

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y
Humanidades, Asunción, Paraguay**

ISSN en línea: 2789-3855, 2026

Proceso de Enseñanza Aprendizaje de las Matemáticas en Personas Sordas mediante la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación): Un Estudio Cuasiexperimental

Teaching-Learning Process of Mathematics in Deaf People through
the ELI (Free Teaching of Improvisation) Methodology: A Quasi
Experimental Study

María Antonieta León Loaiza

maryleonloaiza@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-0195-1740>
Universidad Técnica Particular de Loja.
Unidad Educativa "Sayausi"
Cuenca – Ecuador

Mayra Johanna Macas Maza

churitos_789@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0009-0891-1021>
Unidad Educativa "12 de Febrero"
Zamora – Ecuador

Viviana Elizabeth Samaniego Aldaz

vivi_eli@hotmail.es
<https://orcid.org/0009-0006-4663-3622>
Unidad Educativa "12 de Febrero"
Zamora – Ecuador

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5892>


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos


LATAM

Revista Latinoamericana de
Ciencias Sociales y Humanidades

Artículo recibido: 12 de enero de 2026.
Aceptado para publicación: 19 de mayo de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

VOLUMEN VII

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5892>

Proceso de Enseñanza Aprendizaje de las Matemáticas en Personas Sordas mediante la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación): Un Estudio Cuasiexperimental

Teaching-Learning Process of Mathematics in Deaf People through the ELI (Free Teaching of Improvisation) Methodology: A Quasi Experimental Study

María Antonieta León Loiza

maryleonloiza@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-0195-1740>

Universidad Técnica Particular de Loja. Unidad Educativa "Sayausi"
Cuenca – Ecuador

Mayra Johanna Macas Maza

churitos_789@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-0891-1021>

Unidad Educativa "12 de Febrero"
Zamora – Ecuador

Viviana Elizabeth Samaniego Aldaz

vivi_eli@hotmail.es

<https://orcid.org/0009-0006-4663-3622>

Unidad Educativa "12 de Febrero"
Zamora – Ecuador

Artículo recibido: 12 de enero de 2026. Aceptado para publicación: 19 de mayo de 2026.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


La enseñanza de las matemáticas representa uno de los mayores retos pedagógicos para poblaciones sordas, dado que estas presentan con frecuencia un rezago de hasta dos años en el logro matemático respecto a pares oyentes, fenómeno atribuido a la privación de aprendizajes incidentales mediados por el lenguaje oral (Bull et al., 2018; Nunes y Moreno, 2002). El presente estudio adoptó un diseño cuasiexperimental con pretest-postest y grupo de control, con el objetivo de evaluar el efecto de la implementación de la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación) –variable independiente– sobre el rendimiento académico en matemáticas –variable dependiente– de cuatro estudiantes sordas de bachillerato general unificado en Ecuador, durante 15 meses. El grupo experimental (GE, n=4, estudiantes sordas con metodología ELI) fue comparado con un grupo de control (GC, n=21, estudiantes oyentes sin intervención diferenciada) pertenecientes al mismo salón de clases, lo que permitió controlar variables de contexto. Se formularon hipótesis estadísticas cuya contrastación se realizó mediante la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas (intragrupa GE) y la prueba U de Mann-Whitney para la comparación intergrupala, dado el tamaño reducido de la muestra. Los resultados mostraron una mejora estadísticamente significativa en el rendimiento del GE ($Z = -1.826$, $p = .034$, una cola), con calificaciones finales que no difieren significativamente de las del GC ($U = 34.5$, $p = .412$), lo que evidencia la efectividad de la metodología ELI para equiparar el rendimiento matemático de estudiantes sordas al de sus pares oyentes.

Palabras clave: diseño cuasiexperimental, metodología ELI, rendimiento matemático, estudiantes sordas, educación inclusiva, Ecuador, prueba de hipótesis

Abstract

The teaching of mathematics represents one of the greatest pedagogical challenges for deaf populations, as they frequently exhibit a gap of up to two years in mathematical achievement compared to hearing peers, a phenomenon attributed to the deprivation of incidental learning mediated by oral language (Bull et al., 2018; Nunes & Moreno, 2002). This study adopted a quasi-experimental pretest-posttest control group design to evaluate the effect of the ELI Methodology (Improvisation-Free Teaching)—the independent variable—on mathematics academic performance—the dependent variable—of four deaf students in Ecuador's unified general baccalaureate over 15 months. The experimental group (EG, $n=4$, deaf students with ELI methodology) was compared with a control group (CG, $n=21$, hearing students without differentiated intervention) from the same classroom, controlling for contextual variables. Statistical hypotheses were formulated and tested using the non-parametric Wilcoxon signed-rank test for within-group comparisons (EG) and the Mann-Whitney U test for between-group comparisons, given the small sample size. Results showed a statistically significant improvement in EG performance ($Z = -1.826$, $p = .034$, one-tailed), with final grades not significantly different from the CG ($U = 34.5$, $p = .412$), demonstrating the effectiveness of the ELI methodology in equating the mathematical performance of deaf students with their hearing peers.

Keywords: quasi-experimental design, ELI methodology, mathematical performance, deaf students, inclusive education, Ecuador, hypothesis testing

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: León Loaiza, M. A., Macas Maza, M. J., & Samaniego Aldaz, V. E. (2026). Proceso de Enseñanza Aprendizaje de las Matemáticas en Personas Sordas mediante la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación): Un Estudio Cuasiexperimental. *ATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 7 (2), 3124 – 3135. <https://doi.org/10.56712/latam.v7i2.5892>

INTRODUCCIÓN

La matemática constituye una ciencia transversal y esencial para el desarrollo cognitivo, analítico y crítico de los individuos, y su dominio resulta indispensable para la formación académica y el desempeño profesional en el presente siglo (Hernández et al., 2013). Sin embargo, su enseñanza entraña desafíos considerables que se amplifican significativamente cuando el proceso pedagógico involucra a poblaciones con necesidades educativas específicas, como las personas sordas.

Desde la perspectiva de la investigación en psicología cognitiva, la evidencia científica ha demostrado de manera consistente que el menor desempeño matemático de los estudiantes sordos no se debe a limitaciones intelectuales inherentes a su condición, sino a la reducida posibilidad que tienen de realizar aprendizajes matemáticos incidentales: aquellos que se adquieren de forma no formal, mediados por la audición y el lenguaje oral (Nunes y Moreno, 1998a, 2002; Nunes, 2004; Bravo, 1996). Kritzer (2009) estima que el 60% de los niños sordos presentan retrasos sustanciales en la comprensión de conceptos matemáticos básicos incluso antes de la escolarización formal, por carecer de acceso a esos aprendizajes auditivos incidentales que sirven de cimiento para las matemáticas formales. Bull et al. (2018) cuantifican este desfase en aproximadamente dos años de rezago respecto a sus pares oyentes.

A pesar de este reconocimiento científico, la práctica pedagógica en el Ecuador —y en América Latina en general— carece de intervenciones metodológicas sistemáticamente evaluadas para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes sordos en aulas regulares. La literatura especializada documenta la existencia de estrategias prometedoras, pero escasean los estudios con diseños experimentales o cuasiexperimentales que permitan establecer con rigor estadístico la efectividad diferencial de tales metodologías (García y López, 2019; Salazar, 2016).

En respuesta a esta brecha, la presente investigación se propuso implementar y evaluar, mediante un diseño cuasiexperimental con grupo de control y prueba de hipótesis estadística, el efecto de la Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación), desarrollada por Ferreiro Gravié (2016), sobre el rendimiento académico en matemáticas de cuatro estudiantes sordas de bachillerato general unificado en Ecuador, durante un período de 15 meses. La metodología ELI constituye la variable independiente que fue sistemáticamente manipulada: solo el grupo experimental (GE) recibió la intervención ELI con adaptaciones inclusivas, mientras que el grupo de control (GC), conformado por los 21 estudiantes oyentes del mismo salón, continuó con la dinámica habitual del aula sin intervención diferenciada adicional. El rendimiento matemático, medido a través de las calificaciones obtenidas en pruebas sumativas estandarizadas, constituye la variable dependiente.

La relevancia de este estudio radica en su aporte doble: empírico, al generar evidencia cuantificable sobre la efectividad de la metodología ELI en contextos inclusivos; y metodológico, al proponer un modelo de investigación cuasiexperimental replicable para la evaluación de intervenciones pedagógicas con poblaciones sordas en Ecuador y América Latina.

Formulación de hipótesis

A partir del marco teórico y del problema de investigación, se formularon las siguientes hipótesis estadísticas:

Hipótesis 1 – Efecto intragrupal (Grupo Experimental)

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento matemático pretest y posttest de las estudiantes sordas que reciben la Metodología ELI ($\mu_{\text{posttest}} \leq \mu_{\text{pretest}}$).

H₁: El rendimiento matemático posttest de las estudiantes sordas que reciben la Metodología ELI es significativamente superior al pretest ($\mu_{\text{posttest}} > \mu_{\text{pretest}}$).

Hipótesis 2 – Efecto intergrupar (GE vs. GC al final de la intervención)

H₀: No existe diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento matemático posttest del Grupo Experimental (estudiantes sordas con ELI) y el del Grupo de Control (estudiantes oyentes sin intervención diferenciada).

H₁: Existe una diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento matemático posttest del Grupo Experimental y el del Grupo de Control.

El nivel de significancia adoptado fue $\alpha = .05$ para ambas hipótesis. Para la H₁ intragrupal, la prueba es de una cola (dirección positiva esperada); para la H₂ intergrupar, la prueba es de dos colas, dado que el objetivo es determinar si el rendimiento de las estudiantes sordas equipara al de los oyentes.

METODOLOGÍA

Diseño de investigación

La investigación adoptó un diseño cuasiexperimental con pretest-posttest y grupo de control no equivalente (Campbell y Stanley, 1966; Hernández et al., 2014). Este diseño es el más apropiado dado que los grupos no se conformaron por asignación aleatoria —condición éticamente inviable en contextos educativos con estudiantes con discapacidad—, sino que fueron seleccionados intencionalmente. La cuasiexperimentación permite, no obstante, controlar amenazas a la validez interna mediante el uso de la medición pretest, la comparación intergrupar y el análisis estadístico.

La variable independiente es la Metodología ELI, manipulada de manera controlada: el Grupo Experimental (GE) recibió la intervención completa (diagnóstico, nivelación, aprendizaje colaborativo ELI, acompañamiento diferenciado), mientras que el Grupo de Control (GC) participó en las mismas clases de matemáticas sin recibir la intervención ELI individualizada. La variable dependiente es el rendimiento académico en matemáticas, operacionalizado como la calificación obtenida en pruebas sumativas estandarizadas (escala 0-10, conforme al sistema de calificación del Ministerio de Educación del Ecuador). Las variables de control incluyen: docente (la misma para ambos grupos), contenido curricular (álgebra lineal, idéntico para todos), institución, período académico y tipo de evaluación.

Participantes

El Grupo Experimental estuvo conformado por las cuatro estudiantes sordas (GE, n=4) matriculadas en el bachillerato general unificado de la institución participante, con discapacidad auditiva bilateral severa o profunda diagnosticada. El Grupo de Control estuvo conformado por los 21 estudiantes oyentes (GC, n=21) del mismo salón de clases, quienes siguieron el proceso de enseñanza habitual sin intervención ELI diferenciada. Esta composición del GC tiene la ventaja metodológica de controlar las variables de contexto (docente, institución, contenido, tiempo), reduciendo sesgos de selección.

Tabla 1

Características de los grupos del estudio

Característica	Grupo Experimental (GE)	Grupo de Control (GC)	Total
n	4	21	25
Condición auditiva	Sordas profundas/severas	Oyentes	—
Intervención	Metodología ELI completa	Enseñanza habitual	—
Nivel educativo	Bachillerato general unificado	Bachillerato general unificado	—
Docente	La misma (control de variable)	La misma (control de variable)	—

Fuente: elaboración propia.

Fases del estudio

Fase 1 – Diagnóstico y nivelación (meses 1-2): Se aplicó una prueba diagnóstica estandarizada a ambos grupos (GE y GC), que constituyó la medición pretest. A partir de sus resultados, se diseñó un plan de refuerzo académico individualizado de dos meses de duración exclusivamente para el GE, siguiendo los principios del diseño curricular universal para el aprendizaje (DUA) y el enfoque de andamiaje vygotskiano. Durante este período, el GC continuó con la dinámica habitual del aula sin intervención diferenciada adicional.

Fase 2 – Implementación de la Metodología ELI (meses 3-15): El GE fue integrado en el grupo regular. La docente implementó la Metodología ELI para el GE con las siguientes estrategias diferenciadas: (a) disposición del aula en herradura para facilitar el contacto visual y la comunicación en lenguaje de señas; (b) acompañamiento personalizado con énfasis en conceptos clave mediante recursos visuales; (c) gamificación en las actividades de evaluación formativa; (d) recapitulación de los momentos más relevantes del proceso mediante comunicación multimodal. El GC participó en las mismas sesiones de clase sin recibir ninguna de estas intervenciones adicionales. Esta separación operacional es la que define la manipulación de la variable independiente.

Fase 3 – Evaluación final (mes 15): Ambos grupos rindieron las mismas pruebas sumativas estandarizadas, cuyos resultados constituyeron la medición posttest. Adicionalmente, se realizaron entrevistas semiestructuradas al GE para recoger percepciones cualitativas sobre el proceso. La comparación pretest-posttest intragrupal (GE) y la comparación posttest intergrupala (GE vs. GC) proveyeron los datos para la prueba de hipótesis.

Análisis estadístico

Dado el tamaño reducido de la muestra del GE ($n=4$), se emplearon pruebas estadísticas no paramétricas, que no asumen distribución normal de los datos y son apropiadas para muestras pequeñas (Field, 2013; Siegel y Castellan, 1988):

Para la Hipótesis 1 (comparación pretest-posttest del GE): Prueba de Wilcoxon de los rangos con signo para muestras relacionadas, con dirección positiva esperada (una cola, $\alpha = .05$).

Para la Hipótesis 2 (comparación posttest GE vs. GC): Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, de dos colas ($\alpha = .05$).

Para la descripción de los datos: mediana (M_d) y rango intercuartílico (RIC), medidas de tendencia central y dispersión recomendadas para análisis no paramétricos.

El procesamiento estadístico fue realizado con el software IBM SPSS Statistics v.29.

DESARROLLO

El aprendizaje matemático en personas sordas: bases científicas

La investigación científica converge en señalar que las dificultades matemáticas de los estudiantes sordos tienen un origen fundamentalmente lingüístico y de acceso a la información. Serrano y Silvestre (1995) demuestran que las dificultades más importantes de estos estudiantes se concentran en los aspectos lingüísticos de las tareas matemáticas —comprensión del enunciado y mediación simbólica del pensamiento— más que en las operaciones lógico-matemáticas en sí mismas. Bull et al. (2018) confirman que el retraso matemático puede oscilar entre uno y tres años dependiendo del grado de pérdida auditiva y del entorno educativo, y que este desfase se explica, más que por déficits cognitivos, por la carencia de aprendizajes incidentales auditivos que los niños oyentes adquieren de manera informal a lo largo de su desarrollo.

Este hallazgo tiene implicaciones metodológicas directas: si el problema es de acceso a la información y no de capacidad intelectual, las intervenciones pedagógicas que compensen activamente esa privación —a través de estrategias visuales, manipulativas, colaborativas y multimodales— deberían ser capaces de reducir o eliminar la brecha de rendimiento. La verificación empírica de esta hipótesis requiere, sin embargo, diseños de investigación con grupos de control y análisis estadístico riguroso, que permitan descartar que las mejoras observadas se deban a factores distintos a la intervención metodológica (Hernández et al., 2014).

Teoría Sociocultural de Vygotsky: ZDP y andamiaje

El fundamento teórico de la Metodología ELI se ancla en la teoría sociocultural de Lev Vygotsky (1978, 1993), específicamente en el concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), definida como la distancia entre el nivel de desarrollo real —lo que el estudiante puede hacer de manera autónoma— y el nivel de desarrollo potencial —lo que puede alcanzar bajo la guía de un adulto o en colaboración con pares más capaces—. En la educación de personas sordas, la ZDP resulta especialmente relevante porque permite concebir la intervención pedagógica como un proceso de mediación activa que compensa las restricciones de acceso a la información auditiva mediante la riqueza del andamiaje social y comunicativo en el aula (Vygotsky, 1995; Wertsch, 1995).

La operacionalización del andamiaje en el diseño cuasiexperimental de esta investigación se traduce en la intervención ELI: el docente provee apoyos estructurados, graduados y sistemáticos —la variable independiente— que permiten a las estudiantes sordas transitar desde su nivel de desarrollo real hacia su nivel de desarrollo potencial. La ausencia de esta intervención en el grupo de control permite aislar estadísticamente su efecto sobre el rendimiento matemático.

La Metodología ELI y el aprendizaje colaborativo

La Metodología ELI (Enseñanza Libre de la Improvisación), desarrollada por Ferreiro Gravié (2016), es una propuesta pedagógica estructurada que sustituye la improvisación docente por una planificación rigurosa de cada componente del proceso de enseñanza-aprendizaje. Se articula en torno a cuatro principios: (a) diagnóstico previo de los conocimientos del estudiante; (b) diseño de secuencias de aprendizaje graduadas y diferenciadas; (c) aprendizaje colaborativo como estrategia central; y (d) evaluación formativa y sumativa alineada con los objetivos. Esta metodología constituye, en el presente estudio, la variable independiente que se manipula de manera controlada: el grupo experimental recibe la intervención ELI completa, mientras que el grupo de control no recibe dicha intervención.

El aprendizaje colaborativo, pilar central de la ELI, ha demostrado ser especialmente efectivo en contextos de educación inclusiva con estudiantes sordos (Guilombo y Hernández, 2011; Naranjo,

2011). Al activar los mecanismos de la ZDP vygotkiana, el trabajo entre pares genera procesos de andamiaje recíproco que benefician tanto a los estudiantes sordos como a sus compañeros oyentes, constituyendo así una intervención con efectos positivos para todo el grupo.

Marco normativo de la educación inclusiva en Ecuador

El Ecuador cuenta con un marco legal sólido para la educación inclusiva, que va desde la Constitución de 1998 —que establece la educación como derecho irrenunciable— hasta el Decreto Ejecutivo No. 161 de 2013 y el Plan Nacional de Educación Inclusiva 2012-2021, alineados con la Declaración de Salamanca de la UNESCO (1994). No obstante, la brecha entre el mandato legal y la práctica pedagógica efectiva persiste, especialmente en lo referido a la disponibilidad de intervenciones metodológicas evaluadas con rigor científico (Echeverría, 2018; García y López, 2019). Este estudio busca contribuir a cerrar esa brecha aportando evidencia empírica cuantificable sobre la efectividad de una metodología específica.

RESULTADOS

Estadísticos descriptivos

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de rendimiento matemático por grupo y momento de medición

Grupo	n	Momento	Md	RIC	Mín – Máx
GE (sordas, ELI)	4	Pretest	5.25	1.38	4.5 – 6.0
GE (sordas, ELI)	4	Postest	8.30	0.95	7.5 – 9.0
GC (oyentes, habitual)	21	Postest	7.80	1.50	5.5 – 9.5

Nota: Md = mediana; RIC = rango intercuartílico. Calificaciones en escala 0–10 (sistema de evaluación MINEDUC Ecuador).

Fuente: elaboración propia.

Los estadísticos descriptivos muestran que el GE partió de un rendimiento pretest considerablemente inferior a la nota mínima de aprobación (7.0) establecida por el Ministerio de Educación del Ecuador, con una mediana de 5.25 y un rango de 4.5 a 6.0, consistente con el rezago documentado por Bull et al. (2018). Al concluir los 15 meses de intervención ELI, el GE alcanzó una mediana postest de 8.30, superando el umbral de aprobación y posicionándose incluso por encima de la mediana del GC (7.80). Esta evolución representa una ganancia de 3.05 puntos en la mediana, resultado que se somete a prueba estadística en el apartado siguiente.

Prueba de Hipótesis 1: Efecto intragrupal del GE (Wilcoxon)

Para contrastar la H_1 intragrupal se aplicó la prueba de Wilcoxon de rangos con signo a los pares pretest-postest del GE ($n=4$). La tabla 3 presenta los resultados.

Tabla 3

Prueba de Wilcoxon: comparación pretest-postest del Grupo Experimental

Comparación	n	Z	p (una cola)	Decisión ($\alpha = .05$)
GE Pretest → GE Postest	4	-1.826	.034	Rechazar H_0

Nota: Prueba no paramétrica de Wilcoxon de rangos con signo. Z = estadístico estandarizado.

Fuente: elaboración propia.

El análisis reveló un estadístico $Z = -1.826$ con un valor p de .034 (prueba de una cola), que es inferior al nivel de significancia adoptado ($\alpha = .05$). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 : la implementación de la Metodología ELI produjo un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento matemático de las estudiantes sordas del GE a lo largo de los 15 meses de intervención. Este resultado confirma que la manipulación de la variable independiente (Metodología ELI) tuvo un efecto real y no atribuible al azar sobre la variable dependiente (rendimiento matemático).

Prueba de Hipótesis 2: Comparación intergrupala GE vs. GC (Mann-Whitney)

Para contrastar la H_2 intergrupala se aplicó la prueba U de Mann-Whitney a los datos posttest del GE ($n=4$) y del GC ($n=21$). La tabla 4 presenta los resultados.

Tabla 4

Prueba U de Mann-Whitney: comparación posttest GE vs. GC

Comparación	n_GE / n_GC	U	p (dos colas)	Decisión ($\alpha = .05$)
GE Posttest vs. GC Posttest	4 / 21	34.5	.412	No rechazar H_0

Nota: Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes. U = estadístico de la prueba.

Fuente: elaboración propia.

El análisis arrojó $U = 34.5$ con un valor p de .412 (prueba de dos colas), que supera el nivel de significancia $\alpha = .05$. Por tanto, no se rechaza la hipótesis nula H_0 de la Hipótesis 2: no existe diferencia estadísticamente significativa entre el rendimiento matemático posttest del GE y el del GC. Este resultado es particularmente relevante desde la perspectiva de la educación inclusiva: tras 15 meses de intervención ELI, las cuatro estudiantes sordas alcanzaron un nivel de rendimiento matemático estadísticamente equivalente al de sus 21 compañeras y compañeros oyentes, quienes no recibieron ninguna intervención diferenciada adicional. La brecha inicial documentada en el pretest fue, por tanto, efectivamente superada mediante la manipulación de la variable independiente.

Resultados cualitativos complementarios

En las entrevistas semiestructuradas finales, las cuatro estudiantes del GE expresaron unánimemente haber comprendido mejor la asignatura gracias a la nueva metodología y manifestaron sentirse genuinamente incluidas en el grupo regular. Destacaron particularmente el valor de la disposición en herradura del aula, la gamificación en las evaluaciones formativas y el aprendizaje espontáneo de lengua de señas por parte de sus compañeros oyentes como factores que facilitaron su integración y aprendizaje. Estos hallazgos cualitativos, consistentes con los resultados cuantitativos, refuerzan la validez de constructo de la intervención y aportan una comprensión más profunda de los mecanismos a través de los cuales la Metodología ELI produce sus efectos (Sánchez y González, 2017).

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación cuasiexperimental aportan evidencia estadísticamente sólida en favor de la efectividad de la Metodología ELI para la enseñanza de las matemáticas a estudiantes

sordas en aulas regulares del bachillerato ecuatoriano, y contribuyen a la literatura científica en dos frentes.

En primer lugar, el rechazo de H_0 en la Hipótesis 1 ($Z = -1.826$, $p = .034$) confirma con rigor estadístico lo que estudios previos habían sugerido desde enfoques cualitativos o descriptivos: que las intervenciones pedagógicas activas, planificadas y colaborativas —fundamentadas en la ZDP vygotskiana y en los principios de la metodología ELI— producen mejoras significativas y reales en el rendimiento matemático de los estudiantes sordos (Nunes y Moreno, 2002; Guilombo y Hernández, 2011; UPS, 2023). Este resultado es especialmente significativo dado que la muestra ($n=4$) es reducida, lo que convierte al estadístico de Wilcoxon en un instrumento conservador: el rechazo de H_0 con una muestra tan pequeña indica que el tamaño del efecto de la intervención es considerablemente robusto.

En segundo lugar, la no significancia estadística de la comparación intergrupar posttest ($U = 34.5$, $p = .412$) es el hallazgo más relevante desde la perspectiva de la educación inclusiva: no solo mejoró el rendimiento de las estudiantes sordas, sino que dicha mejora fue suficiente para equiparar su desempeño al de sus pares oyentes. Este resultado desafía el paradigma que naturaliza el rezago matemático de los estudiantes sordos como consecuencia inevitable de su condición auditiva (Bull et al., 2018; Nunes y Moreno, 2002), y refuerza la tesis de que dicho rezago es, en gran medida, un producto del entorno pedagógico y no de la capacidad intelectual del estudiante.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio demuestra la viabilidad de implementar diseños cuasiexperimentales con pruebas de hipótesis estadística en contextos educativos inclusivos en Ecuador, incluso con muestras pequeñas, siempre que se seleccionen los estadísticos no paramétricos apropiados (Field, 2013). Esta contribución metodológica es de especial valor para la investigación educativa latinoamericana, donde la mayoría de los estudios sobre inclusión de estudiantes sordos adoptan enfoques puramente cualitativos o descriptivos, sin grupo de control ni prueba de hipótesis (García y López, 2019).

Es necesario reconocer las limitaciones del estudio. El tamaño del GE ($n=4$) reduce el poder estadístico de las pruebas y limita la generalización de los resultados. La conformación no aleatoria de los grupos introduce potenciales sesgos de selección, si bien el diseño cuasiexperimental con pretest y grupo del mismo salón minimiza este riesgo. Futuras investigaciones deberían replicar el estudio con muestras más amplias —idealmente obtenidas de múltiples instituciones— y considerar el seguimiento longitudinal de los participantes en su trayectoria académica posterior.

CONCLUSIONES

El presente estudio cuasiexperimental con pretest-posttest, grupo de control y prueba de hipótesis estadística permite establecer las siguientes conclusiones:

La metodología ELI produjo un incremento estadísticamente significativo en el rendimiento matemático de las cuatro estudiantes sordas del Grupo Experimental (prueba de Wilcoxon, $Z = -1.826$, $p = .034$), lo que confirma que la manipulación de la variable independiente —la intervención ELI— tuvo un efecto causal real sobre la variable dependiente —el rendimiento matemático— y no atribuible al azar.

Al finalizar los 15 meses de intervención, el rendimiento matemático del Grupo Experimental no difirió significativamente del Grupo de Control (prueba U de Mann-Whitney, $U = 34.5$, $p = .412$), lo que evidencia que la brecha inicial fue superada y que las estudiantes sordas alcanzaron un nivel de desempeño equivalente al de sus pares oyentes sin intervención diferenciada adicional.

El rezago matemático de los estudiantes sordos no constituye una consecuencia inevitable de su condición auditiva, sino el resultado de entornos pedagógicos no diseñados para compensar las

barreras de acceso al aprendizaje incidental. Cuando se ofrecen las condiciones pedagógicas adecuadas, sistematizadas en la Metodología ELI, dicha brecha puede ser reducida hasta la no significancia estadística.

El diseño cuasiexperimental con grupo de control y pruebas no paramétricas (Wilcoxon y Mann-Whitney) se confirma como un marco metodológico viable y apropiado para la evaluación rigurosa de intervenciones pedagógicas en contextos inclusivos con muestras pequeñas en Ecuador.

La metodología ELI se establece como una intervención pedagógica con evidencia empírica cuantitativa de su efectividad en la educación matemática inclusiva de estudiantes sordas en el nivel de bachillerato, con potencial para ser replicada y escalada en el sistema educativo ecuatoriano y latinoamericano.

REFERENCIAS

- Bravo, L. (1996). *Psicología de las dificultades del aprendizaje escolar*. Santiago de Chile: Universitaria.
- Bull, R., Marschark, M., Nordmann, E., Sapere, P., & Skene, W. A. (2018). The approximate number system and domain-general abilities as predictors of math ability in children with normal hearing and hearing loss. *British Journal of Developmental Psychology*, 36, 236–254. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12203>
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally.
- Echeverría, J. (2018). Educación inclusiva en Ecuador: avances y desafíos. *Revista de Ciencias Sociales*, 24(3), 17–28.
- Ferreiro Gravié, R. (2016). *Pasión por la enseñanza. Las competencias profesionales didácticas del Método ELI*. México: Trillas.
- Field, A. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics (4.ª ed.)*. Londres: Sage.
- García, A., & López, P. (2019). Estrategias didácticas para la inclusión educativa. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 13(2), 45–58.
- Guilombo, D., & Hernández, L. (2011). La relevancia del lenguaje en el desarrollo de nociones matemáticas en la educación de los niños Sordos. XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación (6.ª ed.)*. México: McGraw-Hill.
- Kritzer, K. L. (2009). Barely started and already left behind: A descriptive analysis of the mathematics ability demonstrated by young deaf children. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 14(4), 409–421.
- Naranjo, C. (2011). Una aproximación sociocultural hacia una educación matemática para sordos. *Revista Sigma*, 3(11), 27–42.
- Nunes, T. (2004). *Teaching mathematics to deaf children*. Londres: Whurr.
- Nunes, T., & Moreno, C. (1998a). Is hearing essential for understanding the principles of counting? *Educational Psychology*, 18(2), 171–183.
- Nunes, T., & Moreno, C. (2002). An intervention program for promoting deaf pupils' achievement in mathematics. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, 7(2), 120–133.
- Revista Panamericana de Pedagogía. (2023). Herramientas tecnológicas: una vía para la inclusión y aprendizaje de las matemáticas en alumnado con discapacidad auditiva. *RPP*, 36, 168–179.
- Salazar, M. (2016). *Metodologías activas en educación: una revisión teórica*. *Revista Iberoamericana de Educación*, 72(1), 1–14.
- Sánchez, R., & González, M. (2017). La importancia del lenguaje de señas en la inclusión educativa. *Revista de Educación Inclusiva*, 8(1), 23–34.
- Serrano, C., & Silvestre, N. (1995). *Proceso de resolución de problemas aritméticos en el alumnado sordo: aspectos diferenciales respecto al oyente*. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona.

Siegel, S., & Castellan, N. J. (1988). *Nonparametric statistics for the behavioral sciences* (2.ª ed.). Nueva York: McGraw-Hill.

UNESCO (1994). *Declaración de Salamanca y marco de acción sobre necesidades educativas especiales*. Salamanca: UNESCO.

Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador (UPS). (2023). *Estrategias para el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes sordos de bachillerato*. Cuenca: UPS.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Vygotsky, L. S. (1993). *Pensamiento y lenguaje*. Madrid: Aprendizaje Visor.

Vygotsky, L. S. (1995). *Obras escogidas* (Vol. 5). Madrid: Visor.

Wertsch, J. V. (1995). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Paidós.

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 