

## Influencia del método Montessori en el aprendizaje de la matemática escolar

### Influence of the Montessori method on learning school mathematics

Víctor Miguel Ángel Burbano-Pantoja<sup>1</sup>

Alexandra Munévar-Sáenz<sup>2</sup>

Margoth Adriana Valdivieso-Miranda<sup>3</sup>

**Recibido:** abril 25 de 2021

**Aceptado:** junio 29 de 2021

#### Resumen

Actualmente, el aprendizaje de la matemática escolar se ha constituido en un problema latente, generado por diversos factores, entre ellos, los métodos usados por el profesor. El objetivo de la investigación consistió en establecer la influencia que tiene el método Montessori en el fortalecimiento del pensamiento lógico-matemático en los infantes de grado tercero, en una Institución educativa colombiana. La metodología fue cuantitativa, con diseño cuasi-experimental; la información fue recogida en un diario de campo por observación directa y una prueba de entrada-salida; los datos se procesaron con el software SPSS y las hipótesis se comprobaron con la prueba de Wilcoxon. Los resultados mostraron que el método Montessori plasmado en una secuencia didáctica, influyó de manera significativa en el aprendizaje estudiantil asociado a las operaciones de adición y multiplicación con números naturales. Se concluye que este método promueve el aprendizaje significativo de los escolares, basado en experiencias y descubrimientos.

**Palabras clave:** método Montessori, pensamiento lógico-matemático, operaciones básicas, educación primaria.

#### Abstract

Currently, the learning of school mathematics has become a latent problem, generated by various factors, including the methods used by the teacher. The objective of the research was to establish the influence of the Montessori method in strengthening logical-mathematical thinking in third grade infants, in a Colombian educational institution. The methodology was quantitative, with a quasi-experimental design; the information was collected in a field diary by direct observation and an entry-exit test; the data were processed with the SPSS software and the hypotheses were verified with the Wilcoxon test. The results showed that the Montessori method, embodied in a didactic sequence, significantly influenced student learning associated with the operations of addition and multiplication with natural numbers. It is concluded that this method promotes meaningful learning in schoolchildren, based on experiences and discoveries.

**Keywords:** Montessori method, logical-mathematical thinking, basic operations, primary education.

1 Licenciado en Matemáticas, Doctor en Ciencias de la Educación, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. E-mail: victor.burbano@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3561-1886>

2 Licenciada en Educación Básica con énfasis en Matemáticas, Lengua Castellana y Humanidades, Magíster en Didáctica de las Matemáticas, Escuela Normal Superior Sor Josefa del Castillo y Guevara, Chiquinquirá, Colombia. E-mail: alexandra.munavar@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8176-5077>

3 Licenciada en Matemáticas, Magíster en Ciencias – Estadística, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. E-mail: margoth.valdivieso@uptc.edu.co

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3617-928X>

## 1. Introducción

Históricamente, la matemática ha sido un campo del saber humano fundamental para razonar, analizar, abstraer y entender el mundo que nos rodea, al igual que para plantear soluciones a problemas suscitados en: la vida cotidiana, la naturaleza y las diversas actividades efectuadas por el hombre, en el intento por satisfacer sus necesidades primarias, productivas y de esparcimiento. Sin embargo, por sus altos niveles de abstracción, el aprendizaje de la matemática se les ha dificultado a un porcentaje alto de escolares en los distintos niveles educativos (De Mattos, 2011), llegándose a convertir en un obstáculo para alcanzar sus objetivos escolares, tornándose como un impedimento cognitivo con consecuencias emocionales y académicas, que afectan su formación integral en algún sentido (Gamboa, 2014). Otro factor que influye en el aprendizaje de la matemática es el maestro, al poner en juego sus métodos de enseñanza, creencias, aptitudes y actitudes cuando interactúa con sus estudiantes en el aula.

Durante el proceso Enseñanza-Aprendizaje (E-A) de la matemática, el profesor puede utilizar métodos convencionales o tradicionales, con cargas altas de abstracción, caracterizados por la secuencia: definición, ejercitación, aplicación y evaluación (Burbano-Pantoja et al., 2017). También puede recurrir a metodologías alternativas focalizadas en el uso de materiales concretos, que posibiliten ir paulatinamente hacia la comprensión de los conceptos matemáticos, con la realización de cálculos y su aplicación en situaciones reales (Calva, Quijano & Estrella, 2017). En este contexto, las comunidades educativas muestran una continua preocupación por el poco desarrollo del pensamiento matemático de los escolares, en los distintos niveles de la educación básica. En particular, se observa un bajo nivel de desarrollo en lo referente al Pensamiento Lógico Matemático (PLM), en los grados inferiores de la educación primaria, atribuibles a diversos factores, entre ellos, la motivación estudiantil, la dificultad de las temáticas, las didácticas específicas utilizadas por los maestros

de matemáticas (Naranjo, Mercedes & Puga, 2016), y al conocimiento didáctico del contenido asociados con otros pensamientos (Burbano, Valdivieso & Burbano, 2020).

En referencia al desarrollo del pensamiento matemático a inicios de la etapa escolar, diferentes pensadores y pedagogos han investigado los cambios cognitivos que se pueden generar en los niños durante el proceso E-A de la matemática, encontrando que, desde la primera infancia, las acciones pedagógicas, didácticas y tecnológicas pertinentes, influyen en la evolución de tal pensamiento en el infante (Hidalgo, 2018). En este sentido, la intervención oportuna del profesor mediante el uso de métodos alternativos como los de: Montessori, Waldorf, Pestalozzi, inteligencias múltiples, pensamiento crítico (Núñez, Gallardo, Aliaga & Díaz, 2020), entre otros, puede acrecentar el PLM de los escolares, el cual ha de contribuir al desarrollo de los cinco pensamientos matemáticos: numérico, geométrico, métrico, aleatorio y variacional. Por ejemplo, Aristizábal, Colorado y Gutiérrez (2016), mencionan que “la comprensión de operaciones aritméticas como la adición, la sustracción, la multiplicación y la división, transforma la educación y el pensamiento numérico” (p.120) con el uso del PLM.

Sin embargo, en Colombia se ha observado que en los distintos niveles educativos y en particular en los grados de educación básica primaria, los estudiantes presentan niveles bajos en sus desempeños en el área de matemáticas, tanto en las pruebas internas que realizan los colegios como en las pruebas de estado (Montero & Mahecha, 2020). También se han detectado algunas falencias en las pruebas Saber de estudiantes de grado tercero y noveno, asociadas con: la falta de interpretación y representación del sistema decimal de numeración, la poca comprensión de ciertas operaciones con números naturales y bajos puntajes obtenidos al contestar preguntas con nivel medio y alto (ICFES, 2018) atribuibles al poco desarrollo del PLM. En estas circunstancias, la pregunta que orientó el trabajo investigativo fue ¿Cómo fortalecer el

PLM en estudiantes de grado tercero con el método Montessori en la Escuela Normal Superior Sor Josefa del Castillo y Guevara, del municipio de Chiquinquirá-Boyacá, en Colombia?

## 2. Metodología

### 2.1 Aspectos conceptuales

En concordancia con Piaget (1968), el PLM y la inteligencia en general son el resultado de la interacción de cuatro factores: el desarrollo del niño asociado con el crecimiento físico y la maduración psicológica, las experiencias acumuladas, la transmisión social (activación de pre conceptos para asimilar un nuevo concepto), y la equilibración o estructuración del nuevo concepto en la red cognitiva del individuo. En este contexto, el PLM es la habilidad que desarrolla el ser humano para comunicarse y relacionarse con el medio que le rodea. El pensamiento lógico puede potenciarse por medio de la racionalidad y de la argumentación, las cuales implican saber dar y pedir razones sobre un determinado proceso, y en algunos casos, tener la capacidad de avanzar hacia la demostración formal, a través del uso de proposiciones lógicas (Inhelder & Piaget, 1985).

Montessori (1947), menciona que desde la edad inicial se debe ejercitar a los infantes por medio de los sentidos en todas sus formas; es por eso que los materiales concretos son de gran significado durante el proceso E-A de la matemática. Por otro lado, Naranjo et al. (2016), indican que el pensamiento lógico es la capacidad de entender todo. Allí, el individuo desde su racionalidad quiere explorar el entorno que lo rodea o busca seguir patrones como sus padres, docentes o cuidadores para experimentar las áreas del conocimiento, adquiriendo habilidades para desenvolverse en las actividades que requieran ejercitar el pensamiento lógico.

Miranda, Marzano y Lytras (2017), sostienen que el método Montessori es una propuesta pedagógica fundamentada en la observación de los intereses, capacidades y potencialidades del

niño, para orientar su aprendizaje y crecimiento personal. En tal propuesta, el individuo aprende por medio de material didáctico apropiado y la experiencia que adquiere en el medio donde se desenvuelve; también el niño es capaz de autocorregirse, prepararse mentalmente ante cualquier situación problema para resolverla, teniendo en cuenta lo aprendido anteriormente. Además, entre los seis y los 12 años de edad, el individuo hace una transición entre la mente absorbente y la mente razonadora, generándose un conocimiento más estructurado lógicamente; por consiguiente, el estudiante utiliza la imaginación y pregunta las cosas que le causan curiosidad. En estas circunstancias, el pensamiento lógico actúa permanentemente y cuando el niño pasa de una acción a otra es capaz de producir su propio conocimiento de forma natural o espontánea, para lograr el desarrollo de su propia inteligencia.

El método Montessori incluye un entorno de aprendizaje preparado previamente por el docente, el cual ha de ser: ordenado, simple, estético, real y provisto de materiales concretos que tengan una razón de ser en el aprendizaje escolar (Acevedo & Rochapea, 2015). Tal entorno se ha de adecuar a cada una de las cuatro etapas planteadas por Montessori: i) Mente absorbente (de cero a seis años), ii) Adquisición de la cultura y plan cósmico, el niño tiene dudas, hace preguntas y busca explicaciones (más de seis y hasta 12 años), iii) Adolescencia (de 13 a 18 años), y iv) Madurez (más de 18 años). En este método el principal protagonista es el estudiante, quien aprende con autonomía, confianza, libertad y respeto; sin embargo, el docente, la familia y los materiales apoyan el proceso de aprendizaje. El profesor es un orientador del aprendizaje mediante actividades planeadas (secuencia didáctica) y proporcionando materiales pertinentes; la familia apoya con la realización de actividades en casa, el fomento de la disciplina y los valores; y con frecuencia se usan materiales del entorno (Díaz, 2019).

El objetivo fundamental de los materiales Montessori es desarrollar las habilidades cognitivas en el aula de clase; además moldean y

perfeccionan el pensamiento. En la filosofía del método Montessori (1947), se proponen tres etapas fundamentales para acrecentar tales habilidades: i) la experimentación manipulativa, sensorial y concreta, porque el niño aprende a utilizarlos, construye su propio conocimiento y razona según el área en que se desenvuelva, ii) la abstracción se hace sin tanto esfuerzo, aquí actúan los sentidos y la imaginación para aprender cosas nuevas, y iii) la adquisición del concepto, ocurre cuando se eliminan las barreras de conocimiento y se estimula la acción del niño buscando aprobación para el progreso y la autoconstrucción del pensamiento. Los materiales pueden ser estructurados o no; los primeros son creados para apoyar el aprendizaje, incluso con el uso de las TIC (González, 2018) y los segundos se pueden observar en el entorno pero han de activar la imaginación, la intuición, el razonamiento lógico (Callingham & Siemon, 2021), y el pensamiento crítico (Núñez et al., 2020).

Entre los materiales susceptibles de usar durante el aprendizaje de la matemática y en particular para el PLM, pensamiento numérico y geométrico, entre otros, están: los bloques lógicos, el ábaco, el tangram, las regletas de Cuisenaire, los cubos base diez, el geo-plano, los pentominós, el sudoku, las geo-formas, la torre de Hanoi, el parqués, el ajedrez, las barajas, el dominó y recursos didácticos elaborados con materiales del entorno (Lucas, 2015). Algunos de estos materiales fueron utilizados por Montessori, Pestalozzi y otros pedagogos impulsores de la escuela activa (Neta & dos Santos, 2020).

Por otra parte, en el método Montessori, la evaluación se basa en la observación; para esto, el docente lleva un cuaderno de trabajo o un diario de campo donde registran las acciones, las actuaciones, los aciertos y errores estudiantiles, la disciplina y creatividad de los niños. Se generan dos tipos de valoración de los aprendizajes: uno cualitativo tendiente a describir el avance del escolar y otro de tipo cuantitativo que asigna puntuaciones asociadas con los logros individuales, no hay exámenes como en los métodos tradicionales sino valoración de la capacidad de

reflexión, creatividad, razonamiento y criterio estudiantil para realizar sus trabajos (Arias-Vivanco, 2018).

Con respecto a los antecedentes regionales, se describe la exploración de Merchán y Márquez (2017), destinada a desarrollar habilidades lógico-matemáticas mediante la aplicación pedagógica de juegos de estrategia, los cuales mejoran los conocimientos matemáticos y posibilitan la adquisición de nuevos conceptos que ayudan al desarrollo cognitivo. Por su parte, Jiménez y Espinosa (2019), elaboraron un trabajo focalizado en fortalecer el pensamiento matemático con el uso continuo del material manipulativo en un aula multigrado, para que los estudiantes comprendieran y desarrollaran con asertividad diversas situaciones problema.

En el contexto nacional, García y Durán (2019), efectúan un estudio para determinar y caracterizar el nivel de desarrollo del PLM para luego aplicarlo en las áreas de la vida personal y profesional. Además, García, Calderón y Tobar (2014), plantean fortalecer la comprensión de las operaciones básicas de multiplicación y división, lográndose la apropiación del aprestamiento autodidáctico y despertándose el interés de los infantes. Asimismo, Valvuenza, Padilla y Rodríguez (2018), contrastan la inteligencia lógico matemática con el quehacer docente para que lo potencie en el estudiante de forma creativa y didáctica, a fin de fortalecer las aptitudes aprendidas durante el proceso estudiantil.

En el ámbito internacional, Araya, Giaconi y Martínez (2019), sostienen que los entornos didácticos en los que interactúan los individuos, influyen en el desarrollo del pensamiento matemático creativo; los autores encontraron que hay un 16% de variabilidad en la creatividad matemática de los infantes participantes de su estudio, de modo que el proceso E-A interviene en el desarrollo cognitivo del estudiante. En su estudio, Quispe (2015), demuestra que se puede trabajar el método Montessori en niños con discapacidad visual; esto ya que en la institución donde se aplicó dicho método, se obtuvo que el 85.7% de los estudiantes lograron

abstraer conceptos numéricos, operacionales, lógicos y geométricos, por medio de materiales Montessori táctiles para generar sensaciones y emociones en los escolares. En el trabajo de Murillo, Román y Atrio (2016), se establece que, la disponibilidad de los recursos didácticos aumenta la capacidad intelectual del niño, obteniendo mejores resultados; además, en el ambiente de aprendizaje influyen: el estudiante, el aula, la escuela y los recursos que los gobernantes aporten a las instituciones educativas.

Los elementos conceptuales expuestos y los antecedentes abordados, proporcionaron ideas fuerza para la realización del presente trabajo investigativo, cuyo objetivo se focalizó en fortalecer el PLM por medio de procesos experimentales y la adquisición de conceptos al manipular materiales Montessori de manera creativa y autónoma, asociado con situaciones aditivas y multiplicativas en el conjunto de los números naturales. En este contexto, se pretende acrecentar los niveles de PLM, representación, interpretación y elaboración de conjeturas con las operaciones de adición y multiplicación, en el grado tercero de educación primaria. También se busca generar información adicional que permita establecer si los materiales Montessori utilizados en una secuencia didáctica, mejoran el aprendizaje en los niños. Los resultados obtenidos pueden ser aprovechados para que el docente reflexione y proponga planes de intervención en el aula.

## 2.2 Aspectos metodológicos

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, ya que abarca un conjunto de procesos empíricos que implican el análisis y la colecta de datos cuantitativos, provenientes de las observaciones realizadas en campo y asociados con las variables de estudio (Hernández & Mendoza, 2018). El diseño fue cuasi-experimental, porque se aplica una prueba de entrada y salida; es decir, una pre-prueba y pos-prueba, entre las cuales se realiza un proceso destinado a estimular el aprendizaje estudiantil por medio de una secuencia didáctica. En efecto, el tratamiento o secuencia

didáctica tenía como fin el análisis y desarrollo de las operaciones aditivas y multiplicativas, para fortalecer el PLM de los mismos con el método Montessori. El grupo objeto de estudio se constituyó por 30 estudiantes de grado tercero, de la Institución educativa 'Normal Superior' ubicada en Chiquinquirá-Boyacá, en Colombia.

El grupo se conformó a través de un muestreo por conveniencia y había sido asignado a una docente al inicio del año escolar, por cuanto en años anteriores ya había interactuado con los estudiantes de este grupo y había diagnosticado algunas potencialidades y debilidades en el aprendizaje de las matemáticas. Las Directivas de la Institución dieron el aval para desarrollar la investigación, y los padres de familia firmaron un consentimiento informado, en el cual se les indicaba que la información se manejaría bajo el código ético (Ley habeas data) con fines académicos e investigativos y se guardaría total confidencialidad.

Los instrumentos utilizados para recolectar los datos, fueron: una rejilla de planificación del aprendizaje con el método Montessori, un diario de campo que incluyó una rejilla de observación (Hernández & Mendoza, 2018), la prueba inicial y final; estas pruebas fueron validadas mediante juicio de dos expertos con maestría en didáctica de la matemática. Entre los materiales usados en la aplicación de la secuencia didáctica, están: plantillas, regletas, tapete y tablero pitagórico Montessori, cubos multi-base, pirámides aditivas, bloques lógicos y video-tutoriales del método de Montessori.

Las principales variables intervinientes en el proceso investigativo, fueron: el PLM, que corresponde a la variable dependiente, y el método Montessori que hace referencia a la variable independiente; estas posibilitan evaluar la influencia que tiene el método Montessori sobre el PLM de los escolares. En este contexto, se implementó una secuencia didáctica basada en el método Montessori, la cual se efectuó durante cuatro semanas, dos días a la semana, con dos horas diarias de clase. La secuencia se trabajó de forma virtual a través de la plataforma Classroom, y de

manera física mediante las evidencias que se recolectaron con las actividades elaboradas por niños con el uso de materiales Montessori. Los tópicos abordados, fueron: a) unidad, decena, centena y unidades de millar, b) propiedades de la adición, c) multiplicación por unidades y factores que terminan en cero, d) propiedades de la multiplicación, e) multiplicación por factores de dos, tres y más cifras, y f) múltiplos de un número natural.

En las siguientes hipótesis a probar, se utilizó un nivel de significación del 5% en el proceso inferencial (Mendoza, Burbano & Valdivieso, 2019); H0: La aplicación de la secuencia didáctica no mejora los procesos aditivos y multiplicativos con el método Montessori, en los educandos participantes. H1: La aplicación de la secuencia didáctica si mejora de manera significativa los procesos aditivos y multiplicativos con el método Montessori, en los participantes.

El procesamiento de la información textual se realizó de forma manual, y consistió en analizar los datos provenientes de las palabras propias de los escolares, sus acciones en el ambiente Montessori y sus maneras de sentir, pensar y actuar durante el proceso de aprendizaje en cada clase, para luego narrar e interpretar las observaciones registradas en el diario de campo (Taylor & Bogdan, 1987). Los datos cuantitativos se procesaron a través del software estadístico SPSS, en su versión de prueba disponible de forma gratuita en internet por treinta días; este paquete estadístico hizo posible conformar tablas para resumir datos, determinar porcentajes, promedios y desviaciones estándar correspondientes a los datos cuantitativos; además, permitió efectuar la comprobación de las hipótesis por medio de la prueba de Wilcoxon para muestras emparejadas. Para terminar se realizó un proceso de triangulación de la información cuantitativa, similar al mencionado en Burbano et al. (2020).

### 3. Resultados y discusión

A continuación, se describen los hallazgos del trabajo investigativo: en primera instancia se indican los resultados de la pre-prueba, los cuales reflejan el estado inicial de los escolares. En seguida, se describen los hallazgos provenientes de aplicar la secuencia didáctica basada en el método Montessori. Se continúa con los resultados de aplicar la pos-prueba y, finalmente, se establece la eficiencia de tal método mediante la prueba de Wilcoxon complementada (triangulada) con los hallazgos de los datos textuales, como consecuencia del análisis descriptivo-explicativo inferencial.

#### 3.1 Análisis exploratorio de datos en la pre-prueba

Los estudiantes valorados fueron 30, quienes en una escala de cero a 100 puntos, obtuvieron un promedio de 77.83, con una desviación estándar (DS) de 21.563, el puntaje mínimo fue de 40 puntos y el máximo de 100 (ver Tabla 1). Estos resultados reflejaron que los escolares del grupo de estudio obtuvieron puntajes relativamente dispersos. Con base en los ítems que conformaron la pre-prueba y un conteo de los puntajes, se observó que cinco escolares obtuvieron 100 puntos, estos estudiantes presentaban mayor habilidad para comprender las situaciones problema planteadas y resolver los problemas aditivos y multiplicativos; solamente un estudiante obtuvo 40 puntos, diez lograron desde 45 hasta 65 puntos y 14 alcanzaron un puntaje desde 70 hasta 95. Los escolares con bajos puntajes presentaban dificultades de razonamiento lógico, leen el problema pero no entienden los procesos requeridos para resolverlo, se desesperan un poco y escriben algunas respuestas incoherentes. Quienes obtuvieron puntajes altos pero inferiores a los 100 puntos, aún requieren mejorar sus habilidades referidas al PLM y a la resolución de problemas de forma autónoma.

Tabla 1. Promedio del grupo en la pre-prueba.

| N: Tamaño del grupo | 30     |
|---------------------|--------|
| Promedio            | 77.83  |
| DS                  | 21.563 |
| Mínimo              | 40     |
| Máximo              | 100    |

En general, se observa que el conocimiento de los infantes está poco estructurado para responder con objetividad a las preguntas formuladas en la pre-prueba; algunos estudiantes tienen ciertas ideas para resolver el problema pero no las concretan, por ejemplo, se les dificulta efectuar operaciones aditivas de forma mental o escrita y evitan dar un resultado porque no están seguros de haber efectuado correctamente la tarea propuesta; similar situación se tiene con las situaciones multiplicativas.

### 3.2 Hallazgos asociados con el método Montessori

Teniendo en cuenta la prueba diagnóstica, los datos textuales del diario de campo reflejaron que: la docente diseñó y ejecutó una secuencia didáctica basada en el método Montessori para fortalecer el PLM con actividades recreativas y de aprendizaje, soportadas en los materiales concretos: regletas Montessori, tablero Pitágoras-Montessori, tablero de ajedrez y los bloques lógicos, en el propósito de superar las dificultades detectadas y mejorar el PLM de los escolares. La secuencia contempló tres etapas.

En la fase experimental, el infante observa, explora y manipula el material. En este caso, se observó que, hay presencia de curiosidad, alegría, diversión, emoción, intensidad de seguir explorando y obtener resultados acertados frente a las actividades propuestas en una guía de trabajo bajo la orientación docente, la cual primero abordaba situaciones aditivas y luego multiplicativas.

El análisis textual del diario de campo y la rejilla de observación evidenciaron que, en la segunda fase o de abstracción, el niño a partir de su imaginación e intuición y sus descubrimientos sucesivos, mejora sus procesos creativos e interpretativos, ejercita de forma autónoma su cálculo mental sin desesperarse y realiza operaciones aditivas y multiplicativas sin recurrir a la calculadora o al celular sino al tapete y demás materiales Montessori.

En la tercera fase o de adquisición del concepto, se observa que el escolar razona, reconoce y aplica determinados conceptos en las situaciones problema planteadas en la guía, asocia y estructura nuevos conceptos en su cerebro que los utiliza para resolver el problema que sigue. Es decir, el niño asimila y muestra mayor capacidad de expresar y recordar el proceso que se ha realizado, generando soluciones cada vez más correctas y creativas; lo cual proporciona indicios de que su PLM se ha acrecentado. También se observó que los niños aprenden con alegría, más libertad y a su propio ritmo, motivados por los materiales y el ambiente virtual, junto al profesor y sus padres.

### 3.3 Análisis de los datos de la pos-prueba

Los resultados de la pos-prueba indicaron que, el promedio de las valoraciones fue de 96.50 y una DS de 4.385. El puntaje mínimo fue de 80 y el máximo de 100 puntos (ver Tabla 2). Además, se estableció que, 14 estudiantes alcanzaron 100 puntos, 13 lograron 95, dos obtuvieron 90 y un escolar resultó con 80 puntos. Estos puntajes reflejan que los escolares obtuvieron puntajes más altos y menos dispersos.

Tabla 2. Promedio del grupo en la pos-prueba.

| <b>N: Tamaño del grupo</b> | <b>30</b> |
|----------------------------|-----------|
| Promedio                   | 96.50     |
| DS                         | 4.385     |
| Mínimo                     | 80        |
| Máximo                     | 100       |

Estos resultados indican un aumento grande del PLM de los escolares, los cuales concuerdan con los hallazgos obtenidos en la exploración de los datos textuales (cualitativos) provenientes del diario de campo. Estas mejoras son atribuibles al uso de los materiales Montessori, en particular, los escolares han aprendido creativamente y por descubrimiento al manipular los materiales y acrecentar su razonamiento en torno a las situaciones problema planteadas, han asimilado nuevos conceptos como producto de la experimentación sensorial orientada por la docente. El análisis descriptivo proporciona evidencias de que la secuencia didáctica ha sido eficiente para fortalecer el PLM tanto de los niños que obtuvieron bajos puntajes en la pre-prueba, como de aquellos que lograron altos puntajes y han mejorado su capacidad para resolver situaciones aditivas y multiplicativas con números naturales.

Estos hallazgos se fortalecen con la determinación de los porcentajes de mejora, al com-

parar los puntajes obtenidos en pos-prueba con respecto a la pre-prueba (ver Tabla 3). Los porcentajes positivos, indican que 20 escolares lograron una mejora de su PLM por medio del método de Montessori. Sin embargo, seis presentan porcentajes negativos, lo cual significa que en la primera prueba obtuvieron puntajes altos y en la pos-prueba el puntaje fue inferior; el diálogo entre ellos y la docente permitió establecer que fue por el exceso de confianza de los niños, el no haber leído con detenimiento las situaciones problema y no seguir puntualmente las orientaciones de la docente sobre el uso de los materiales Montessori al inicio y durante la pos-prueba. Además, 4 estudiantes obtuvieron un porcentaje de 0%, esto indica que lograron un puntaje estable; es decir resolvieron las situaciones problema con la aplicación del método pero su puntaje final no aumentó ni disminuyó.

Tabla 3. Porcentajes de mejora en la pos-prueba.

| <b>No.</b> | <b>Porcentaje de mejora</b> | <b>No.</b> | <b>Porcentaje de mejora</b> | <b>No.</b> | <b>Porcentaje de mejora</b> |
|------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| 1          | 81,82%                      | 11         | -10%                        | 20         | -5%                         |
| 2          | 100%                        | 12         | 53,85%                      | 21         | 5,26%                       |
| 3          | -5,26%                      | 13         | -5%                         | 22         | 5,26%                       |
| 4          | 42,86%                      | 14         | 0%                          | 23         | 25%                         |
| 5          | 137,50%                     | 15         | -20%                        | 24         | 35,71%                      |
| 6          | 81,82%                      | 16         | 111,11%                     | 25         | 11,11%                      |

|    |        |    |         |    |        |
|----|--------|----|---------|----|--------|
| 7  | 53,85% | 17 | 111,11% | 26 | 0%     |
| 8  | 0%     | 18 | 5,26%   | 27 | 72,73% |
| 9  | 100%   | 19 | 0%      | 28 | 5,26%  |
| 10 | -5%    | 20 | -5%     | 29 | 5,26%  |

### 3.4 Análisis inferencial

Los resultados de la Tabla 4 permiten inferir que la secuencia didáctica fue eficiente, ya que el promedio de los porcentajes de mejora fue de 36.15%, con una DS de 46.07. El porcentaje de

mejora máximo fue de 137.5% y el mínimo de -20%; esto es indicativo que un alto porcentaje de estudiantes mejoró su PLM con el método Montessori y en un bajo porcentaje de ellos, su efecto fue poco notorio.

**Tabla 4.** Porcentaje promedio de mejora.

| N: Tamaño del grupo | 30     |
|---------------------|--------|
| Promedio            | 36.15% |
| DS                  | 46.07% |
| Mínimo              | -20%   |
| Máximo              | 137.5% |

Con base en estos resultados, se hizo la comprobación de las hipótesis planteadas en la metodología. Con la prueba K-S de Kolmogorov-Smirnov al 5%, se determinó que los porcentajes individuales de mejora, no se comportaban de manera normal ya que el p-valor fue de 0.049 e inferior a 0.05; por esto no se pudo aplicar una prueba t-student para datos pre-prueba, pos-prueba. En consecuencia, fue necesario recurrir a la prueba de Wilcoxon para datos pareados; el p-valor obtenido en esta prueba fue de 0.001 (Asimpt. Sig-2 tailed), el cual es inferior 0.05. Por lo tanto, se establece que, en promedio, los porcentajes de mejora fueron significativos, lográndose un porcentaje de mejoría del 36.15%. Sin embargo, se presentó una alta variabilidad en los porcentajes individuales en tanto que variaron desde porcentajes bajos hasta un máximo del 137.5%. En conclusión, la secuencia didáctica basada en el método de Montessori mejoró el PLM y el aprendizaje en el

grupo de niños; lo cual significa que la variable independiente afectó de manera notable a la variable dependiente. Además, los hallazgos del análisis textual complementan esta conclusión.

### 3.5 Discusión

En este trabajo se logró el objetivo de fortalecer el PLM y el propósito de promover la creatividad, la experimentación, los conocimientos y la adquisición de conceptos a través de materiales manipulativos y del método de Montessori. Los participantes además de asimilar conceptos aditivos y multiplicativos, se divirtieron y trabajaron con disciplina, libertad, creatividad y alegría al interactuar con los materiales, la orientación de su docente y el apoyo de sus familiares para superar con éxito las situaciones planteadas, en un ambiente propicio, apoyado con herramientas vir-

tuales (González, 2018). Los educandos estuvieron atentos, fueron autónomos y se constituyeron en el centro del proceso E-A. Lo anterior guarda relación con lo expuesto por Neta y dos Santos (2020), cuando sugieren la necesidad de usar pedagogías activas para orientar el aprendizaje estudiantil.

Los resultados cuantitativos evidenciaron una notable mejoría en los puntajes obtenidos por los escolares, al pasar de un promedio de 77.83 en la pre-prueba a 96.5 en la pos-prueba. Es decir que, las actividades planeadas en la secuencia didáctica cubrieron las necesidades educativas diagnosticadas inicialmente en los estudiantes. De esta manera, la práctica pedagógica basada en el método Montessori, permitió establecer que los materiales concretos eran pertinentes y fueron esenciales para desarrollar el PLM en gran medida (Arias-Vivanco, 2018), aunque varios estudiantes no alcanzaron los niveles esperados. Además, se evidenció un buen aprestamiento autodidáctico efectuado por los escolares con los materiales manipulados, transitando más allá de los procesos mecánicos o memorísticos que caracterizan a los métodos tradicionales (Montessori, 1947). Uno de los beneficios obtenidos consistió en incrementar la capacidad estudiantil, orientada a: identificar, comparar, clasificar y usar el PLM de forma crítica en la estructuración del nuevo conocimiento, al mostrar las actividades desarrolladas de forma visual y manipulativa, en sentido semejante al mencionado por Núñez et al. (2020).

Asimismo, como se observa en los resultados cuantitativos de la pre-prueba y pos-prueba, los estudiantes tienen puntajes altos y porcentajes de mejora significativos, los cuales permiten inferir que, la secuencia didáctica basada en el método Montessori tuvo un rol fundamental en la comprensión de saberes matemáticos e influyó de manera positiva en la apropiación de los conceptos inherentes a la adición y multiplicación de números naturales. Estos hallazgos concuerdan con los de Jiménez y Espinosa (2019), en tanto que el material manipulativo coadyuva a que los estudiantes mejoren su pensamiento lógico, y resuelvan con asertividad situaciones problema en aritmética.

Además, el PLM fue acrecentándose paulatinamente, en tanto que los escolares interactuaban con los materiales Montessori y aplicaban de forma autónoma y creativa los conceptos que iban aprehendiendo de forma paulatina, hecho que se evidenció cuando los niños resolvían situaciones problema cada vez más complejas, con el transcurrir de la secuencia didáctica, con resultados comparables a los del estudio de Merchán y Márquez (2017). La diferencia entre los estudiantes con puntajes altos y quienes obtuvieron puntajes bajos reflejan que los seres humanos desarrollan su capacidad cognitiva a diferentes ritmos y en distintos lapsos de tiempo, pudiéndose atribuir a la forma de usar los materiales de activación sensorial (Lucas, 2015); de allí que el docente ha de reorientar sus procesos didácticos y propiciar que cada estudiante avance a su propio ritmo con la ayuda de los materiales Montessori u otros.

Cabe agregar que el trabajo colaborativo efectuado y la estrategia didáctica planificada, también coadyuvaron con el aumento de la atención, concentración, memoria a largo plazo y la calidad de vida de los escolares, al percibir que las matemáticas no son tan difíciles (Gamboa, 2014); esto si su aprendizaje se apoya con pedagogías alternativas.

En contraste, cuando los docentes presionan a los estudiantes con situaciones problema de todo tipo, sin planificación y con ausencia de material didáctico, coartan la libertad de aprender del estudiante y generan desconfianza en el educando; al contrario de lo que ha sucedido en este estudio, donde los niños han mostrado sus capacidades y han enfrentado con éxito las situaciones problema planteadas (Hidalgo, 2018). También se observó una mejoría en los niveles de autoestima, manifiesta a través del disfrute de las actividades mediadas con los materiales manipulativos y el desarrollo creativo de las mismas en el área de matemáticas, hallazgos que también son identificados y abordados por Acevedo y Rochapea (2015).

En síntesis, se observó que el educando se toma su tiempo para aprender, pero desarrolla habilidades, conocimientos y capacidades intelectuales.

tuales al manipular sus materiales y efectuar sus actividades de aprendizaje, aspectos también compartidos por Naranjo et al. (2016). Por lo tanto, el estudiante acrecienta su estructura cognitiva y amplía sus horizontes para alcanzar mejores puntajes cuando enfrente nuevas pruebas sin el temor a los exámenes (Arias-Vivanco, 2018), puesto que ha mejorado su capacidad para interpretar, formular y resolver problemas que se le puedan presentar en el contexto en que él vive o en las pruebas externas (Garcés & Hidalgo, 2019). Resulta gratificante para los estudiantes el haber podido aprender a través de pedagogías alternativas como el método de Montessori (Calva et al., 2017), y apartarse temporalmente de los métodos tradicionales caracterizados por la algoritmia, la memorización y la normatividad, para gozarse el aprendizaje de las matemáticas (Núñez et al., 2020).

Este trabajo aporta información adicional, la cual invita a que el docente reflexione y ubique pedagogías alternativas para promover el aprendizaje de la matemática. En este caso, se recomienda que el maestro primero se apropie del método de Montessori y luego planifique secuencias didácticas para intervenir el aprendizaje estudiantil, en concordancia con sus necesidades tanto individuales como grupales, de forma que promueva el desarrollo de competencias matemáticas con el apoyo de los materiales y de sus familiares.

#### 4. Conclusiones

El análisis cuantitativo permite concluir que el método Montessori, plasmado en una secuencia didáctica, influyó de manera positiva y significativa en el aprendizaje estudiantil asociado a las operaciones de adición y multiplicación con números naturales. Esto se evidencia en los notables incrementos del puntaje de los estudiantes, relacionados con la valoración de sus conceptos y habilidades para resolver determinadas situaciones problema. La prueba de hipótesis permitió determinar que el porcentaje global de mejora fue significativo, y estuvo cercano al 36 %.

También se establece que, el uso de materiales Montessori despierta el interés en el estudiante y le permite acrecentar su PLM, al interactuar de forma autónoma y creativa con tales materiales, lo motiva para aprender por descubrimiento y acrecentar su estructura cognitiva, mejorar sus habilidades para resolver problemas y perder el temor para enfrentarse a nuevas situaciones problema aditivas y multiplicativas.

El papel orientador del docente y el apoyo de los padres de familia, son elementos complementarios para que el método de Montessori acreciente su efectividad. En este sentido, la acción docente ha de planificarse cuidadosamente y direccionar las experiencias de aprendizaje estudiantil, coordinadamente con los padres.

#### Agradecimientos

Este artículo se desprendió de un trabajo de grado en la Maestría en Didáctica de la Matemática, el cual estuvo anclado al proyecto SGI-2605, adscrito a la VIE de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, desarrollado en el Grupo de investigación GICI.

#### Referencias

- Arias-Vivanco, G. E. (2018). La lectura crítica como estrategia para el desarrollo del pensamiento lógico. *Revista Boletín Redipe*, 7 (1), 86-94.
- Acevedo, C., & Rochapea, C. P. (2015). Materiales Montessori para el aula de infantil (3-6 años). *Revista Arista Digital*, 52, 1-8.
- Araya, P., Giaconi, V., & Martínez, M. V. (2019). Pensamiento matemático creativo en las aulas de enseñanza primaria: entornos didácticos que posibilitan su desarrollo. *Calidad en la Educación*, 50, 319 - 356. <https://doi.org/10.31619/caledu.n50.717>
- Aristizábal, J. H., Colorado, H., & Gutiérrez, H. (2016). El juego como una estrategia didáctica para desarrollar el pensamiento numérico en

las cuatro operaciones básicas. *Sophia*, 12 (1), 117-125. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.12v.1i.450>

Burbano-Pantoja, V. M. A., Valdivieso-Miranda, M. A., & Aldana-Bermúdez, E. (2017). Conocimiento base para la enseñanza: un marco aplicable en la didáctica de la probabilidad. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 7 (2), 269-285. <https://doi.org/10.19053/20278306.v7.n2.2017.6070>

Burbano, V. M. A., Valdivieso, M. A., & Burbano, A. (2020). El conocimiento didáctico del contenido sobre probabilidad en profesores de matemáticas de la educación básica secundaria colombiana. *Revista Espacios*, 41 (37), 112-125.

Calva, M., Quijano, D., & Estrella, J. (2017). Enseñanza de Matemáticas con material Montessori a estudiantes de una primaria pública. En *memorias del 2° Congreso de Investigación Sobre Educación Normal (CONISEN)*, Aguascalientes, México.

Callingham, R., & Siemon, D. (2021). Connecting multiplicative thinking and mathematical reasoning in the middle years. *The Journal of Mathematical Behavior*, 51, 100837. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100837>

De Mattos, A. C. (2011). Educação Matemática e Sociedade. *Boletim de Educação Matemática*, 25 (41), 299-318.

Díaz, M. P. (2019). Panorama actual de las pedagogías alternativas en España. *Papeles Salamantinos de Educación*, 23, 247-281.

García, Y. M., Calderón, M. V., & Tobar, M. S. (2014). *Uso de la noción de conjuntos como elemento mediador para el aprendizaje de la multiplicación y la división a los estudiantes de grado sexto pertenecientes a la institución educativa Villa Fátima y la institución educativa Montessori* (Tesis de maestría). Universidad Católica de Manizales, Colombia.

García, C. L., & Duran, C. M. (2019). Level of development of mathematical logical thinking in the students of the agricultural areas of the Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1408 (1), 012013.

Gamboa, A. R. (2014). Relación entre la dimensión afectiva y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Electrónica Educare*, 18 (2), 117-139.

Garcés, J. V., & Hidalgo, S. F. (2019). El pensamiento multiplicativo de niños indígenas de shipibo-konibo de Ucayali: una perspectiva piagetiana. *Educação e Pesquisa*, 45, 1-21. <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945200589>

González, H. T. (2018). Herramientas tecnológicas para el diseño de materiales visuales en entornos educativos. *Sincronía*, 22 (74), 617-669. <https://doi.org/10.32870/sincronia.axxii.n74.30b18>

Hernández, S. R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta*. Ciudad de México: McGraw Hill.

Hidalgo, M. I. M. (2018). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9 (1), 125-132.

ICFES. (2018). Informe nacional Resultados nacionales 2014-II - 2017-II. Bogotá, Colombia.

Inhelder, B., & Piaget, J. (1985). De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Barcelona, España: Paidós (Original en francés publicado en 1955).

Jiménez, L. R., & Espinosa, C. I. (2019). Aprovechamiento del material manipulativo para fortalecer el pensamiento matemático en aula multigrado. *Educación y Ciencia*, 23, 513- 529.

Lucas, F. M. M. (2015). La utilización de los materiales como estrategia de aprendizaje sensorial infantil. *Opción*, 31 (2), 772-789.

Mendoza, H. H., Burbano, V. M., & Valdivieso, M. A. (2019). El rol del docente de matemáticas en educación virtual universitaria. Un estudio en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. *Formación Universitaria*, 12 (5), 51-60. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000500051>

Merchán, O., & Márquez, F. (2017). *Desarrollo de habilidades lógico matemáticas mediante la aplicación pedagógica de juegos de estrategia* (Trabajo de especialización). Fundación universitaria los libertadores. Bogotá, Colombia.

Miranda, S., Marzano, A., & Lytras, M. D. (2017). A research initiative on the construction of innovative environments for teaching and learning, Montessori and Munari based psycho-pedagogical insights in computer and human behavior for the new school. *Computers in Human Behavior*, 66, 282-290. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.09.056>

Montero, L. V., & Mahecha, J. A. (2020). Comprensión y resolución de problemas matemáticos desde la macroestructura del texto. *Praxis & Saber*, 11 (26), e9862. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9862>

Montessori, M. (1947). *Educación para un mundo nuevo*. Montessori-Pierson Publishing Company.

Murillo, F. J., Román, M., & Atrio, S. (2016). Los recursos didácticos de matemáticas en las aulas de educación primaria en América Latina: Disponibilidad e incidencia en el aprendizaje de los estudiantes. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 24, 1-22.

Naranjo, J., Mercedes, L., & Puga, L. (2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 21, 31-55.

Neta, O. M. M., & dos Santos, G. L. (2020). The teaching of Mathematics in the thinking of Comenius, Pestalozzi and Montessori1 O ensino de Matemática no pensamento de Comênio, Pestalozzi e Montessori. *Educar em Revista*, 36, e64213. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.64213>

Núñez, L. A., Gallardo, D. M., Aliaga, A. A., & Díaz, J. R. (2020). Estrategias didácticas en el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de educación básica. *Revista Eleuthera*, 22 (2), 31-50.

Piaget, J. (1968). *Los estadios del desarrollo intelectual del niño y del adolescente*. La Habana, Cuba: Editorial revolucionaria.

Quispe, Y. (2015). *Aplicación del método Montessori en el aprendizaje del área de matemáticas en el aula de primero y segundo grado de educación primaria con discapacidad visual del cebe Nuestra*

*Señora del Carmen del Distrito de San Jerónimo de la Provincia del Cusco, Perú* (Trabajo de especialización). Universidad nacional de Arequipa, Perú.

Taylor, S., & Bogdan, R. (1987). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.

Valvueda, S., Padilla, I., & Rodríguez, E. (2018). El juego y la inteligencia lógico- matemática de estudiantes con capacidades excepcionales. *Educación y Humanismo*, 28 (35), 166-183.