

CAPÍTULO 22.

ESTRATEGIAS DE AULA PARA LA ENSEÑANZA DE LA COMPETENCIA MATEMÁTICA EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA RURAL DE CAJAMARCA: EVIDENCIA Y BRECHAS DESDE LA REVISIÓN DE INVESTIGACIONES LOCALES

Mery Luz Rojas Aire¹

RESUMEN

Este capítulo de revisión narrativa sistematiza la evidencia local (2010-2023) sobre estrategias de aula que desarrollan la competencia matemática en la educación primaria rural de Cajamarca. A partir de 18 estudios se identifican seis estrategias eficaces: resolución de problemas contextualizados, etnomatemática, material concreto low-cost, aprendizaje cooperativo multigrado, TIC offline y enfoque bilingüe castellano-quechua. Trece investigaciones reportan mejoras significativas en rendimiento y actitud hacia la matemática, con tamaños del efecto 0,4-1,1 cuando se combinan contextualización, cooperativo y manipulativos. Sin embargo, predominan diseños pre-experimentales, ausencia de seguimiento longitudinal y escasa atención al género y validación cultural de instrumentos. Se concluye que la articulación entre saberes escolares y saberes locales rurales es una vía viable y sostenible para cerrar brechas de aprendizaje, pero se requieren ensayos controlados, formación docente continua e incorporación curricular de situaciones agrícolas y artesanales.

Palabras clave: competencia matemática, educación primaria rural, estrategias contextualizadas, etnomatemática, revisión narrativa.

INTRODUCCIÓN

La competencia matemática constituye uno de los pilares formativos para la ciudadanía del siglo XXI: permite interpretar datos, tomar decisiones razonadas y comprender fenómenos cotidianos (OECD, 2021). En el Perú, su desarrollo temprano es predictor del éxito escolar posterior y de la inserción laboral de calidad (Cueto et al., 2020). Sin embargo, los aprendizajes de matemática de los estudiantes rurales continúan por debajo de la media nacional: ERCE 2019 ubica a la ruralidad peruana 54 puntos bajo la media urbana, mientras que Evaluna 2022 revela que solo el 28 % de escolares de primaria rural alcanza niveles satisfactorios en número y operaciones (MINEDU, 2022). Cajamarca, región andina donde el 62 % de las instituciones educativas primarias son rurales, reproduce esta brecha: el 41 % de sus escolares de quinto grado no alcanza el nivel mínimo en matemática (UMC, 2021).

La ruralidad cajamarquina presenta condiciones particulares que complejizan la enseñanza: aulas multigrado con hasta cuatro grados simultáneos, uso simultáneo de castellano y quechua, escasez de material didáctico y docentes con formación pedagógica generalista (Alcántara & Zavala, 2022). A la vez, alberga saberes matemáticos ligados a la agricultura de ladera, la ganadería y la artesanía textil que rara vez se articulan con el currículo escolar (Aponte, 2019).

Desde la política educativa, el enfoque por competencias plantea que el estudiante resuelva problemas de su entorno utilizando conocimientos, procedimientos y actitudes matemáticas (MINEDU, 2018). Esta visión dialoga con el aprendizaje situado que, a la manera de Lave y Wenger (2019), postula que la cognición se construye en la participación auténtica en prácticas comunitarias. En contextos rurales, la etnomatemática ofrece un puente entre saberes escolares y culturales al reconocer que contar semillas de haba, medir terrenos con pasos o tejer patrones geométricos implican saberes matemáticos legítimos (D'Ambrosio, 2018; Rosa & Orey, 2021). Bishop (2020) amplía esta mirada al señalar que todas las culturas desarrollan seis

actividades matemáticas universales: contar, medir, localizar, diseñar, jugar y explicar. Estudios recientes en la sierra peruana muestran que estrategias didácticas como la resolución de problemas contextualizados, el uso de material concreto semántico (semillas, regletas rurales) y el trabajo cooperativo en pares multigrado incrementan el rendimiento matemático y la autoeficacia de los estudiantes (Sánchez & Toribio, 2021; Vilca & Mendoza, 2022).

No obstante, la producción local sobre estas experiencias permanece dispersa en tesis, informes de proyectos y artículos de difusión limitada, sin una síntesis que oriente la política pedagógica regional. Esta carencia dificulta identificar qué estrategias han demostrado mayor efectividad, en qué condiciones y qué vacíos de investigación priorizar.

El presente artículo de revisión narrativa se propone sistematizar la evidencia empírica generada entre 2010 y 2023 sobre estrategias de aula que promueven la competencia matemática en la educación primaria rural de Cajamarca, e identificar brechas que guíen futuras investigaciones. Para ello se formulan tres preguntas: ¿Qué estrategias de aula han sido documentadas en investigaciones locales? ¿Qué efectos sobre la competencia matemática reportan? ¿Qué brechas metodológicas o temáticas existen?

METODOLOGÍA

La presente investigación adoptó un diseño de revisión narrativa orientado a cartografiar y sintetizar hallazgos cualitativos y cuantitativos generados sobre estrategias de aula que promueven la competencia matemática en la educación primaria rural de Cajamarca. Esta modalidad permite integrar evidencia dispersa y ofrecer un panorama interpretativo útil para la toma de decisiones pedagógicas (Ferrari, 2021). A diferencia de las revisiones sistemáticas que buscan efectos promedio, la narrativa privilegia la amplitud

temática y la profundización en contextos específicos (Grant & Booth, 2019).

Fuentes de búsqueda

Se implementó una estrategia triple: (a) repositorios nacionales abiertos —Cybertesis (UNMSM), RIUNA (UNA), REDIB, Scielo Perú, repositorios institucionales de la Universidad Nacional de Cajamarca y de la Universidad Privada del Norte—; (b) bases internacionales de libre acceso —Google Scholar y ERIC, filtrando con el término “Cajamarca”—; y (c) literatura gris producida entre 2010 y 2023 por la Dirección Regional de Educación (DRE) Cajamarca, el Programa Nacional de Educación Inicial (PRONOEI) y ONG locales que ejecutan programas de mejoramiento de la matemática. Esta combinación buscó reducir el sesgo de publicación propio de revistas indexadas (Godin et al., 2020).

Estrategia de búsqueda

Se construyeron bloques descriptores en español e inglés combinados con operadores booleanos. Ejemplo aplicado en Google Scholar y ERIC:

(“estrategias didácticas” OR “metodología activa” OR “resolución de problemas” OR “etnomatemática”) AND (“matemática” OR “competencia matemática”) AND (“educación primaria” OR “primaria rural” OR “multigrado”) AND (“Cajamarca”). Además, se realizó búsqueda manual en tesis impresas de la biblioteca central de la Universidad Nacional de Cajamarca y se contactó a autores de resúmenes de congreso para acceder a textos completos.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron estudios empíricos o experiencias sistematizadas que: (a) hubieran trabajado con estudiantes de 6-12 años de instituciones rurales de Cajamarca; (b) documentaran estrategias implementadas en el aula de matemática; (c) presentaran al menos una medición —cualitativa o cuantitativa— de competencia matemática; y (d) estuvieran escritos en español y publicados entre 2010 y 2023. Se excluyeron investigaciones de nivel

secundario o urbana, trabajos de opinión sin datos de aula, y aquellos en los que el contexto rural cajamarquino no pudiera claramente identificarse.

Proceso de selección

La Figura 1 (flujo PRISMA adaptado) muestra la secuencia: identificación ($n = 312$), depuración de duplicados ($n = 254$), cribado de título y resumen ($n = 84$ elegibles), lectura de texto completo y aplicación de criterios ($n = 28$ finales). Las discrepancias entre revisores se resolvieron por consenso y, cuando persistían, se consultó a un tercer investigador (Moher et al., 2021).

Extracción y síntesis

Se diseñó una ficha de extracción validada en piloto con cinco artículos que incluía: autor-año, muestra, nivel de primaria, descripción de la estrategia, duración de la intervención, diseño metodológico, instrumentos de medición, resultados clave sobre competencia matemática y limitaciones declaradas. La síntesis narrativa siguió las fases propuestas por Popay et al. (2020): (a) desarrollo de temas preliminares a partir de la tipología de estrategias; (b) tabulación de resultados para explorar dirección y magnitud de efectos; (c) análisis crítico de la calidad metodológica mediante la herramienta Mixed Methods Appraisal Tool (MMAT 2018); y (d) integración interpretativa que contrasta hallazgos locales con la literatura internacional sobre educación matemática rural. Esta combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas permitió superar la heterogeneidad de diseños sin recurrir a meta-análisis (Stern et al., 2022).

Consideraciones éticas

Al tratarse de una revisión de fuentes secundarias no se requirió aprobación de comité de ética; no obstante, se garantizó la citación adecuada y se solicitó permiso a autores cuando se reprodujeron cuadros o instrumentos no publicados.

RESULTADOS

De los 312 registros inicialmente identificados, 28 cumplieron los criterios de inclusión; tras depurar textos sin datos recuperables, el corpus final quedó integrado por 18 estudios publicados entre 2010 y 2023. La mitad fueron tesis de maestría (50 %), seguidas de artículos en revistas locales o nacionales (28 %) e informes técnicos de ONG o la DRE-Cajamarca (22 %). El tamaño muestral osciló entre 12 y 120 estudiantes (mediana = 34) y solo tres investigaciones emplearon diseños cuasi-experimentales con grupo control (Cohen $d = 0,42-1,08$), mientras que el resto recurrió a enfoques cuasi-experimentales sin control, descriptivos o estudios de caso (Figueroa, 2022).

Tipologías de estrategias

Seis estrategias predominan:

- Resolución de problemas contextualizados –diez trabajos– que integran situaciones de agricultura de ladera, comercialización de lácteos y cálculo de telares (Aponte & Soto, 2021).
- Etnomatemática –ocho estudios– centrada en juegos como el trompo y la cuerda, danzas de la zamacueca y patrones textiles que visibilizan simetría y fracciones (Rojas, 2020).
- Material concreto manipulativo –siete experiencias– que emplean semillas de haba, regletas rurales de madera, abacos confeccionados con semillas de choloque y balanzas de bambú (Salazar, 2019).
- Aprendizaje cooperativo en multigrado –seis informes– con organización de pares tutorados y micro-talleres rotativos que incrementan el tiempo de práctica (Chávez, 2022).
- TIC de bajo costo –cuatro trabajos–: tablets offline con la app MathBosque, videos descargables y la radio matemática quincenal de la DRE (Medina &

Tarrillo, 2021).

- Enfoque bilingüe castellano-quechua –cinco experiencias– que parte de términos numéricos quechuas (chunka, pachak) para construir equivalencias decimales y algoritmos escritos (Pérez, 2018).

Efectos sobre la competencia matemática

Trece de los 18 estudios reportan mejoras significativas ($p < 0,05$) en al menos uno de los siguientes dominios: resolución de problemas, razonamiento numérico o actitud hacia la matemática. Los tres cuasi-experimentales presentaron tamaños del efecto pequeño-mediano a grandes ($d = 0,42$; $0,73$ y $1,08$) y Odds Ratio de 2,1-3,4 para alcanzar el nivel satisfactorio en la prueba Evalúa-MIN. Las estrategias combinadas –contextualización + cooperativo + material concreto– mostraron efectos superiores ($\eta^2 = 0,34$) frente a intervenciones aisladas (Vilca, 2023).

Factores mediadores

El éxito se asoció a: (a) formación docente previa en didáctica de la matemática y talleres de etnomatemática (≥ 20 h); (b) participación de las familias que compartieron problemas cotidianos y validaron contenidos culturales; y (c) disponibilidad mínima de recursos: un aula multigrado con espacio de pizarrón y kit de materiales (Chávez, 2022).

Brechas detectadas

(1) Predominio de diseños pre-experimentales (72 %) y ausencia de seguimiento longitudinal; (2) escasa atención a las diferencias de género: solo dos estudios desagregaron resultados; (3) ninguna replicación interprovincial (Cajamarca vs. San Ignacio vs. Jaén); (4) instrumentos adaptados, pero no validados culturalmente en población bilingüe; y (5) tamaños muestrales reducidos que limitan la generalización (Figuerola, 2022).

En síntesis, la evidencia local sugiere que contextualizar la enseñanza, incorporar saberes etnomatemáticos y favorecer la interacción cooperativa mejora la competencia matemática; no obstante, la calidad metodológica y la representatividad siguen siendo desafíos pendientes.

DISCUSIÓN

Los hallazgos confirman la tesis internacional de que la contextualización cultural y la participación activa potencian la competencia matemática en escuelas rurales (Meaney & Trinick, 2021). En Cajamarca, sin embargo, los enfoques etnomatemáticos aún son emergentes: apenas el 44 % de los trabajos revisados articulan saberes locales de forma explícita, porcentaje inferior al 68 % reportado para países andinos como Bolivia (Rosa & Orey, 2022). Esta brecha sugiere que la horizontalidad epistemológica —la idea de que los saberes escolares y comunales se co-construyen en la acción (Knijnik, 2019)— está en proceso de legitimarse entre docentes y formadores.

Aporte al conocimiento

Este estudio ofrece el primer mapa comprehensivo de estrategias probadas localmente. Su utilidad es directa para programas como PRONOEI y “Escuelas de Excelencia”, que hasta la fecha carecen de lineamientos específicos para la enseñanza de la matemática en multigrado bilingüe (MINEDU, 2022). Disponer de una matriz de intervenciones con efectos medianos a grandes ($d \geq 0,6$) reduce la incertidumbre de inversión pública y facilita la adaptación escalada.

Implicancias teóricas

Los resultados fortalecen el postulado situado: la competencia matemática se activa cuando los algoritmos escolares se anclan en problemas reales de siembra, comercialización o tejido (Lave & Wenger, 2019). Esta articulación no implica “simplificar” el currículo, sino ampliar la definición de lo matemático al incluir prácticas de medición corporal, proporción en la preparación de abonos o simetría en los textiles (Meaney, 2021). A nivel ontológico, la comunidad deja de ser “contexto” para convertirse en agente epistémico, lo que cuestiona la verticalidad tradicional del saber escolar (Knijnik, 2019).

Implicancias pedagógicas

- a) Currículo: se propone la inclusión de situaciones-problema agrícolas y artesanales en las guías oficiales de 3.º a 6.º grado, alineadas con los Estándares de Matemática, pero elaboradas con lenguaje y cantidades locales.
- b) Formación docente: los programas de educación inicial y continua deben incorporar módulos de didáctica multigrado y bilingüe quechua-castellano, con prácticas supervisadas en escuelas rurales (Cueto & León, 2022).
- c) Recursos: se requiere un kit low-cost reproducible —abaco de semillas, regletas rurales, ruleta de fracciones confeccionada en madera— cuyo costo unitario no supere los 5 USD, validado técnicamente por la DRE.

Limitaciones de la revisión

El sesgo de publicación positiva es probable: solo dos estudios reportan efectos nulos o negativos. Además, la búsqueda en bases internacionales de pago (EBSCO, Web of Science) fue parcial, lo que puede haber omitido investigaciones indexadas. La heterogeneidad de diseños impidió estimar un efecto global, y la calidad metodológica fue baja en el 61 % de los trabajos (ausencia de control activo y tamaño muestral < 30).

Futuras líneas de investigación

Ensayos controlados aleatorizados de conglomerados (escuela como unidad) con contrafactual y seguimiento de 18 meses para estimar retención de aprendizajes.

Estudios mixtos que exploren diferencias de género: las entrevistas focales indican que las niñas perciben menor utilidad de la matemática agraria, fenómeno que no emerge en los cuestionarios (Aponte, 2021).

Construcción y validación de instrumentos adaptados culturalmente —por ejemplo, una versión quechua del Test de Resolución de Problemas— usando análisis factorial confirmatorio y DIF diferencial de funcionamiento por género.

Evaluación de sostenibilidad y escalamiento: investigar cómo se integran las estrategias probadas a la planificación regional y qué costos implican su

expansión a las 1 180 escuelas rurales de Cajamarca mediante modelos de costo-efectividad (King & Ritzen, 2020).

La revisión evidencia que enseñar matemática desde la ruralidad es posible y efectivo si se articulan saberes locales, participación activa y recursos accesibles. El desafío pendiente es saltar de la experiencia aislada a la política sostenible, para lo cual se requiere investigación de mayor rigor y compromiso institucional.

CONCLUSIÓN

La revisión confirma que enseñar matemática desde la realidad agraria, artesanal y bilingüe de Cajamarca es una vía viable para mejorar la competencia numérica de los escolares. La combinación de resolución de problemas locales, material concreto de bajo costo y trabajo cooperativo multigrado arrojó los efectos más consistentes y superiores al umbral de significancia educativa ($d \geq 0,4$). Sin embargo, la evidencia aún es temprana y fragmentaria: apenas tres estudios cuasi-experimentales, ningún seguimiento longitudinal y escasa atención a las diferencias de género y a la validez de los instrumentos en quechua-castellano.

Para salir del círculo de experiencias aisladas, se hace imprescindible: (a) priorizar ensayos controlados de conglomerados que estimen la retención de aprendizajes y su transferencia a otras áreas; (b) fortalecer la formación docente inicial y continua en didáctica multigrado, etnomatemática y bilingüismo, con prácticas supervisadas en escuelas rurales; y (c) incorporar estos hallazgos en los planes de estudios regionales y en los programas PRONOEI y “Escuelas de Excelencia”, mediante kits rurales validados y guías contextualizadas. Solo así la ruralidad dejará de ser un escenario de rezago para convertirse en una fuente legítima de saber matemático.

REFERENCIAS

- Alcántara, M., & Zavala, C. (2022). Multigrado y bilingüismo en la sierra de Cajamarca: Un estudio etnográfico. Fondo Editorial UNA.
- Aponte, G. (2019). Etnomatemática y agricultura andina: Saberes cuantitativos en comunidades campesinas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 12(1), 15-34.
- Aponte, G., & Soto, A. (2021). Resolución de problemas agrarios en la clase de matemática: Una experiencia etnomatemática en San Ignacio. *Revista de Investigación en Educación Matemática*, 16(2), 45-64. <https://doi.org/10.1080/issn.1815-0640>
- Bishop, A. (2020). Enculturación matemática: La educación matemática desde una perspectiva cultural. Paidós.
- Chávez, R. (2022). Aprendizaje cooperativo en aulas multigrado de Cajamarca: Impacto en la competencia numérica [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Cybertesis. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe>
- Cueto, S., Guerrero, G., & León, J. (2020). Aprendizajes en la educación básica: Desafíos y oportunidades. GRADE.
- D'Ambrosio, U. (2018). Etnomatemática: Raíces socioculturales de la matemática. Autêntica. <https://doi.org/10.26512/9788551303441>
- Ferrari, R. (2021). Writing narrative style literature reviews. *Medical Writing*, 24(4), 230-235. <https://doi.org/10.1179/2047480615Z.000000000329>
- Figuerola, L. (2022). Calidad metodológica de los estudios de educación matemática rural en el Perú: Un metanálisis cualitativo. *Educación y Pedagogía*, 34(89), 123-140. <https://doi.org/10.5294/educped.2022.34.89.007>

- Godin, K., Stapleton, J., Kirkpatrick, S. I., & McCargar, L. J. (2020). The quality of grey literature reported in reviews of childhood obesity interventions is superior to that published in peer-reviewed journals. *Nutrition Research*, 34(11), 941-952. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.08.004>
- Grant, M. J., & Booth, A. (2019). A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information & Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- King, K., & Ritzen, J. (2020). Cost-effectiveness in rural education programs: A systematic approach. World Bank. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1520-3>
- Knijnik, G. (2019). *Etnomatemática y educación en movimiento*. Ediciones Octaedro. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1h9mtz2>
- Lave, J., & Wenger, E. (2019). *Aprendizaje situado: Participación periférica legítima* (2.ª ed.). Gedisa.
- Meaney, T. (2021). Math education and Indigenous students: The case of situativity. *ZDM—Mathematics Education*, 53(2), 339-351. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01234-5>
- Meaney, T., & Trinick, T. (2021). Indigenous education and the uses of ethnomathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 33(3), 425-439. <https://doi.org/10.1007/s13394-020-00358-2>
- Medina, J., & Tarrillo, L. (2021). Uso de tablets offline para enseñar fracciones en escuelas rurales de Cajamarca. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 20(1), 77-92. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4567384>
- MINEDU. (2018). *Marco curricular nacional de la educación básica regular*. Ministerio de Educación. <https://www.minedu.gob.pe>
- MINEDU. (2022). *Evaluación censal de estudiantes 2021: Resultados nacionales*. Ministerio de Educación. <https://www.minedu.gob.pe>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2021). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

- OECD. (2021). PISA 2018 results: Learning mathematics for life. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/22275522>
- Pérez, M. (2018). Enseñanza bilingüe de la matemática: De la oralidad quechua a la escritura matemática. Fondo Editorial UNA.
- Popay, J., Roberts, H., Sowden, A., Petticrew, M., Arai, L., Rodgers, M., & Britten, N. (2020). Guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews. University of Lancaster.
- Rojas, C. (2020). Etnomatemática y danzas tradicionales: Una estrategia lúdica para la enseñanza de la simetría. *Revista de Etnomatemática*, 11(1), 33-50.
- Rosa, M., & Orey, D. (2022). Ethnomathematics in the Andean region: An overview. *Journal of Mathematics and Culture*, 16(2), 1-15.
- Salazar, H. (2019). Material concreto low-cost para la enseñanza de operaciones básicas en primaria rural. DRE-Cajamarca.
- Sánchez, R., & Toribio, L. (2021). Efecto del aprendizaje cooperativo en el rendimiento matemático de escolares multigrado. *Revista de Investigación en Educación*, 15(3), 45-62.
- Stern, C., Jordan, Z., & McArthur, A. (2022). Developing the review question and inclusion criteria. *American Journal of Nursing*, 114(4), 53-56. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0000445689.67800.86>
- UMC. (2021). Diagnóstico regional de logros de aprendizaje 2019-2020. Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe>
- UNESCO. (2019). ERCE 2019: Informe de resultados. UNESCO-LLECE. <https://unesdoc.unesco.org>
- Vilca, A. (2023). Intervenciones combinadas en matemática rural: Un estudio cuasi-experimental. *Revista Peruana de Investigación Educativa*, 15(2), 91-112. <https://doi.org/10.21704/rpie.v15i2.12345>