

Re-pensar las matemáticas: impacto de métodos manipulativos y formación docente inclusiva

Rodríguez-García, Alejandro¹; González-Tejerina, Sara²; Arias-Gago, Ana Rosa^{*3}

1 – Universidad de León, ULE, alrodeg@unileon.es

2 – Universidad de León, ULE, sgont@unileon.es

3 – Universidad de León, ULE, ana.arias@unileon.es

* -Correspondência: UNIVERSIDAD DE LEÓN Facultad de Educación, despacho 148, Campus de Vegazana, s/n 24071 LEÓN (España)

DOI 10.52050/9788579177132-22

RESUMO

Este estudio analiza el impacto de un programa inclusivo en el rendimiento y la actitud hacia las matemáticas de alumnado con y sin dificultades específicas de aprendizaje (DEA). Se aplicaron estrategias basadas en Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), enseñanza multinivel y métodos manipulativos. Los resultados indican que, aunque el alumnado sin DEA obtuvo mejores puntuaciones, el alumnado con DEA mostró mayor mejora en percepción de competencia y motivación. Además, la formación docente en atención a la diversidad se relacionó con una aplicación más eficaz de metodologías activas, favoreciendo el progreso de todos los estudiantes y promoviendo una educación inclusiva.

Palavras-chave: matemáticas manipulativas, Diseño Universal para el Aprendizaje, métodos docentes.

ABSTRACT

This study analyzes the impact of an inclusive program on the performance and attitudes toward mathematics of students with and without specific learning difficulties (SLD). Strategies based on Universal Design for Learning (UDL), multilevel teaching, and manipulative methods were applied. The results indicate that although students without SLD achieved higher scores, students with SLD showed greater improvement in perceived competence and motivation. Furthermore, teacher training in addressing diversity was linked to a more

effective implementation of active methodologies, supporting the progress of all students and promoting inclusive education.

Keywords: manipulative mathematics, Universal Design for Learning, teaching methods.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, el alumnado español ha obtenido resultados por debajo de la media de los países de la OCDE en matemáticas, según las principales evaluaciones internacionales (MEFPD, 2024). Esta tendencia se refleja también en una actitud negativa hacia la asignatura desde edades tempranas (CUI ET AL., 2025), especialmente entre el alumnado con dificultades específicas de aprendizaje (DEA), que manifiesta un rendimiento igualmente bajo y desinterés por las matemáticas.

Numerosos autores coinciden en señalar que la metodología docente posee un alto potencial transformador. En este sentido, se distinguen dos enfoques predominantes: el tradicional, centrado en ejercicios cerrados, repetitivos y algoritmos descontextualizados, y el activo, que prioriza una enseñanza comprensiva, manipulativa y visual (RODRÍGUEZ- GARCÍA Y ARIAS GAGO, 2022).

En la última década, en Educación Primaria en España, se han extendido enfoques activos basados en métodos abiertos, pictóricos y manipulativos, entre los que destacan ABN, Aritmética mental, Montessori, OAOA, Singapur, y programas como Jump Math, Estalmat, Entusiasmat, Innovamat, Matematan, Smartick, Kumon y Numicon (JUMPMATH, 2022; MARTÍNEZ MONTERO, 2011; MSD, 2022; OAOA, 2022).

Pese a esta expansión, existe escasa literatura que evidencie el impacto positivo de una implementación ecléctica de dichos métodos sobre el rendimiento y la actitud hacia las matemáticas. Para cubrir esta laguna, se diseñó el programa triádico «Los pingüinos de la Antártida», financiado por la Junta de Castilla y León¹, que integra enfoques metodológicos diversos con principios del

1 La investigación se sufragó con la adjudicación del proyecto EDUCYL 2022_08, “Programa instruccional de matemáticas abiertas y manipulativas desde el marco DUA, para la mejora del rendimiento académico del alumnado”, financiado por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León a través de la Dirección General de Innovación y Formación del Profesorado y enmarcada al amparo de la ORDEN EDU/322/2022, de 1 de abril, por la que se convoca la selección de proyectos de investigación educativa a desarrollar por equipos de profesores y equipos de inspectores, que presten servicios en centros docentes no universitarios sostenidos con fondos públicos o en servicios educativos de la Comunidad de Castilla y León durante los cursos 2022/2023 y 2023/2024, y se delega la competencia para su resolución.

Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) y un enfoque multinivel basado en la taxonomía de Bloom (ELIZONDO, 2022).

La evidencia sugiere que los programas manipulativos aplicados cuasi experimentalmente tienden a mejorar el rendimiento posttest en comparación con los grupos control (LAMBERT, 2021; YOON, 2024), resultados que también se trasladan al plano actitudinal, especialmente en alumnado con DEA (ÁVILA-TOSCANO ET AL., 2024).

Paralelamente, en este proyecto se cuantificó el uso de metodologías por parte del profesorado de Infantil y Primaria en función de su formación en atención a la diversidad, estableciendo una línea base previa a la implementación del programa.

De esta manera, los objetivos de la investigación fueron, en primer lugar, comparar la utilización de enfoques metodológicos vinculados a las matemáticas, que los docentes de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León efectúan en función de su formación en atención a las diferencias individuales e inclusión; y en segundo, aplicar el programa de intervención denominado «Los Pingüinos de la Antártida» en alumnado con y sin DEA, de segundo de curso de Educación Primaria, para establecer diferencias en el rendimiento y las actitudes hacia las matemáticas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Participantes

En primer lugar y vinculado al primer objetivo de investigación, se seleccionaron por medio de un muestreo censal por conglomerados, un total de 413 ($n=413$) maestros de Educación Infantil y Primaria de la comunidad autónoma de Castilla y León (España), que hubiesen impartido o impartan actualmente contenidos matemáticos. Este tamaño muestral es representativo de la población de maestros de Educación Infantil y Primaria ($n=14476$) de Castilla y León, considerando un nivel de confianza del 95% y un error del 5%. De la totalidad de la muestra, solamente 125 disponen de formación específica en atención a las diferencias individuales (FADI), entendida esta como disponer de formación inicial o un número superior a 100 horas en ese ámbito.

En segundo lugar y haciendo referencia al segundo objetivo, siguiendo un muestreo intencional por conveniencia no aleatorio, fueron seleccionados 4 centros educativos de la comunidad autónoma de Castilla y León, que dio como resultado un tamaño muestral de 138 participantes ($n=138$), quienes cursaban el segundo curso de Educación Primaria. De la totalidad de la muestra, 8 presentaban DEA, con informe psicopedagógico vinculante.

2.2. Instrumentos y materiales

Para la parte vinculada al primer objetivo de investigación, asociada a la cuantificación de la utilización metodológica, se usó el Cuestionario de Uso de Programas y Métodos de Enseñanza de las Matemáticas, siendo este una adaptación del Cuestionario UMEPE (RODRÍGUEZ-GARCÍA y ARIAS-GAGO, 2022).

El cuestionario se compone de una primera parte enfocada en variables independientes, y una segunda, en la que a través de una escala Likert de 4 grados, se cuantifican los diferentes programas y métodos asociados a la enseñanza de las matemáticas en la Educación Infantil y Primaria.

La validación de este se llevó a cabo a través del método Delphi (LÓPEZ-GÓMEZ, 2018), en donde en 3 fases, 9 expertos, evaluaron la adecuación, relevancia, pertinencia y univocidad de los ítems, estableciéndose subsanaciones en cada una de las fases. Se concluyó el proceso con la aplicación piloto del mismo en una muestra, que sirvió para llevar a cabo un análisis factorial confirmatorio ($CFI=0,801$) y un análisis factorial exploratorio ($KMO=0,811$), valores que indican idoneidad psicométrica.

De forma paralela, la fiabilidad del instrumento se evidenció a través del coeficiente Alfa de Cronbach ($R=0,834$), cuyo valor también es considerado idóneo.

Por otro lado, en lo referido al segundo objetivo de investigación, vinculado a la aplicación del programa de matemáticas manipulativas, en alumnado con y sin DEA, se aplicaron los siguientes instrumentos de evaluación tanto en el pretest como en el postest:

(1) Subprueba de matemáticas del Cribado de dificultades lectoras y matemáticas PREDISCAL. Dispone de unas propiedades psicométricas estandarizadas y óptimas (PINA-PAREDES ET AL., 2020).

(2) Prueba competencial de matemáticas fundamentada en la guía didáctica de SANTILLANA (2023) para segundo curso de Educación Primaria. La prueba dispone de las categorías números y descomposición, problemas y operaciones, y orden y cantidades.

(3) Subprueba de Matemáticas Cotidianas y Actitudes hacia las Matemáticas de la Prueba de Logro Matemático (TOMA-3). Al igual que las anteriores, dispone de propiedades psicométricas (BROWN ET AL., 2012).

Asimismo, se implementó el programa de intervención «Los pingüinos de la Antártida», concebido para aplicarse en 8 sesiones durante 3 semanas (GONZÁLEZ-TEJERINA ET AL., 2024). A su vez, también se aplicó un programa de matemáticas tradicionales al grupo control.

En el programa de intervención se empleó material manipulativo diverso, como dados numéricos, tabla mural del 100, cubos encajables, cuento «100 pisos bajo el mar», dados con símbolos, línea numérica, juego de lógica «Pingüinos de hielo», palillos para manipular, gomas para agrupar centenas y decenas, tabla numérica hasta el 100 y el recurso Matico

2.3. Procedimiento

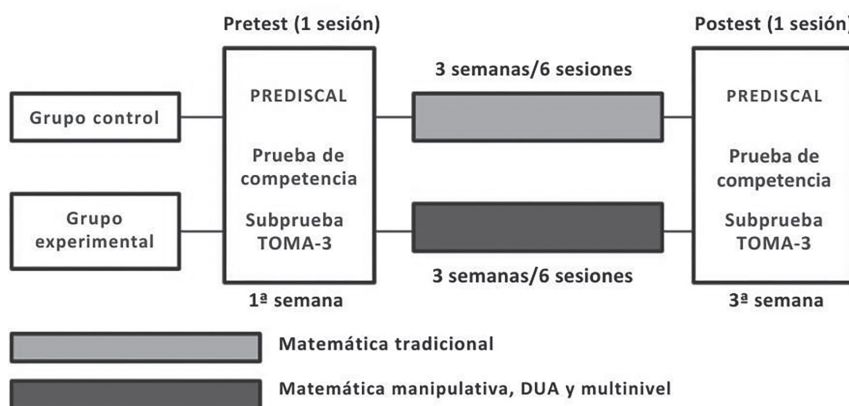
Para el primer objetivo, a nivel procedimental, se efectuó una recopilación de los correos electrónicos de la totalidad de centros educativos de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León (España), usando para esta finalidad el Directorio de Centros de la Junta de Castilla y León.

Seguidamente, el cuestionario fue digitalizado y administrado a la totalidad de centros educativos de Castilla y León por medio de aplicación Microsoft Forms, adjuntando una misiva en la que se indicó a los directores de centro que debían remitírselo a los docentes del centro que imparten o hayan impartido matemáticas.

Por su parte, para el segundo objetivo, relacionado con el programa de intervención, tras la selección de los 4 centros educativos, se organizó una sesión de formación para los 8 docentes que implementarían el programa, en la que se les indicaron pautas y estrategias para una adecuada aplicación.

El programa, denominado «Los Pingüinos de la Antártida», se implementó en el tercer trimestre del curso escolar 2023/2024; comenzando la primera semana del mes de mayo y finalizado la última, tal y como puede observarse en la figura 2.

Figura 01 - Flujograma de las fases de aplicación del programa



2.4. Diseño de investigación y análisis de datos

Para el primer objetivo, el diseño de investigación seguido puede definirse como cuantitativo, no experimental, transversal de tipología descriptiva y comparativa (LEÓN Y MONTERO, 2020).

El análisis de datos se llevó a cabo con la versión 29 del software IBM SPSS, por medio del cual se implementaron los siguientes análisis:

- Estadísticos descriptivos para valorar el conocimiento y la utilización de los métodos y programas matemáticos, a través del análisis de puntuaciones promedio, varianza y desviación estándar.
- Análisis comparativo del uso metodológico usando puntuaciones promedio y prueba t para muestras independientes. Para ilustrar de una forma más precisas las diferencias, se calculó, a través de la d de Cohen, el tamaño del efecto. La interpretación de los valores fue la siguiente: muy pequeño, cuando los valores se ubican entre 0 y 0,19; pequeño, con valores entre 0,2 y 0,49; moderado, con d entre 0,5 y 0,8; y grande cuando los valores superan 0,8.

Por su parte, en lo referido al segundo objetivo, se llevó a cabo un diseño cuasi experimental pre y post test con grupo control (LEÓN Y MONTERO, 2020). El grupo control recibió instrucción en matemáticas tradicionales y al experimental se le aplicó el programa

«Los pingüinos de la Antártida».

En el análisis de datos implementado se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Estadísticos descriptivos para valorar el rendimiento matemático y las actitudes hacia las matemáticas entre el alumnado con y sin DEA, por medio del análisis desviaciones estándar y valores promedio.
- Análisis comparativo de las diferencias pretest y posttest entre grupos, utilizando la prueba t para muestras independientes, aplicando para la valoración del tamaño del efecto los parámetros ya explicados.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis de la utilización de métodos y programas matemáticos en función de FADI

Para este primer análisis, se consideró la posesión o no de formación de los maestros de Educación Infantil y Primaria de Castilla y León en atención a las diferencias individuales (FADI). Considerando esta premisa, en la tabla 2 y figura 3, se puede observar que esta variable no tuvo ninguna incidencia estadística comparativa en ninguno de los métodos y programas cuantificados.

De los catorce métodos analizados, en diez de ellos la media de uso es superior entre el profesorado con FADI. Por ejemplo, el método ABN presenta una media de 1,18 en el grupo con FADI frente a 1,04 en el grupo sin dicha formación; de igual modo, en el método Singapur, las medias son de 0,30 y 0,23 respectivamente. Este patrón se repite en otros enfoques como OAOA (0,24 frente a 0,17), Montessori (0,90 frente a 0,76) o Kumon (0,10 frente a 0,04), sugiriendo que la formación en atención a la diversidad se asocia con una mayor implementación de metodologías activas e inclusivas.

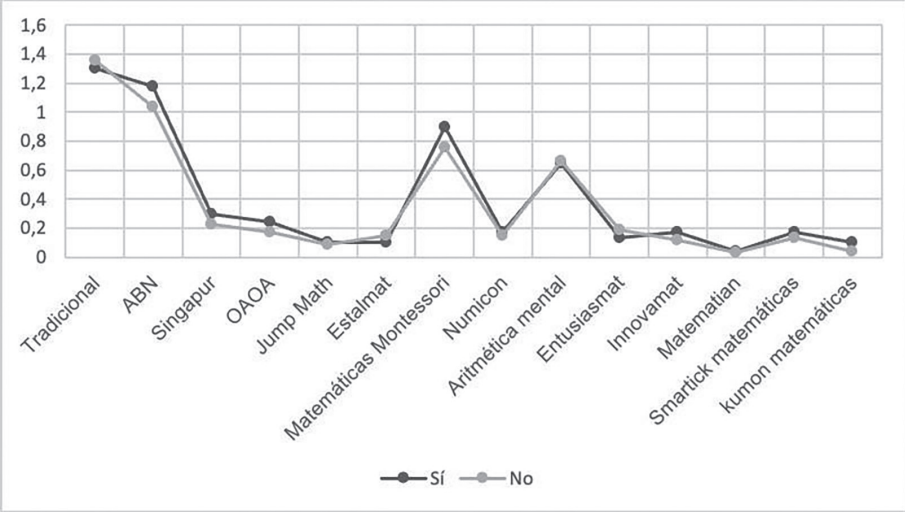
Tabla 01 - Análisis comparativo em función de FADI

Método	FADI	N	M	DS	Error	T	Sig.	D de Cohen
ABN	Sí	125	1,18	1,073	0,096	1,237	0,217	0,130
	No	288	1,04	1,075	0,063			
Singapur	Sí	125	0,30	0,622	0,056	10,073	0,284	0,120
	No	288	0,23	0,563	0,033			
OAOA	Sí	125	0,24	0,601	0,054	1,210	0,227	0,129
	No	288	0,17	0,510	0,030			
Jump Math	Sí	125	0,10	0,346	0,031	0,238	0,812	0,028
	No	288	0,09	0,368	0,022			
Estalmat	Sí	125	0,10	0,355	0,032	-1,009	0,314	-0,119
	No	288	0,15	0,444	0,026			
Matemáticas Montessori	Sí	125	0,90	0,878	0,079	1,440	0,151	0,163
	No	288	0,76	0,847	0,050			
Numicon	Sí	125	0,17	0,471	0,042	0,386	0,700	0,044
	No	288	0,15	0,444	0,026			
Aritmética mental	Sí	125	0,65	0,900	0,081	-0,085	0,933	-0,011
	No	288	0,66	0,916	0,054			
Entusiasmat	Sí	125	0,13	0,401	0,036	-1,020	0,308	-0,110
	No	288	0,19	0,596	0,035			
Innovamat	Sí	125	0,17	0,535	0,048	0,968	0,334	0,104
	No	288	0,12	0,457	0,027			
Matematian	Sí	125	0,04	0,197	0,018	0,652	0,515	0,057
	No	288	0,03	0,165	0,010			

Método	FADI	N	M	DS	Error	T	Sig.	D de Cohen
Smartick Matemáticas	Sí	125	0,17	0,416	0,037	0,909	0,364	0,099
	No	288	0,13	0,401	0,024			
Kumon Matemáticas	Sí	125	0,10	0,296	0,026	1,260	0,240	0,251
	No	288	0,04	0,209	0,012			
Modelo tradicional	Sí	125	1,30	0,977	0,087	-0,545	0,586	-0,058
	No	288	1,36	1,064	0,063			

Asimismo, los resultados muestran que el modelo tradicional sigue siendo el más ampliamente utilizado, con una media de uso de 1,30 entre los docentes que lo aplican. Le siguen de cerca los métodos ABN (Algoritmos Basados en Números) y Montessori, con medias de 1,18 y 0,90 respectivamente.

Figura 02 - Diagrama lineal de la utilización metodológica de métodos y programas matemáticos



3.2. Análisis del rendimiento y las percepciones hacia las matemáticas

Asimismo, tal y como se puede observar en la tabla 3 y en la figura 4, se aprecia una diferencia clara entre alumnado con y sin DEA: los estudiantes sin DEA obtienen puntuaciones más altas en general, pero los estudiantes con DEA muestran una mayor mejora entre el pretest y el postest en la prueba PREDISAL. Por ejemplo, en fluidez matemática (puntuación directa), el alumnado con DEA pasa de 10,50 a 13,63, con una mejora de 3,13 puntos, ligeramente superior a

los 3,03 puntos de mejora del alumnado sin DEA (de 11,16 a 14,19). Esta misma circunstancia ocurre en el cálculo.

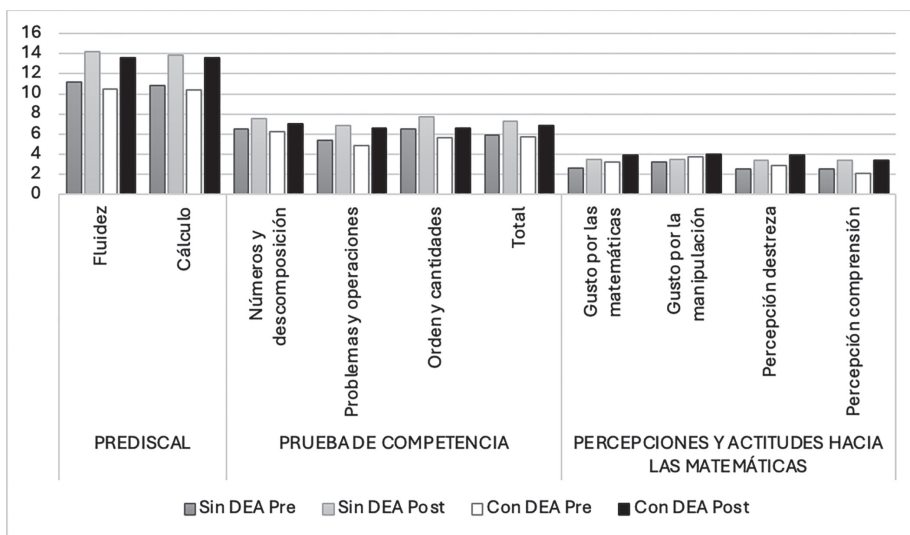
En la competencia matemática, los estudiantes sin DEA presentan una mejora global más elevada (de 5,88 a 7,29, un aumento de 1,41 puntos), en comparación con los estudiantes con DEA (de 5,76 a 6,85, una mejora de 1,09). Esta tendencia se repite en la mayoría de las subcategorías: en “números y descomposición”, el alumnado sin DEA mejora 1,06 puntos (de 6,50 a 7,56), mientras que el alumnado con DEA mejora 0,85 (de 6,22 a 7,07); en “conteo”, el grupo sin DEA avanza 1,06 puntos (de 3,50 a 4,56) frente a una mejora de 0,63 en el grupo con DEA (de 3,38 a 4,01); y en “orden y cantidades”, los estudiantes sin DEA mejoran 0,90 puntos (de 6,24 a 7,14) frente a los 0,56 puntos del alumnado con DEA (de 6,16 a 6,72). La única excepción es “problemas y operaciones”, donde el alumnado con DEA muestra una mejora superior.

Tabla 02 - Puntuaciones por prueba y variable en función de tipología de alumnado

Variables			Tipología de alumnado					
			Sin DEA			Con DEA		
			Pre M (SD)	Post M (SD)	Pre- Post M (SD)	Pre M (SD)	Post M (SD)	Pre- Post M (SD)
PRED ISCA L	Fluidez matemática	P. directa	11,16 (3,23)	14,19 (4,21)	3,03 (2,54)	10,50 (1,51)	13,63 (3,20)	3,13 (2,23)
		P. centil	42,65 (11,65)	53,48 (15,13)	10,83 (4,54)	40,25 (5,39)	51,50 (11,53)	11,25 (6,20)
	Cálculo	P. directa	10,84 (3,36)	13,84 (4,34)	3 (2,23)	10,38 (1,77)	13,63 (4,03)	3,25 (1,43)
		P. centil	41,42 (12,08)	52,21 (15,63)	10,79 (6,54)	39,75 (6,45)	51,50 (14,47)	11,75 (4,56)
Com pete ncia mate máti ca	Números y descomposición		6,5 (1,55)	7,56 (1,78)	1,06 (0,23)	6,22 (1,25)	7,07 (1,45)	0,85 (2,23)
	Problemas y operaciones		5,42 (1,50)	6,86 (1,58)	1,44 (0,43)	4,88 (1,46)	6,56 (2,16)	1,68 (3,04)
	Orden y cantidades		6,50 (1,58)	7,75 (1,67)	1,25 (0,98)	5,62 (0,93)	6,62 (1,51)	1,00 (1,35)
	Total		5,88 (1,43)	7,29 (1,53)	1,41 (0,56)	5,76 (1,06)	6,85 (1,52)	1,09 (0,82)
Prue ba TOM A 3	Gusto por las matemáticas		2,62 (0,84)	3,50 (1,23)	0,88 (0,56)	3,25 (0,71)	3,88 (0,84)	0,63 (0,98)
	Gusto por la manipulación		3,24 (0,79)	3,51 (1,23)	0,27 (1,02)	3,75 (0,89)	4 (1,07)	0,25 (0,78)
	Percepción de la destreza		2,57 (0,77)	3,36 (1,06)	0,79 (1,12)	2,88 (0,64)	3,88 (0,84)	1 (0,92)
	Percepción de la comprensión		2,57 (0,78)	3,38 (1,05)	0,84 (1,22)	2,13 (0,84)	3,41(1,06)	1,25 (1,22)

Por último, en la subprueba TOMA-3, centrada en actitudes hacia las matemáticas, el alumnado con DEA muestra avances mayores en la percepción de la destreza (de 2,88 a 3,88, mejora de 1 punto) y en la percepción de la comprensión (de 2,13 a 3,41, mejora de 1,25 puntos). En cambio, el alumnado sin DEA experimenta mayores progresos en el gusto por las matemáticas (de 2,62 a 3,50, mejora de 0,88 puntos) y en el gusto por la manipulación (de 3,24 a 3,51, incremento de 0,27), lo que indica una actitud más positiva hacia la actividad matemática tras la intervención.

Figura 03 - Diagrama de barras de rendimiento y actitudes del alumnado con y sin DEA



En relación con la tipología del alumnado, los resultados del pretest reflejan que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en la mayoría de las variables analizadas. Una excepción es la variable “gusto por las matemáticas” de la prueba TOMA-3, donde el alumnado con DEA muestra un mayor interés que sus compañeros sin DEA ($t=-2,10$; $p=0,04$), aunque el tamaño del efecto es pequeño ($d=-0,38$). A pesar de que el resto de las variables no presentan diferencias significativas, se observa una ligera tendencia a favor del alumnado con DEA en aspectos como el gusto por la manipulación ($d=-0,32$) y la percepción de la destreza ($d=-0,20$), lo que indica una actitud más positiva hacia las matemáticas por parte de este grupo.

Tras la intervención, en el postest, tampoco se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de alumnado (todas las $p > 0,05$). No obstante, se mantiene el patrón observado en la evaluación inicial. Por ejemplo, el alumnado con DEA continúa destacando ligeramente en variables

actitudinales como la percepción de la comprensión ($t=0,09$; $p=0,93$; $d=0,17$) y la percepción de la destreza ($t=-1,34$; $p=0,18$; $d=-0,24$), mientras que los estudiantes sin DEA muestran una mejora algo superior en el rendimiento matemático total ($t=0,79$; $p=0,43$; $d=0,14$) y en el componente “orden y cantidades” ($t=1,87$; $p=0,06$; $d=0,34$), aunque sin alcanzar significación estadística.

Tabla 03 - Análisis comparativo pre y postest en función de la tipología de alumnado

Variables		Tipología de alumnado					
		Pre			Post		
		t	p	d de Cohen	t	p	d de Cohen
Fluidez matemática	P. directa	0,57	0,57	0,10	0,37	0,71	0,13
	P. centil	0,57	0,57	0,10	0,37	0,71	0,13
Cálculo	P. directa	0,39	0,70	0,07	0,14	0,16	0,16
	P. centil	0,39	0,70	0,07	0,13	0,90	0,1
Números y descomposición		0,05	0,96	0,01	0,78	0,44	0,14
Problemas y operaciones		1,00	0,32	0,18	0,50	0,62	0,11
Orden y cantidades		1,56	0,12	0,28	1,87	0,06	0,34
Total		0,23	0,81	0,04	0,79	0,43	0,14
Gusto por las matemáticas		-2,1	0,04	-0,38	-0,85	0,40	-0,15
Gusto por la manipulación		-1,78	0,08	-0,32	-1,11	0,27	-0,20
Percepción de la destreza		-1,10	0,28	-0,20	-1,34	0,18	-0,24
Percepción de la comprensión		1,55	0,13	0,28	0,09	0,93	0,17

4. DISCUSIÓN

En relación con el primer objetivo, no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en el uso de los 14 métodos y programas analizados según la formación docente en FADI. Sin embargo, se identificó una tendencia mayoritaria de utilización por parte del profesorado con FADI en 10 de ellos, lo cual coincide con lo señalado por PACHECO ET AL. (2023), quienes vinculan esta formación con enfoques activos para atender al alumnado con DEA. En este sentido, metodologías manipulativas como ABN o Montessori son empleadas con mayor

frecuencia por docentes con FADI, mientras que el modelo tradicional es más habitual entre quienes no la poseen (BOALER, 2016).

Respecto al segundo objetivo, centrado en la aplicación de un programa de matemáticas manipulativas en alumnado con y sin DEA, no se observaron diferencias significativas en los resultados de rendimiento entre ambos grupos, salvo en variables específicas. Aun así, el alumnado sin DEA obtuvo puntuaciones más altas en el pretest y el postest, aunque el grupo con DEA mostró mayores mejoras en fluidez matemática, cálculo y resolución de problemas. Estos resultados son coherentes con investigaciones que destacan los beneficios del uso de materiales manipulativos y del DUA en el alumnado con DEA (JITENDRA ET AL., 2021; LAMBERT, 2021).

Asimismo, en variables actitudinales como el gusto por las matemáticas y la manipulación, se registraron mejoras más pronunciadas en el alumnado con DEA. Estos resultados refuerzan la idea de que el programa favorece tanto el rendimiento como un entorno más inclusivo, incidiendo positivamente en la actitud hacia las matemáticas. Esta perspectiva inclusiva es respaldada por estudios recientes que subrayan el valor de metodologías accesibles para fomentar la motivación, la autoeficacia y el compromiso del alumnado (SARI Y OLKUN, 2024; YOON, 2024).

5. CONCLUSIONES

Los resultados muestran que, aunque no se hallaron diferencias estadísticamente significativas según la formación docente en FADI, se aprecia una tendencia clara: quienes cuentan con dicha formación emplean más metodologías activas y manipulativas (como ABN o Montessori), frente a un predominio de enfoques tradicionales entre los docentes sin FADI. Respecto a la implementación del programa de matemáticas manipulativas, se observó una mejora general del rendimiento tanto en alumnado con DEA como sin DEA. No obstante, el grupo sin DEA presentó mejores resultados en el pretest y el postest, especialmente en rendimiento y competencia matemática. Aun así, el alumnado con DEA experimentó mayores mejoras en variables específicas como fluidez matemática, cálculo, resolución de problemas y en actitudes positivas hacia las matemáticas y su manipulación. Estos hallazgos subrayan el valor de metodologías inclusivas y manipulativas adaptadas a las capacidades individuales.

El estudio presenta limitaciones: el ámbito geográfico se restringe a Castilla y León, lo que limita la generalización de los resultados, y no se evaluó la permanencia de las mejoras a largo plazo. Además, la asignación de grupos no fue aleatoria, preservando la dinámica de aula. Futuras investigaciones deberían

considerar diseños más amplios, con asignación aleatoria y seguimiento longitudinal.

En un contexto con escasa literatura, este trabajo evidencia la necesidad de avanzar hacia un paradigma inclusivo y activo, tal como promueven las políticas educativas. Sin embargo, persiste una notable resistencia docente al cambio metodológico, a pesar de los beneficios observados con estrategias basadas en el DUA para alumnado con y sin DEA.

REFERENCIAS

ÁVILA-TOSCANO, J. H., VARGAS-DELGADO, L. J., TOVAR-ORTEGA, T. Y HERNÁNDEZ-CHANG, E. A. (2024). Estudiantes con y sin fracaso en matemáticas: análisis de variables cognitivas y afectivas implicadas. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, (26), 147-163. 2024. <https://doi.org/10.35763/aiem26.5271>

BOALER, J. *Mathematical mindsets: Unleashing students' potential through creative math, inspiring messages and innovative teaching*. Nueva Jersey: Jossey-Bass/Wiley, 2016.

BROWN, V. L., CRONIN, M. E. Y BRYANT, D. P. (2012). *Test of mathematical abilities* (3rd ed.). Austin: PRO- ED, 2012.

CUI, F., DAI, L., HE, H. Y LIU, J. Math-anxious people suffer more in math-related events: The perspective of reward processing on motivated behavior. *Ann NY Acad Sci.*, 1544, 92–105. 2025 <https://doi.org/10.1111/nyas.15284>

ELIZONDO, C. *Neuroeducación y diseño universal de aprendizaje: Una propuesta práctica para el aula inclusiva*. Barcelona: Octaedro, 2022.

GONZÁLEZ-TEJERINA, S., RODRÍGUEZ-GARCÍA, A., ARIAS-GAGO, A. R. Y GONZÁLEZ-FLÓREZ, C. (2024). Programa de matemáticas manipulativas, DUA y multinivel: «Los pingüinos de la Antártida». En R. M'rabet Tamsamani & L. Caller Tramullas (Coords.), *Innovación docente en el aula universitaria: Nuevas soluciones para viejas problemáticas* (pp. 26-43). Madrid: Dykinson, 2024 <https://bit.ly/4gDNH6U>

JITENDRA, A. K., ALGHAMDI, A., EDMUNDS, R., MCKEVETT, N. M., MOUANOUTOUA, J. Y ROES-SLEIN, R. The effects of tier 2 mathematics interventions for students with disabilities: A meta-analysis. *Exceptional Children*, 87(3), 307-325. 2021 <https://doi.org/10.1177/0014402920969187>

JUMPMATH. *JumpMath*. 2022. <https://jumpmath.es/es/>

LAMBERT, R. The Magic Is in the Margins: UDL Math. *Mathematics Teacher: Learning and Teaching*, 114(9), 660-669. 2021 <https://doi.org/10.5951/mtlt.2020.0282>

LEÓN, O. G. Y MONTERO, I. *Métodos de investigación en psicología y educación: Las tradiciones cuantitativa y cualitativa* (4ª ed.). Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2020.

LÓPEZ-GÓMEZ, E. El método Delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), 17-40. 2018 <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>

MARTÍNEZ-MONTERO, J. (2011). El método del cálculo abierto basado en números (ABN) como alternativa de futuro respecto a los métodos tradicionales cerrados basados en cifras (CBC). *Bordón*, 63(4), 95-110. 2011. <https://recyt.fecyt.es/index.php/BORDON/article/view/29070/15514>

MEFPD. TIMSS 2023. Estudio internacional de tendencias en matemáticas y ciencias: Informe español. Madrid: Secretaría General Técnica del MEFPD, 2024.

MSD. Método Singapur. 2022 <https://www.metodosingapur.com>

OAOMATEMÁTICAS. Otros algoritmos para las operaciones matemáticas. 2022. <http://oaoamatematicas.org>

PACHECO, A., BLANQUICETT, J. Y RIVERA, A. Estrategias de enseñanza para trabajar la diversidad en el aula de matemáticas: Revisión sistemática. *Investigación y Acción*, 3(2), 1-12. 2023 <https://doi.org/10.15648/invefor.v3i2.3831>

PINA-PAREDES, V., HERNÁNDEZ-PÉREZ, E., RABADÁN-RUBIO, J. A., HERNÁNDEZ-PALLARÉS, L., & FENOLLAR-CORTÉS, J. PREDISCAL: Screening de dificultades lectoras y matemáticas. Barcelona: TEA Ediciones, 2020

RODRÍGUEZ-GARCÍA, A. Y ARIAS-GAGO, A. R. Modelos didácticos en matemáticas: relación e influencia en el rendimiento académico. *Profesorado, Revista De Currículum Y Formación Del Profesorado*, 26(1), 281-302. 2022. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v26i1.16948>

SANTILLANA. EVALUACIÓN 360º: MATEMÁTICAS 2º PRIMARIA. Madrid:Sanoma Educación S.L.U, 2023.

SARI, M. H. Y OLKUN, S. (2024). Improving low mathematics achievers' number sense via number line training with board games. *Journal of Education and Future*, (26), 41-56. 2024 <https://doi.org/10.30786/jef.1371037>

YOON, K. Effects of Mathematics Instruction with Universal Design Learning and Evidence-Based Instruction on Multiplication and Division Performance and Mathematical Learning Attitudes of Elementary School Students. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(20), 683-709. 2024. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2024.24.20.683>