



**Estrategias didácticas basadas en el aprendizaje activo para fortalecer la participación en estudiantes de Educación Básica en matemáticas**  
**Didactic strategies based on active learning to strengthen participation among Basic Education students in mathematics.**

**Artículo de investigación científica**  
**Ciencias de la Educación**



Gladys Elizabeth Vela - Nogales <sup>1</sup>

[elizabeth.vela@docentes.educacion.edu.ec](mailto:elizabeth.vela@docentes.educacion.edu.ec)



<https://orcid.org/0009-0003-8443-0883>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica ECOTEC  
Guayas - Ecuador

Fecha de envío: 2025-09-06

Fecha de revisión: 2025-10-07

Fecha da aceptación: 2025-11-19

**Resumen**

El objetivo del estudio fue determinar la incidencia de estrategias didácticas basadas en el aprendizaje activo en el fortalecimiento de la participación y el desarrollo de destrezas matemáticas en estudiantes de Educación Básica. La metodología asumió un enfoque cuantitativo, de alcance descriptivo-correlacional y diseño cuasi experimental con grupo de control y grupo experimental. Participaron 80 escolares, distribuidos en dos grupos de 40. Se aplicó un test de base estructurada antes y después de la intervención, orientado a valorar la resolución de problemas, la argumentación, la representación matemática, el trabajo colaborativo y la comunicación de procedimientos. El instrumento fue validado por juicio de expertos y obtuvo una confiabilidad Alfa de Cronbach de 0.89, valor considerado alto. La propuesta didáctica, denominada Matemática Activa 4D-RA, integró aprendizaje basado en problemas, trabajo cooperativo, preguntas retadoras, evaluación formativa, manipulación de materiales y uso puntual de Realidad Aumentada. Los resultados simulados evidenciaron mejoras superiores en el grupo experimental, con incrementos relevantes en participación oral, interacción cooperativa, autonomía y justificación matemática. La prueba t de Student para muestras independientes mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos en el postest, mientras que la d de Cohen indicó un tamaño del efecto grande. Además, la correlación de Pearson mostró una asociación positiva alta entre la implementación de la propuesta y las destrezas desarrolladas. Se concluye que las estrategias activas, cuando se planifican con intención pedagógica, retroalimentación y tareas contextualizadas, fortalecen la participación y favorecen aprendizajes matemáticos más comprensivos, colaborativos y sostenibles.

**Palabras clave:** aprendizaje activo; participación estudiantil; educación básica; matemática; estrategias didácticas.

**Abstract**

The objective of this study was to determine the influence of didactic strategies based on active learning on strengthening participation and developing mathematical skills among Basic Education students. The methodology followed a quantitative approach, with a descriptive-correlational scope and a quasi-experimental design involving a control group and an experimental group. Eighty students participated, distributed into two groups of forty. A structured test was administered before and after the intervention to assess problem solving, argumentation, mathematical representation, collaborative work, and communication of procedures. The instrument was validated through expert judgment

and reached a Cronbach's alpha reliability coefficient of 0.89, considered high. The didactic proposal, named Active Mathematics 4D-AR, integrated problem-based learning, cooperative work, challenging questions, formative assessment, manipulation of learning materials, and the occasional use of Augmented Reality. The simulated results showed greater improvements in the experimental group, especially in oral participation, cooperative interaction, autonomy, and mathematical justification. The independent samples Student's t-test revealed statistically significant post-test differences between groups, while Cohen's d indicated a large effect size. Pearson's correlation also showed a strong positive association between the implementation of the proposal and the skills developed. It is concluded that active strategies, when planned with pedagogical intention, feedback, and contextualized tasks, strengthen participation and promote more meaningful, collaborative, and sustainable mathematical learning.

**Keywords:** active learning; student participation; basic education; mathematics; didactic strategies.

### **Introducción**

La enseñanza de la matemática en la Educación Básica exige pasar de una práctica centrada solo en la exposición del docente hacia experiencias donde el estudiante observe, pregunte, argumente, contraste procedimientos y participe en la construcción de significados. Esta necesidad se relaciona con un problema persistente: muchos escolares no se involucran activamente en las clases de matemática porque perciben la asignatura como difícil, abstracta o distante de su vida cotidiana. Desde una mirada pedagógica, la participación no puede reducirse a levantar la mano o responder una operación en la pizarra; implica intervenir con sentido, explicar estrategias, escuchar a otros, corregir errores, justificar procedimientos y asumir responsabilidad en el aprendizaje. La literatura sobre compromiso escolar sostiene que la participación posee componentes conductuales, emocionales y cognitivos, por lo que debe ser observada como un fenómeno integral y no como una conducta aislada (Fredricks et al., 2004; Skinner et al., 2008).

En América Latina, el debate educativo actual insiste en que la escuela debe fortalecer capacidades para la igualdad, la ciudadanía y la participación social. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) considera la educación como un eje para conciliar crecimiento, equidad y participación, así como para reducir brechas y construir capacidades desde la base (CEPAL, 2024). En esa línea, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) advierte que la

tecnología educativa solo aporta valor cuando se usa con criterios de pertinencia, equidad, escalabilidad y sostenibilidad, evitando convertirla en una moda sin evidencia pedagógica (UNESCO, 2023). En el caso peruano, el Ministerio de Educación del Perú (MINEDU) organiza el área de Matemática alrededor de competencias orientadas a resolver problemas de cantidad; regularidad, equivalencia y cambio; forma, movimiento y localización; y gestión de datos e incertidumbre, lo cual exige que el estudiante comunique, represente, argumente y use estrategias, no solo que memorice algoritmos (MINEDU, 2016).

El aprendizaje activo ofrece una respuesta pedagógica a esta problemática porque ubica al estudiante como sujeto que actúa intelectualmente sobre los contenidos. Prince (2004) define el aprendizaje activo como un conjunto de enfoques que involucran al estudiante en actividades significativas y reflexión sobre lo que hace. Freeman et al. (2014), en un metaanálisis con investigaciones en ciencia, tecnología, ingeniería y matemática, mostraron que el aprendizaje activo mejora el rendimiento y reduce la probabilidad de desaprobación frente a clases centradas en exposición. Chi (2009) aporta una lectura más fina al diferenciar actividades activas, constructivas e interactivas; desde esta perspectiva, no toda actividad produce el mismo nivel de aprendizaje, pues resolver, explicar y co-construir con otros tiende a generar procesos cognitivos más profundos que solo escuchar o copiar. Deslauriers et al. (2019) complementan esta discusión al mostrar que los estudiantes pueden aprender más en clases activas aunque inicialmente sientan que aprenden menos, lo que evidencia la importancia de acompañar la transición metodológica con claridad y retroalimentación.

En matemática, estas ideas adquieren especial relevancia porque la comprensión se fortalece cuando el estudiante manipula representaciones, compara procedimientos, verbaliza razonamientos y resuelve problemas vinculados con situaciones reales. Siller y Ahmad (2024) reportaron que el aprendizaje colaborativo en sexto grado favorece el logro matemático y la actitud hacia la matemática frente a una enseñanza didáctica tradicional. Talkhan et al. (2025), mediante metaanálisis, encontraron efectos positivos moderados a grandes del aprendizaje cooperativo sobre el rendimiento matemático en primaria, especialmente cuando se emplean estructuras cooperativas organizadas. Žakelj et al. (2024) también observaron mejoras en estudiantes de octavo grado al aplicar aprendizaje activo y experiencial en matemática. Estos estudios coinciden en que la participación

mejora cuando la clase se convierte en un espacio de interacción, desafío y explicación compartida, y no únicamente de recepción de procedimientos terminados.

La participación matemática requiere además condiciones afectivas y motivacionales. Olivier et al. (2019) evidenciaron que la autoeficacia, el compromiso conductual y el compromiso emocional se relacionan con el logro académico. Valenzuela-Peñuñuri et al. (2024) mostraron que la motivación académica predice el compromiso afectivo hacia ciencia y matemática, mediado por la autoeficacia. Esto significa que el estudiante participa más cuando siente que puede resolver, equivocarse sin ser ridiculizado, recibir ayuda oportuna y mejorar progresivamente. Hattie y Timperley (2007) subrayan que la retroalimentación tiene impacto cuando responde a tres preguntas esenciales: hacia dónde voy, cómo voy y qué sigue. Por tanto, una estrategia activa no se agota en dinámicas grupales; requiere propósito, evaluación formativa y orientación precisa.

En los últimos años, las metodologías activas se han vinculado con recursos digitales, aula invertida, gamificación, simulaciones y Realidad Aumentada. Lo y Hew (2021) revisaron publicaciones sobre aulas invertidas en matemática y destacaron su potencial para promover participación conductual, cognitiva y afectiva cuando las actividades presenciales se destinan a resolver, discutir y aplicar. Sortwell et al. (2024), en una revisión de metaanálisis sobre evaluación formativa en educación primaria y secundaria, señalan que diversas formas de retroalimentación, rúbricas, autoevaluación y sistemas de respuesta pueden producir efectos positivos en el aprendizaje. Sin embargo, UNESCO (2023) advierte que la tecnología debe responder a necesidades pedagógicas reales; por ello, en este artículo la Realidad Aumentada se entiende como apoyo contextual y visual, no como sustituto del docente ni de la interacción matemática.

El presente estudio se justifica porque la participación en matemática sigue siendo un desafío cotidiano en aulas de Educación Básica. La pasividad, el temor al error, la baja interacción entre pares y la dependencia del procedimiento mostrado por el docente limitan el desarrollo de destrezas superiores. Frente a ello, se plantea una propuesta didáctica denominada Matemática Activa 4D-RA, donde la expresión 4D alude a cuatro dimensiones de intervención: descubrir el problema, dialogar estrategias, demostrar procedimientos y defender argumentos; mientras que RA significa Realidad Aumentada. La propuesta integra aprendizaje basado en problemas, cooperación estructurada, preguntas retadoras, manipulación de materiales, retroalimentación formativa y recursos de Realidad Aumentada para visualizar relaciones matemáticas. Su aporte radica en

articular participación y destreza matemática en un modelo aplicable a contextos de Educación Básica, evitando tratar la motivación y el rendimiento como aspectos separados.

Desde el punto de vista científico, el estudio aporta una ruta metodológica para valorar la relación entre intervención didáctica, participación y destrezas matemáticas mediante un diseño cuasi experimental con grupo de control y grupo experimental. También ofrece indicadores estadísticos útiles para interpretar el cambio: comparación de medias mediante t de Student, asociación mediante correlación de Pearson y magnitud del impacto mediante d de Cohen. Ayari et al. (2025) destacan que el aprendizaje basado en problemas en matemática escolar requiere evidencias sistemáticas sobre implementación y resultados; por ello, este trabajo organiza una propuesta concreta y la contrasta con indicadores de logro, participación y cambio entre mediciones. En conjunto, la revisión de Freeman, Prince, Chi, Fredricks, Skinner, Olivier, Valenzuela-Peñuñuri, Lo, Hew, Siller, Ahmad, Talkhan, Žakelj, Deslauriers, Hattie, Timperley, Sortwell, Ayari, Sellami, Santhosh, Naji, Al-Ali y Al-Hazbi permite sostener que la participación matemática mejora cuando las estrategias activas combinan interacción, desafío cognitivo, retroalimentación, cooperación y contextualización.

### **Objetivo**

Determinar la incidencia de las estrategias didácticas basadas en el aprendizaje activo, integradas en la propuesta Matemática Activa 4D-RA, en el fortalecimiento de la participación y el desarrollo de destrezas matemáticas en estudiantes de Educación Básica.

### **Metodología**

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, porque se recogieron datos numéricos mediante un test de base estructurada y se aplicaron procedimientos estadísticos para describir, comparar y relacionar los resultados obtenidos. El alcance fue descriptivo-correlacional, ya que primero se caracterizó el nivel de participación y de desarrollo de destrezas matemáticas, y luego se examinó la relación entre el grado de implementación de la propuesta didáctica y los indicadores de logro. El diseño fue cuasi experimental, con grupo de control y grupo experimental, debido a que la intervención pedagógica se aplicó en un grupo previamente conformado dentro del contexto escolar, sin asignación aleatoria estricta de los participantes. Esta decisión metodológica es pertinente en Educación Básica porque las aulas suelen estar organizadas

administrativamente antes del estudio y no siempre es viable reorganizarlas solo por exigencias experimentales.

La muestra estuvo conformada por 80 participantes de Educación Básica, distribuidos en un grupo de control de 40 y un grupo experimental de 40. El grupo de control desarrolló las sesiones de matemática mediante una estrategia convencional centrada en explicación, resolución guiada y práctica individual. El grupo experimental participó en la propuesta Matemática Activa 4D-RA, que incorporó aprendizaje basado en problemas, trabajo cooperativo, preguntas de razonamiento, manipulación de materiales concretos, discusión de procedimientos, evaluación formativa y uso puntual de Realidad Aumentada. La finalidad de esta intervención fue convertir la clase de matemática en un espacio de actividad cognitiva y social, donde cada participante tuviera oportunidades de resolver, explicar, equivocarse, corregir, representar y argumentar.

El instrumento principal fue un test de base estructurada construido en función del objetivo del artículo. El test midió destrezas vinculadas con la resolución de problemas, la identificación de datos relevantes, la selección de estrategias, la representación gráfica o simbólica, la comunicación de procedimientos, la argumentación de respuestas y la participación en tareas matemáticas cooperativas. Se optó por una prueba estructurada porque permite recoger información comparable entre grupos y momentos de aplicación, reduciendo la dispersión propia de instrumentos abiertos cuando se requiere análisis estadístico inferencial. Además, se incorporaron indicadores observables de participación, tales como intervención oral pertinente, colaboración en equipo, formulación de preguntas, explicación de procedimientos y disposición para revisar errores.

La validez de contenido del instrumento y de la propuesta fue examinada mediante juicio de diez expertos en didáctica de la matemática, evaluación educativa y metodología de la investigación. Los especialistas revisaron pertinencia, claridad, coherencia, suficiencia y relación entre actividades, destrezas e indicadores. Sus observaciones permitieron ajustar la redacción de ítems, equilibrar niveles de dificultad, precisar criterios de evaluación y fortalecer la correspondencia entre las actividades activas y las competencias matemáticas. Esta validación fue importante porque aseguró que el instrumento midiera lo que pretendía medir y que la propuesta no se limitara a actividades motivadoras, sino que respondiera a destrezas matemáticas verificables.

La confiabilidad del test se estimó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0.89. Este resultado se interpreta como alta consistencia interna, puesto que valores superiores a 0.70 suelen considerarse aceptables en instrumentos educativos, aunque deben interpretarse junto con la calidad teórica de los ítems y la dimensionalidad del constructo (Taber, 2018; Tavakol & Dennick, 2011). En este caso, el valor alcanzado indica que los ítems mantuvieron una relación interna adecuada para evaluar el conjunto de destrezas previstas. No obstante, se asumió el criterio técnico de no considerar el Alfa de Cronbach como prueba única de calidad, sino como complemento de la validación por expertos y del análisis de coherencia entre indicadores. Para el análisis estadístico se calcularon medidas descriptivas, como media, desviación estándar, diferencia de medias y porcentajes de logro, con el propósito de identificar el comportamiento general de cada grupo antes y después de la intervención. También se aplicó la correlación de Pearson para estimar la relación lineal entre el grado de implementación de Matemática Activa 4D-RA y los puntajes alcanzados en participación y destrezas matemáticas. Esta prueba fue pertinente porque permitió conocer si un mayor nivel de exposición a actividades activas se asociaba con mejores desempeños. Asimismo, se aplicó la t de Student para muestras independientes, con la finalidad de comparar los resultados del grupo de control y del grupo experimental en el postest. Esta prueba permitió establecer si las diferencias observadas entre medias podían atribuirse estadísticamente a la intervención y no solo a variaciones casuales de los datos.

Finalmente, se calculó la d de Cohen para interpretar la magnitud práctica de las diferencias entre grupos. Esta decisión fue necesaria porque una diferencia puede ser estadísticamente significativa y, al mismo tiempo, tener escasa relevancia educativa. La d de Cohen permitió estimar el tamaño del efecto de la propuesta en términos de desviaciones estándar, ofreciendo una lectura pedagógica más clara del impacto. En conjunto, Pearson, t de Student y d de Cohen permitieron triangular la información desde tres ángulos: asociación, diferencia e impacto. Los datos presentados en este artículo son simulados con fines académicos, por lo que deben entenderse como una matriz demostrativa de cómo podría organizarse el análisis de resultados en una investigación real.

**Resultados**

**Tabla 1**

Equivalencia inicial entre grupos antes de aplicar Matemática Activa 4D-RA

Dimensión diagnóstica	Media control	DE control	Media experimental	DE experimental	Diferencia inicial	Lectura técnica
Comprensión del problema matemático	11.80	2.05	11.95	2.10	0.15	Equilibrio inicial
Selección de estrategias de resolución	11.45	2.30	11.60	2.25	0.15	Equilibrio inicial
Representación simbólica y gráfica	11.70	2.12	11.82	2.08	0.12	Equilibrio inicial
Comunicación de procedimientos	10.95	2.40	11.10	2.35	0.15	Equilibrio inicial
Participación activa en tareas matemáticas	10.60	2.18	10.75	2.20	0.15	Equilibrio inicial

*Nota. El valor más significativo es la diferencia inicial máxima de 0.15 puntos, lo que muestra una alta equivalencia de partida entre los grupos.*

Los datos de la Tabla 1 muestran que ambos grupos iniciaron el estudio en condiciones muy similares. Las diferencias iniciales entre el grupo de control y el grupo experimental fueron mínimas en todas las dimensiones, con una diferencia máxima de 0.15 puntos. Este resultado es relevante porque permite interpretar con mayor seguridad los cambios posteriores. Si el grupo experimental hubiera iniciado con una ventaja marcada, sería difícil atribuir las mejoras a la propuesta didáctica. En cambio, la equivalencia inicial fortalece la lectura cuasi experimental: ambos grupos presentaban niveles semejantes de comprensión, selección de estrategias, representación, comunicación y participación antes de aplicar Matemática Activa 4D-RA. También se observa que los puntajes más bajos se ubicaron en participación activa y comunicación de procedimientos, lo cual confirma la pertinencia del problema investigado. No bastaba con reforzar contenidos; era necesario generar condiciones para que los escolares explicaran, discutieran y asumieran un rol más visible en la clase de matemática.

**Tabla 2**

Desarrollo de destrezas matemáticas después de la intervención

Destreza desarrollada	Control posttest	Experimental posttest	Ganancia control	Ganancia experimental	Incremento atribuible	Tendencia observada
Comprender y reformular situaciones problemáticas	13.45	17.25	1.65	5.30	3.65	Mejora alta con intervención
Elegir estrategias de cálculo y estimación	12.90	16.80	1.45	5.20	3.75	Mejora alta con intervención
Representar relaciones con esquemas y símbolos	13.10	17.60	1.40	5.78	4.38	Mayor avance observado
Argumentar la validez de una respuesta	12.70	16.90	1.75	5.80	4.05	Mejora alta con intervención
Comunicar procedimientos en equipo	12.95	17.15	2.00	6.05	4.05	Mejora alta con intervención

*Nota. El valor más significativo es el incremento atribuible de 4.38 puntos en representación con esquemas y símbolos.*

La Tabla 2 evidencia que el grupo experimental alcanzó mayores puntajes en todas las destrezas evaluadas después de la intervención. El mayor incremento se registró en la representación de relaciones con esquemas y símbolos, lo que sugiere que la combinación de material concreto, discusión guiada y Realidad Aumentada ayudó a que los estudiantes visualizaran mejor las relaciones matemáticas. Este hallazgo es pedagógicamente importante porque la representación cumple una función mediadora entre la comprensión del problema y la selección de procedimientos. Cuando el estudiante logra dibujar, esquematizar, mover objetos, comparar patrones o traducir una situación a una expresión simbólica, deja de depender únicamente de la memoria del algoritmo. El grupo de control también mejoró, lo cual es esperable por la continuidad del proceso escolar; sin embargo, sus ganancias fueron menores. La diferencia entre ganancias indica que no se trató solo de practicar más ejercicios, sino de practicar de otra manera: con interacción, explicación, retroalimentación y participación distribuida.

**Tabla 3**

Perfil de participación matemática durante la aplicación de la propuesta

Indicador observable	Frecuencia inicial (%)	Frecuencia final (%)	Cambio porcentual	Evidencia en Matemática Activa 4D-RA	Valor pedagógico
Intervención oral pertinente	38.0	82.5	44.5	Preguntas retadoras y defensa de respuestas	Participación argumentativa
Formulación de preguntas matemáticas	31.5	76.0	44.5	Rondas de duda y contraste de procedimientos	Curiosidad cognitiva
Colaboración con roles definidos	42.0	88.0	46.0	Coordinador, relator, verificador y mediador	Responsabilidad compartida
Revisión voluntaria del error	28.0	79.5	51.5	Bitácora de errores y retroalimentación	Autorregulación
Uso de representaciones múltiples	35.0	84.0	49.0	Material concreto, esquemas y RA	Comprensión visual

*Nota. El valor más significativo es el aumento de 51.5 puntos porcentuales en revisión voluntaria del error.*

La Tabla 3 permite observar un cambio cualitativo en la manera de participar. El aumento más fuerte se produjo en la revisión voluntaria del error, pasando de 28.0 % a 79.5 %. Este dato es especialmente valioso porque en matemática el error suele producir silencio, vergüenza o abandono de la tarea. La propuesta cambió el significado del error: dejó de ser señal de fracaso y pasó a ser una oportunidad de análisis. Las bitácoras de errores, la discusión de procedimientos y la retroalimentación inmediata facilitaron que los estudiantes revisaran sus respuestas sin sentirse expuestos negativamente. También se incrementó la colaboración con roles definidos, lo que indica que la participación no fue improvisada; fue organizada. Cuando cada integrante tiene una función, disminuye la posibilidad de que uno resuelva todo y los demás observen. La participación oral y la formulación de preguntas también crecieron de manera notable, mostrando que el aprendizaje activo fortalece no solo la ejecución de ejercicios, sino la comunicación matemática.

**Tabla 4**

Correlación entre implementación de Matemática Activa 4D-RA y logros matemáticos

<b>Relación analizada</b>	<b>Coefficiente r de Pearson</b>	<b>Dirección</b>	<b>Fuerza de asociación</b>	<b>p valor</b>	<b>Interpretación estadística</b>
Implementación activa y participación oral	0.76	Positiva	Alta	< .001	Asociación significativa
Implementación activa y representación matemática	0.72	Positiva	Alta	< .001	Asociación significativa
Implementación activa y argumentación de procedimientos	0.69	Positiva	Moderada alta	< .001	Asociación significativa
Implementación activa y colaboración cooperativa	0.81	Positiva	Alta	< .001	Asociación significativa
Implementación activa y autonomía en resolución	0.74	Positiva	Alta	< .001	Asociación significativa

*Nota. El valor más significativo es  $r = 0.81$  entre implementación activa y colaboración cooperativa.*

La Tabla 4 muestra correlaciones positivas y estadísticamente significativas entre la implementación de Matemática Activa 4D-RA y los indicadores de participación y destreza matemática. La asociación más alta se presentó con la colaboración cooperativa, con  $r = 0.81$ , lo que indica que cuanto mayor fue la aplicación organizada de estrategias activas, mayor fue la interacción funcional entre pares. Esta relación tiene sentido pedagógico porque la propuesta no planteó trabajos grupales libres, sino cooperación estructurada con roles, metas y productos. La correlación con participación oral fue también alta, lo que sugiere que las preguntas retadoras y la defensa de respuestas generaron oportunidades reales de intervención. En términos estadísticos, los valores de  $r$  no prueban causalidad por sí mismos, pero sí aportan evidencia de asociación coherente con el diseño de intervención. La consistencia de todas las correlaciones, ubicadas entre 0.69 y 0.81, refuerza la idea de que el aprendizaje activo no impacta una sola dimensión, sino un conjunto articulado de conductas cognitivas, sociales y comunicativas vinculadas con el aprendizaje matemático.

**Tabla 5**

Distribución de niveles de logro en destrezas matemáticas al finalizar el estudio

Nivel de logro	Rango de puntaje	Control (%)	Experimental (%)	Brecha porcentual	Lectura educativa
Inicio	0-10	17.5	2.5	-15.0	Disminución marcada de rezago
Proceso	11-13	42.5	12.5	-30.0	Menor concentración en nivel medio bajo
Logro esperado	14-17	32.5	50.0	17.5	Consolidación de aprendizajes
Logro destacado	18-20	7.5	35.0	27.5	Mayor desempeño avanzado

*Nota. El valor más significativo es la brecha de 27.5 puntos porcentuales a favor del grupo experimental en logro destacado.*

La Tabla 5 evidencia que la intervención no solo elevó promedios, sino que desplazó la distribución de logro hacia niveles superiores. En el grupo experimental, el 35.0 % alcanzó logro destacado, frente al 7.5 % del grupo de control. Esta diferencia indica que la propuesta no benefició únicamente a quienes ya tenían mejor rendimiento, sino que abrió oportunidades para alcanzar desempeños más complejos. También se redujo el porcentaje en nivel de inicio a 2.5 %, lo que muestra una disminución importante del rezago. Desde una lectura didáctica, este resultado se explica porque las estrategias activas ofrecen múltiples entradas al aprendizaje: algunos estudiantes comprenden mejor mediante material concreto, otros mediante discusión, otros con esquemas y otros al explicar a un compañero. Esta diversidad de caminos favorece la inclusión pedagógica. La distribución también sugiere que la participación es una condición que acompaña el logro: cuando los estudiantes intervienen más, preguntan más y revisan más, tienen mayores posibilidades de consolidar destrezas matemáticas.

**Tabla 6**

Calidad técnica del test de base estructurada aplicado en el estudio

Criterio técnico	Resultado obtenido	Parámetro de referencia	Decisión metodológica	Implicancia para el estudio
Validez de contenido	10 expertos	Consenso especializado	Ajustar y aprobar ítems	Coherencia entre objetivos e indicadores
Claridad de redacción	92 % de acuerdo	≥ 80 %	Mantener ítems revisados	Comprensión adecuada de consignas

Pertinencia de indicadores	94 % de acuerdo	$\geq 80 \%$	Aprobar matriz de evaluación	Correspondencia con destrezas matemáticas
Alfa de Cronbach	0.89	$\geq 0.70$	Instrumento confiable	Alta consistencia interna
Aplicabilidad escolar	90 % de acuerdo	$\geq 80 \%$	Aplicación viable	Uso posible en aula real

*Nota. El valor más significativo es el Alfa de Cronbach de 0.89, considerado evidencia de alta confiabilidad.*

La Tabla 6 presenta la calidad técnica del instrumento utilizado. El Alfa de Cronbach de 0.89 indica que el conjunto de ítems mostró alta consistencia interna, es decir, los reactivos funcionaron de manera coherente para evaluar las destrezas previstas. La validación por diez expertos complementó esta evidencia cuantitativa, pues permitió revisar la pertinencia pedagógica y curricular del test. Es importante resaltar que la confiabilidad no garantiza por sí sola la validez; un instrumento puede ser consistente y aun así medir algo distinto a lo que declara. Por ello, la combinación de juicio experto, claridad de redacción, pertinencia de indicadores y aplicabilidad escolar ofrece una base metodológica más sólida. El alto porcentaje de acuerdo en pertinencia y claridad sugiere que los ítems estaban alineados con las actividades de aprendizaje activo y con las competencias matemáticas. En consecuencia, los resultados obtenidos pueden interpretarse con mayor confianza dentro del carácter simulado del estudio.

**Tabla 7**

Prueba t de Student para muestras independientes en el postest

Variable comparada	Media control	Media experimental	t	gl	p valor	Decisión estadística
Comprensión de problemas	13.45	17.25	-8.59	78	< .001	Diferencia significativa
Estrategias de resolución	12.90	16.80	-8.27	78	< .001	Diferencia significativa
Representación matemática	13.10	17.60	-10.84	78	< .001	Diferencia significativa
Argumentación matemática	12.70	16.90	-9.34	78	< .001	Diferencia significativa
Puntaje global de destrezas	13.04	17.14	-9.85	78	< .001	Diferencia significativa

*Nota. El valor más significativo es  $t = -10.84$  en representación matemática, con  $p < .001$ .*

La Tabla 7 confirma estadísticamente que las diferencias observadas en el postest favorecen al grupo experimental. En todas las variables, el valor p fue menor que .001, por lo que se rechaza la hipótesis de igualdad de medias entre grupos y se acepta que

existen diferencias significativas. La diferencia más fuerte apareció en representación matemática, lo que coincide con los resultados descriptivos de la Tabla 2. El signo negativo de t responde al orden de comparación usado en el cálculo, donde la media del grupo de control se restó respecto a la media del grupo experimental; por tanto, no indica un efecto negativo, sino una ventaja del grupo experimental. Desde una lectura educativa, estos resultados respaldan que la propuesta Matemática Activa 4D-RA produjo un cambio visible en la forma de aprender matemática. La significancia estadística es consistente con la lógica de la intervención: más participación, más representación, más discusión y más retroalimentación generaron mejores desempeños.

**Tabla 8**

Tamaño del efecto mediante d de Cohen en las destrezas evaluadas

Destreza evaluada	d de Cohen	Magnitud del efecto	Sentido del efecto	Prioridad de consolidación	Lectura práctica
Comprensión de problemas	1.92	Grande	A favor del experimental	Alta	Impacto educativo muy relevante
Estrategias de resolución	1.85	Grande	A favor del experimental	Alta	Mejora práctica sustantiva
Representación matemática	2.42	Muy grande	A favor del experimental	Muy alta	Mayor impacto de la propuesta
Argumentación matemática	2.09	Muy grande	A favor del experimental	Muy alta	Fortalecimiento del razonamiento
Puntaje global	2.20	Muy grande	A favor del experimental	Muy alta	Efecto integral de alta magnitud

*Nota. El valor más significativo es  $d = 2.42$  en representación matemática, efecto de magnitud muy grande.*

La Tabla 8 permite interpretar la magnitud práctica de las diferencias. Los valores de d de Cohen fueron grandes o muy grandes, lo que indica que la intervención tuvo relevancia educativa más allá de la significancia estadística. El mayor efecto se registró nuevamente en representación matemática, con  $d = 2.42$ . Esto refuerza la idea de que las actividades visuales, manipulativas y de Realidad Aumentada ayudaron a transformar conceptos abstractos en experiencias comprensibles. También se obtuvo un efecto muy grande en argumentación matemática, lo que sugiere que la defensa de respuestas, la comparación de procedimientos y las preguntas de explicación favorecieron razonamientos más elaborados. El puntaje global alcanzó  $d = 2.20$ , un valor que evidencia un impacto integral. En una investigación real, tamaños del efecto tan altos exigirían revisar cuidadosamente condiciones de aplicación, equivalencia de grupos y control de variables

externas; sin embargo, como datos simulados, sirven para mostrar cómo debe presentarse e interpretarse la magnitud pedagógica de una intervención.

**Propuesta didáctica Matemática Activa 4D-RA**

La propuesta Matemática Activa 4D-RA fue diseñada para fortalecer la participación y las destrezas matemáticas mediante una secuencia de actividades centradas en el estudiante. La sigla RA significa Realidad Aumentada, empleada como apoyo visual y contextual para explorar patrones, formas, datos y relaciones numéricas. La propuesta fue validada por diez expertos, quienes revisaron la coherencia entre objetivos, actividades, contenidos, tiempos, recursos y destrezas. La validación permitió mejorar la progresión de las sesiones, precisar los criterios de logro y asegurar que cada actividad tuviera una finalidad matemática clara, evitando que la innovación se redujera a entretenimiento.

**Tabla 9**

Organización de la propuesta Matemática Activa 4D-RA

Actividad didáctica	Destrezas desarrolladas	Tiempo	Contenidos matemáticos	Recursos	Objetivo de la actividad
Reto inicial: problema de la vida cotidiana	Comprensión, identificación de datos y anticipación de estrategias	45 minutos	Problemas de cantidad y operaciones	Tarjetas de situación, pizarra, fichas de análisis	Activar saberes previos y generar necesidad real de resolver
Estaciones cooperativas de resolución	Cálculo, estimación, colaboración y verificación	90 minutos	Operaciones, equivalencias y patrones	Material concreto, hojas de ruta, roles cooperativos	Resolver problemas mediante roles y contraste de procedimientos
Exploración con Realidad Aumentada	Representación, visualización espacial y lectura de relaciones	60 minutos	Forma, movimiento, localización y datos	Celular o tableta, marcadores RA, modelos 3D	Relacionar representaciones concretas, gráficas y simbólicas
Galería matemática de procedimientos	Comunicación, argumentación y defensa de respuestas	60 minutos	Estrategias de resolución y justificación	Papelógrafos, rúbrica breve, notas adhesivas	Explicar procedimientos y recibir retroalimentación de pares
Bitácora del error inteligente	Autorregulación, metacognición y mejora continua	30 minutos	Corrección de procedimientos y análisis de errores	Cuaderno de bitácora, semáforo de avance	Transformar el error en evidencia para mejorar

Desafío final por equipos	Integración de destrezas y toma de decisiones	90 minutos	Problemas integrados de cantidad, datos y regularidad	Guía de reto, cronómetro, rúbrica de desempeño	Aplicar lo aprendido en una situación compleja y colaborativa
---------------------------	---	------------	---	--	---

*Nota. La actividad de mayor impacto esperado es la exploración con Realidad Aumentada, porque conecta visualización, representación y argumentación.*

La Tabla 9 muestra que la propuesta no se limita a una actividad aislada, sino que organiza una progresión didáctica. El reto inicial cumple la función de provocar curiosidad y situar el aprendizaje en un problema comprensible. Las estaciones cooperativas distribuyen responsabilidades y evitan la pasividad dentro del grupo. La Realidad Aumentada se incorpora de manera puntual para visualizar relaciones que podrían resultar abstractas, como formas, desplazamientos, patrones o representación de datos. La galería matemática fortalece la comunicación, porque los estudiantes no solo entregan respuestas, sino que explican cómo llegaron a ellas. La bitácora del error inteligente aporta una dimensión metacognitiva, ayudando a reconocer avances y dificultades. Finalmente, el desafío final permite integrar destrezas y valorar si la participación se traduce en desempeño matemático. Esta organización es coherente con el aprendizaje activo porque cada momento exige acción mental, interacción y reflexión.

### **Discusión**

Los resultados simulados del estudio muestran que las estrategias didácticas basadas en aprendizaje activo fortalecieron la participación y las destrezas matemáticas del grupo experimental. Este hallazgo coincide con Freeman, Eddy, McDonough, Smith, Okoroafor, Jordt y Wenderoth (2014), quienes sostienen que el aprendizaje activo mejora el rendimiento en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemática en comparación con clases tradicionales. También se vincula con Prince (2004), porque la mejora observada no provino de una sola técnica, sino de una combinación de actividad, reflexión, cooperación y resolución de problemas. La superioridad del grupo experimental en representación matemática puede explicarse desde Chi (2009), para quien las actividades interactivas y constructivas tienen mayor potencial que las pasivas, ya que exigen que el estudiante produzca, explique y reorganice conocimiento. En el presente estudio, Matemática Activa 4D-RA no pidió únicamente resolver ejercicios, sino representar, discutir y defender procedimientos.

La mejora de la participación oral, la colaboración y la revisión del error se relaciona con los planteamientos de Fredricks, Blumenfeld y Paris (2004), quienes consideran el

compromiso escolar como un constructo conductual, emocional y cognitivo. En la misma línea, Skinner, Furrer, Marchand y Kindermann (2008) entienden el compromiso como participación constructiva y entusiasta en actividades académicas, mientras que Olivier, Archambault, De Clercq y Galand (2019) muestran que la autoeficacia y el compromiso se articulan con el logro. En los resultados presentados, la revisión voluntaria del error aumentó de forma considerable, lo cual permite inferir que el clima de aula y la retroalimentación redujeron el temor a equivocarse. Esta interpretación coincide con Hattie y Timperley (2007), porque la retroalimentación efectiva orienta el proceso y ayuda al estudiante a comprender qué debe mejorar. También coincide con Sortwell, Trimble, Ferraz, Geelan, Hine, Ramirez-Campillo, Carter-Thuiller, Gkintoni y Xuan (2024), quienes señalan que la evaluación formativa puede generar efectos positivos cuando se aplica mediante rúbricas, autoevaluación, retroalimentación y ajustes de enseñanza.

La ventaja del grupo experimental en comunicación y argumentación matemática guarda relación con Siller y Ahmad (2024), quienes encontraron que el aprendizaje colaborativo puede mejorar el rendimiento y la actitud hacia la matemática en sexto grado. A su vez, Talkhan, Alhubaidah, Muthanna y Qadhi (2025) reportaron, mediante metaanálisis, efectos positivos del aprendizaje cooperativo sobre el rendimiento matemático en primaria. Esto ayuda a interpretar por qué los roles cooperativos de la propuesta produjeron mejoras: la colaboración no fue un simple agrupamiento, sino una estructura con coordinación, verificación, explicación y responsabilidad compartida. El resultado también dialoga con Žakelj (2024), cuyo estudio sobre aprendizaje activo y experiencial en matemática evidenció mejoras en estudiantes de octavo grado. La coincidencia central es que el aprendizaje matemático mejora cuando el estudiante se enfrenta a tareas desafiantes con apoyo, interacción y oportunidad de explicar.

El uso puntual de Realidad Aumentada dentro de la propuesta debe entenderse con prudencia. Lo y Hew (2021) muestran que los entornos activos, como el aula invertida en matemática, pueden favorecer el compromiso cuando el tiempo de clase se usa para aplicar y discutir. Sin embargo, UNESCO (2023) advierte que la tecnología educativa debe evaluarse por su pertinencia, equidad y sostenibilidad, no por su novedad. En este estudio, la Realidad Aumentada no fue el centro de la intervención, sino un recurso al servicio de la representación matemática. Esta decisión es coherente con el Ministerio de Educación del Perú, que plantea que el área de Matemática debe desarrollar competencias

de resolución, comunicación, representación y argumentación (MINEDU, 2016). También se articula con la perspectiva de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, para la cual la educación contribuye a la igualdad y a la participación social cuando fortalece capacidades desde la base (CEPAL, 2024).

La correlación positiva alta entre implementación activa y colaboración cooperativa puede interpretarse como evidencia de que la participación aumenta cuando la clase ofrece estructuras concretas para participar. No basta con pedir que los estudiantes participen; se deben diseñar condiciones para que participen. Ayari, Sellami, Santhosh, Naji, Al-Ali y Al-Hazbi (2025) resaltan que el aprendizaje basado en problemas en matemática escolar requiere implementación cuidadosa y evaluación de resultados. En el mismo sentido, Valenzuela-Peñuñuri et al. (2024) destacan que motivación, autoeficacia y compromiso afectivo se relacionan en el aprendizaje de ciencia y matemática. Por ello, la propuesta no solo planteó problemas, sino que incluyó roles, ayudas, preguntas, retroalimentación y bitácoras de error. Esta articulación explica que la participación no se haya quedado en entusiasmo momentáneo, sino que se haya asociado con destrezas matemáticas medibles.

Los resultados de la prueba t de Student y de la d de Cohen fortalecen la interpretación del impacto. La significancia estadística mostró diferencias entre grupos, mientras que el tamaño del efecto indicó relevancia práctica. Este doble análisis es fundamental porque la investigación educativa no debe limitarse a decir que una diferencia es significativa; debe explicar si esa diferencia tiene sentido pedagógico. En este caso, los efectos grandes y muy grandes son coherentes con una intervención intensiva, estructurada y alineada con destrezas. Aun así, al tratarse de datos simulados, estos valores deben leerse como ejemplo de presentación académica y no como evidencia empírica real. En un estudio aplicado con datos reales, sería necesario controlar variables como desempeño previo, asistencia, dominio docente de la metodología, acceso a recursos tecnológicos, tiempo de aplicación y clima de aula.

La discusión permite sostener que el aprendizaje activo en matemática funciona mejor cuando integra cuatro condiciones: desafío cognitivo, interacción social, representación múltiple y retroalimentación formativa. Freeman, Prince, Chi y Deslauriers explican la superioridad de la actividad intelectual frente a la recepción pasiva; Fredricks, Skinner, Olivier y Valenzuela-Peñuñuri ayudan a comprender la dimensión motivacional y participativa; Hattie, Timperley y Sortwell fundamentan la función de la

retroalimentación; Siller, Ahmad, Talkhan, Alhubaidah, Muthanna, Qadhi y Žakelj sostienen el valor de la cooperación y la experiencia en matemática; Lo y Hew aportan evidencia sobre entornos activos apoyados en tecnología; Ayari, Sellami, Santhosh, Naji, Al-Ali y Al-Hazbi fortalecen la lectura del aprendizaje basado en problemas; Taber, Tavakol, Dennick, Bonett y Wright respaldan la importancia de instrumentos confiables y bien interpretados. En conjunto, estos autores permiten afirmar que la participación matemática no se improvisa: se diseña, se acompaña, se evalúa y se retroalimenta.

La principal contribución del estudio es integrar participación y destrezas matemáticas en una propuesta didáctica concreta. Muchas intervenciones buscan mejorar rendimiento sin atender la participación, o motivar la clase sin medir destrezas. *Matemática Activa 4D-RA* intenta unir ambos planos: el estudiante participa porque tiene una tarea significativa, y aprende porque esa participación está orientada a resolver, representar, argumentar y comunicar. Esta integración responde a los desafíos actuales de la Educación Básica, donde la matemática debe dejar de ser una experiencia de silencio y reproducción para convertirse en un espacio de pensamiento, diálogo y acción.

### **Conclusiones**

El estudio permite concluir que las estrategias didácticas basadas en aprendizaje activo, organizadas en la propuesta *Matemática Activa 4D-RA*, fortalecen la participación de los estudiantes de Educación Básica en matemática cuando articulan problemas contextualizados, cooperación estructurada, representación múltiple, retroalimentación formativa y análisis del error. Los resultados simulados evidenciaron mejores desempeños del grupo experimental en comprensión, selección de estrategias, representación, argumentación y comunicación de procedimientos. La contribución científica del artículo consiste en mostrar que la participación no debe tratarse como un elemento motivacional secundario, sino como una condición pedagógica directamente relacionada con el desarrollo de destrezas matemáticas.

Asimismo, el uso de medidas estadísticas como la correlación de Pearson, la *t* de Student y la *d* de Cohen permitió interpretar la intervención desde la asociación, la diferencia y la magnitud del efecto. Esta lectura integral ofrece una ruta metodológica para futuras investigaciones cuasi experimentales en Educación Básica. Se recomienda que estudios posteriores apliquen la propuesta con datos reales, muestras más amplias y seguimiento longitudinal, a fin de verificar si las mejoras en participación y destrezas matemáticas se sostienen en el tiempo y en distintos contextos escolares.

**Referencias**

- Ayari, M. A., Sellami, A. S. A., Santhosh, M. E., Naji, K. K., Al-Ali, A. A., & Al-Hazbi, S. M. A. (2025). From problems to performance: A systematic review of problem-based learning in K-12 mathematics. *Frontiers in Education*, 10, 1731307. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1731307>
- Bonett, D. G., & Wright, T. A. (2015). Cronbach's alpha reliability: Interval estimation, hypothesis testing, and sample size planning. *Journal of Organizational Behavior*, 36(1), 3–15. <https://doi.org/10.1002/job.1960>
- Byun, J., & Joung, E. (2018). Digital game-based learning for K–12 mathematics education: A meta-analysis. *School Science and Mathematics*, 118(3–4), 113–126. <https://doi.org/10.1111/ssm.12271>
- Chi, M. T. H. (2009). Active-constructive-interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in Cognitive Science*, 1(1), 73–105. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2008.01005.x>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2024). Educación. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/temas/educacion>
- Deslauriers, L., McCarty, L. S., Miller, K., Callaghan, K., & Kestin, G. (2019). Measuring actual learning versus feeling of learning in response to being actively engaged in the classroom. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(39), 19251–19257. <https://doi.org/10.1073/pnas.1821936116>
- Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: Potential of the concept, state of the evidence. *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109. <https://doi.org/10.3102/00346543074001059>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Kingston, N., & Nash, B. (2011). Formative assessment: A meta-analysis and a call for research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30(4), 28–37. <https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2011.00220.x>

- Lo, C. K., & Hew, K. F. (2021). Student engagement in mathematics flipped classrooms: Implications of journal publications from 2011 to 2020. *Frontiers in Psychology*, 12, 672610. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.672610>
- Ministerio de Educación del Perú. (2016). Programa curricular de Educación Primaria. MINEDU. <https://www.minedu.gob.pe/curriculo/pdf/programa-nivel-primaria-ebr.pdf>
- Olivier, E., Archambault, I., De Clercq, M., & Galand, B. (2019). Student self-efficacy, classroom engagement, and academic achievement: Comparing three theoretical frameworks. *Journal of Youth and Adolescence*, 48, 326–340. <https://doi.org/10.1007/s10964-018-0952-0>
- Prince, M. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Siller, H.-S., & Ahmad, S. (2024). Analyzing the impact of collaborative learning approach on grade six students' mathematics achievement and attitude towards mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 20(2), em2395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/14153>
- Skinner, E. A., Furrer, C. J., Marchand, G. C., & Kindermann, T. A. (2008). Engagement and disaffection in the classroom: Part of a larger motivational dynamic? *Journal of Educational Psychology*, 100(4), 765–781. <https://doi.org/10.1037/a0012840>
- Sortwell, A., Trimble, K., Ferraz, R., Geelan, D. R., Hine, G., Ramirez-Campillo, R., Carter-Thuiller, B., Gkintoni, E., & Xuan, Q. (2024). A systematic review of meta-analyses on the impact of formative assessment on K–12 students' learning: Toward sustainable quality education. *Sustainability*, 16(17), 7826. <https://doi.org/10.3390/su16177826>
- Strelan, P., Osborn, A., & Palmer, E. (2020). The flipped classroom: A meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels. *Educational Research Review*, 30, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100314>
- Taber, K. S. (2018). The use of Cronbach's alpha when developing and reporting research instruments in science education. *Research in Science Education*, 48, 1273–1296. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2>

- 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*, 11, 102247. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2025.102247>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- UNESCO. (2023). Technology in education: A tool on whose terms? *Global Education Monitoring Report 2023*. UNESCO. <https://www.unesco.org/gem-report/en/publication/technology>
- Valenzuela-Peñuñuri, R., Duarte-Rodríguez, M., & Guillén-Lúgigo, M. (2024). Academic motivation and affective engagement toward science and math: The mediating role of self-efficacy. *Frontiers in Education*, 9, 1385848. <https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1385848>
- Žakelj, A. (2024). Evaluating the impact of active and experiential learning in mathematics: An experimental study on eighth-grade student outcomes. *Cogent Education*, 11(1), 2436698. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2024.2436698>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés