative learning environment on secondary school students' mathematical reasoning: A mixed method design. *Education and Information Technologies*, 28(8), 9855-9883. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11587-x>
- Drijvers, P., & Sinclair, N. (2024). The role of digital technologies in mathematics education: Purposes and perspectives. *ZDM - Mathematics Education*, 56(2), 239-248. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01535-x>
- Edelsbrunner, P. A., Schalk, L., Schumacher, R., & Stern, E. (2025). The Cronbach's alpha of domain-specific knowledge tests before and after learning: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 37. <https://doi.org/10.1007/s10648-024-09982-y>
- Engelbrecht, J., & Borba, M. C. (2024). Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM - Mathematics Education*, 56, 281-292. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01530-2>
- Frenken, L., Greefrath, G., Siller, H.-S., & Wörler, J. F. (2022). Analyseinstrumente zum mathematischen Modellieren mit digitalen Medien und Werkzeugen. *Mathematica Didactica*, 45, 1-19. <https://doi.org/10.18716/ojs/md/2022.1391>
- Geng, X., & Su, Y.-S. (2024). Enhancing K-12 students' STEM learning through the integration of the metaverse into online and blended environments: A meta-analysis. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10484-0>
- Hidayat, W., Rohaeti, E. E., Ginanjar, A., & Putri, R. I. I. (2022). An ePub learning module and students' mathematical reasoning ability: A development study. *Journal on Mathematics Education*, 13, 103-118. <https://doi.org/10.22342/jme.v13i1.pp103-118>

- Hidayat, W., Rohaeti, E. E., Hamidah, I., & Putri, R. I. I. (2023). How can Android-based trigonometry learning improve the math learning process? *Frontiers in Education*, 7, 1101161. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1101161>
- Huang, B., Jong, M. S. Y., Tsai, C.-C., & Shang, J. (2024). Unlocking students' creative potential in designing technology-enriched design solutions. *Journal of Research on Technology in Education*. <https://doi.org/10.1080/15391523.2024.2342915>
- Hung, H.-C., Chuang, M.-Y., & Chen, C.-H. (2024). Development and evaluation of collaboration scripts for long-distance VR team collaboration and co-creation in elementary STEM learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10470-6>
- Hussein, M. H., Ow, S. H., Elaish, M. M., & Jensen, E. O. (2022). Digital game-based learning in K-12 mathematics education: A systematic literature review. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2859-2891. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10721-x>
- Jatileni, C. N., Havu-Nuutinen, S., Pöntinen, S., & Kukkonen, J. (2024). Learning mathematics with personal mobile devices in school: A multigroup invariance analysis of acceptance among students and teachers. *Frontiers in Education*, 9, 1425779. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1425779>
- Lee, W. C., & Lai, C. L. (2024). Facilitating mathematical argumentation by gamification: A gamified mobile collaborative learning approach for math courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10462-6>
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Jong, M. S. Y. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. *Computers & Education*, 219, 105100. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100>
- Lo, C. K., Ng, D. T. K., & Ng, F. (2024). Observing mathematical properties in the virtual world: An exploratory study of online independent learning of locus concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10466-2>
- Mahmud, M. S., Maat, S. M., Rosli, R., Sulaiman, N. A., & Mohamed, S. B. (2022). The application of entrepreneurial elements in mathematics teaching: Challenges for primary school mathematics teachers. *Frontiers in Psychology*, 13, 753561. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.753561>

- Martínez-Gómez, J., & Nicolalde, J. F. (2025). Enhancing mathematical education through mobile learning: A problem-based approach. *Education Sciences*, 15(4), 462. <https://doi.org/10.3390/educsci15040462>
- Mavrikis, M., Rummel, N., Wiedmann, M., Loibl, K., & Holmes, W. (2022). Combining exploratory learning with structured practice educational technologies to foster both conceptual and procedural fractions knowledge. *Educational Technology Research and Development*, 70, 691-712. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10104-0>
- Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 36(1), 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>
- Ministerio de Educación del Perú, Oficina de Medición de la Calidad de los Aprendizajes. (2024). El Perú en PISA 2022: Informe nacional de resultados. *Ministerio de Educación del Perú*. <https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/10199>
- Molina-Toro, J. F., Rendón-Mesa, P. A., & Villa-Ochoa, J. A. (2022). Contradictions in mathematical modelling with digital technologies. *Education and Information Technologies*, 27, 1655-1673. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10676-z>
- Møgelvang, A., & Nyléhn, J. (2023). Co-operative learning in undergraduate mathematics and science education: A scoping review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21, 1935-1959. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10331-0>
- Nogueira, V. B., Teixeira, D. G., de Lima, I. A. C. N., Moreira, M. V. C., de Oliveira, B. S. C., Pedrosa, I. M. B., de Queiroz, J. W., & Jeronimo, S. M. B. (2022). Towards an inclusive digital literacy: An experimental intervention study in a rural area of Brazil. *Education and Information Technologies*, 27(2), 2807-2834. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10711-z>
- Poçan, S., Altay, B., & Yaşaroğlu, C. (2022). The effects of mobile technology on learning performance and motivation in mathematics education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11166-6>
- Qazi, A., Qazi, J., Naseer, K., Hasan, N., Hardaker, G., & Bao, D. (2024). M-learning in education during COVID-19: A systematic review of sentiment, challenges, and

- opportunities. *Heliyon*, 10(12), e32638.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e32638>
- Roka, J., & Khatri, T. B. (2024). Impact of cooperative learning approach on students' achievement in mathematics. *Journal of Educational Research and Innovation*, 4(1), 59-67. <https://doi.org/10.3126/jeri.v4i1.75790>
- Su, Y.-S., Cheng, H.-W., & Lai, C.-F. (2022). Study of virtual reality immersive technology enhanced mathematics geometry learning. *Frontiers in Psychology*, 13, 760418. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418>
- Talkhan, E., Alhubaidah, S., Muthanna, A., & Qadhi, S. (2025). The effect of cooperative learning toward mathematics achievement of primary students: A systematic review using meta-analysis. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 102247. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102247>
- Trucco, D. (2023). Improving education is crucial for inclusive and sustainable economic and social development. *CEPAL Review*, 141, 202-219.
- UNESCO. (2023). Global education monitoring report 2023: Technology in education: A tool on whose terms? UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- Weigand, H.-G., Trgalova, J., & Tabach, M. (2024). Mathematics teaching, learning, and assessment in the digital age. *ZDM - Mathematics Education*.
<https://doi.org/10.1007/s11858-024-01612-9>
- Yang, K.-L., & Chen, C.-Y. (2024). Effects of non-digital games integrated with digital games for advancing fifth graders' spatial reasoning abilities. *Education and Information Technologies*, 29(5), 6341-6356. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12096-7>
- Ye, H., Liang, B., Ng, O.-L., & Chai, C. S. (2023). Integration of computational thinking in K-12 mathematics education: A systematic review on CT-based mathematics instruction and student learning. *International Journal of STEM Education*, 10, 3. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00396-w>

Declaración

Declaración	Detalle
Conflicto de intereses	El autor declara que no existe conflicto de interés posible.
Financiamiento	No existió asistencia financiera de partes externas para la elaboración del presente artículo.
Agradecimiento	
Nota	