

## Evaluación de la efectividad de tecnologías adaptativas para mejorar la educación de estudiantes con discapacidad visual

Evaluation of the effectiveness of adaptive technologies to improve the education of students with visual impairments

### Autores:

Mónica Elizabeth Miranda Arbelaiz <sup>1</sup>

Jorge Andrés Rivera Rojas <sup>2</sup>

Dayron Rumbaut Rangel <sup>3</sup>

Xavier Oswaldo Yáñez Cando <sup>4</sup>

Recibido: 09/01/2024

Aceptado: 22/04/2024

Publicado: 02/07/2024

### Resumen

La condición de discapacidad puede ser indicio de inequidad, limitación, falta de oportunidades y discriminación en todos los aspectos de la vida y la educación no es la excepción. La investigación se orienta a analizar como el uso de herramientas basadas en la tiflotecnología como el sistema braille, lectores de pantalla y audiolibros y el ábaco cerrado contribuye a incrementar la accesibilidad, la participación y el rendimiento de los estudiantes con el 80% de discapacidad visual. Fue necesario aplicar una metodología enmarcada en el paradigma sociocrítico, de campo y experimental, con carácter mixto cuali cuantitativo y enfoque descriptivo explicativo, se empleó el análisis factorial exploratorio. Los resultados sugieren un impacto significativo en el progreso académico del grupo de experimento relacionado con el uso de las herramientas, el análisis factorial resalta la existencia de un factor subyacente común que influye en el rendimiento y su capacidad para aprender frente al uso de las herramientas identificando una variación en el desempeño de acuerdo a las necesidades y habilidades específicas de cada alumno lo que destaca la importancia de la educación inclusiva con herramientas adaptativas que respondan las necesidades y habilidades para incrementar la calidad educativa.

<sup>1</sup> Maestrante de la Universidad Bolivariana del Ecuador maestría en Educación en Entornos Digitales, Email: [memirandaa@ube.edu.ec](mailto:memirandaa@ube.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1123-7319>

<sup>2</sup> Maestrante de la Universidad Bolivariana del Ecuador maestría en Educación en Entornos Digitales, Email: [jariverar@ube.edu.ec](mailto:jariverar@ube.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3410-1573>

<sup>3</sup> Universidad Bolivariana del Ecuador, Email: [drumbautr@ube.edu.ec](mailto:drumbautr@ube.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9087-0979>

<sup>4</sup> Universidad Bolivariana del Ecuador, Email: [xoyanezc@ube.edu.ec](mailto:xoyanezc@ube.edu.ec) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3053-1959>

**Palabras Clave:** tecnologías adaptativas; educación; discapacidad visual; tiftotecnología.

### Abstarct

The condition of disability can be an indication of inequality, limitation, lack of opportunities and discrimination in all aspects of life and education is no exception. The research is aimed at analyzing how the use of tools based on typhotechnology such as the braille system, screen readers and audiobooks and the closed abacus contributes to increasing the accessibility, participation and performance of students with 80% of visual disabilities. . It was necessary to apply a methodology framed in the socio-critical, field and experimental paradigm, with a mixed quali-quantitative nature and a descriptive-explanatory approach, exploratory factor analysis was used. The results suggest a significant impact on the academic progress of the experiment group related to the use of the tools, the factor analysis highlights the existence of a common underlying factor that influences performance and their ability to learn compared to the use of the tools, identifying a variation in performance according to the specific needs and abilities of each student, which highlights the importance of inclusive education with adaptive tools that respond to the needs and abilities to increase educational quality.

**Keywords:** adaptive technologies; education; visual disability; typhlotechnology.

### INTRODUCCIÓN

“El derecho a la educación concierne a todos y es fundamental para el desarrollo personal de todo ser humano”. (Parra, 2020, p.4) Los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 resalta la importancia de lograr una educación de calidad, inclusiva y equitativa que disminuya la brecha digital existente y que fomente la participación de personas con discapacidad, haciendo énfasis en que la tecnología debe incluir no aislar. (González & Mora, 2023). La adaptación es un tema que ha tomado relevancia en la educación en los últimos tiempos, tiene un carácter amplio y flexible, depende de las necesidades específicas del usuario,

consiste en modificar algo a fin de reducir las limitaciones que enfrentan los alumnos debido a su discapacidad o necesidades especiales. (Fachal, et al., 2019). La incorporación de tecnologías adaptativas en el campo educativo, es un eje transformador, especialmente en estudiantes con discapacidad visual, se fundamenta en los principios de inclusión, equidad y acceso, el impacto del uso de este tipo de tecnología se refleja no solo en rendimiento académico, sino también en mayor autonomía y participación activa. Según de acuerdo a Frost (2021) en un estudio realizado por Meresman y Ullmann realizado en el año 2010 que fue

coordinado por CEPAL y publicado por Naciones Unidas en América Latina (AL) se estima que hay más de 70 millones de personas con discapacidad y en el Ecuador según el Ministerio de Salud Pública (2022) se registran 73.771 personas con discapacidad visual. Los estándares de accesibilidad para personas con discapacidad visual se enfocan en la regulación del tamaño de la letra, el interlineado, los colores y contrastes, sin embargo, estos esfuerzos no son suficientes para lograr la inclusión y la adaptación a las diversas discapacidades visuales. (Giraldo, et al., 2018). Es imperioso recordar que la implementación de tecnologías adaptativas desencadena un mundo de posibilidades que favorece el aprendizaje significativo e inclusivo, pero la simple adopción no es suficiente para garantizar el éxito, por ello es necesario analizar la forma en que se utilizan para comprender la eficiencia real, abordando no solo cuestiones de accesibilidad, sino la adaptación real de estas herramientas y el nivel de calidad educativa. La tiflogía por su parte es el encargado del estudio de la ceguera y considerar los métodos y técnicas que se emplean en la educación y rehabilitación de personas ciegas. En la

tiflogía se incluye el análisis de los sistemas de lectura táctil como el Braille, que es el mecanismo oficial para que las personas con discapacidad visual, aprendan a leer y escribir, consiste en un sistema táctico desarrollado por Louis Braille y consiste en la disposición de puntos que forman relieve en grupos de seis puntos en cada celda, esto permite formar letras, números y signos de puntuación. Por lo expuesto la presente investigación se orienta a analizar de forma crítica el uso de herramientas tecnológicas basadas en la tiflogía y el sistema braille en los estudiantes con discapacidad visual de la Unidad Educativa Eloy Alfaro Delgado, evaluando la accesibilidad, la participación y la incidencia académica. Esta investigación proporciona información valiosa para los educadores que trabajen con estudiantes que posean discapacidad visual, para los creadores o desarrolladores de tecnología, los padres, las autoridades y los responsables de la creación y aplicación de políticas educativas.

### Discapacidad visual y aprendizaje

La discapacidad visual se puede dividir en dos grandes grupos:

**Figura 1**

*Clasificación de la discapacidad visual*



*Nota.* Elaboración propia basado en Romero et al., 2018.

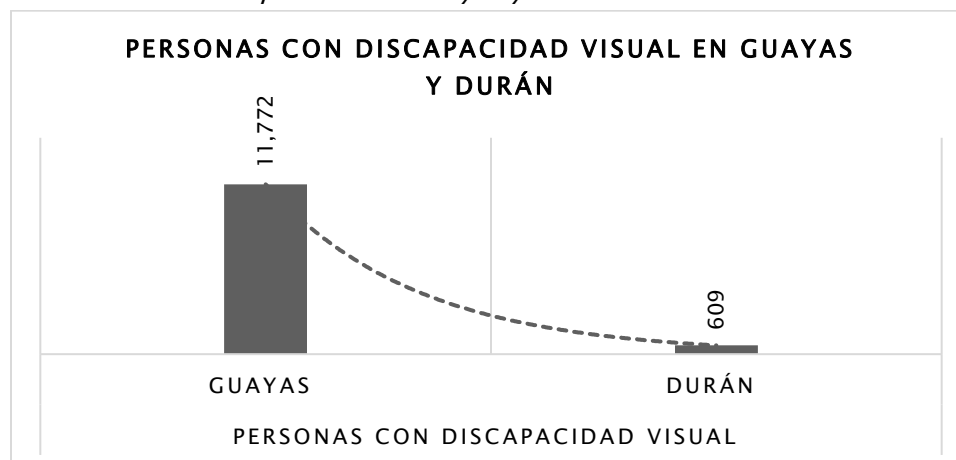
Las cinco áreas tiflológicas desempeñan un papel activo y significativo en el desarrollo del aprendizaje de los estudiantes, pero en el contexto de las prácticas de aula, el braille asume un rol fundamental. Este sistema se destaca como uno de los principales métodos de lectura y escritura, así como de acceso a la información, utilizado por la población con discapacidad visual. Al igual que la tiflotecnología, el braille se presenta en el aula como una fuente actualizada y llena de posibilidades para potenciar los procesos educativos. Su importancia radica en su capacidad para proporcionar a los estudiantes con discapacidad visual las herramientas necesarias para participar de manera efectiva en el entorno educativo y acceder a la información de manera independiente. Los estudiantes con discapacidad visual enfrentan retos y desafíos en el proceso de aprendizaje en comparación con un estudiante sin esta discapacidad. Si los

docentes en los centros educativos no se atiende adecuadamente las necesidades brindando el apoyo necesario estos alumnos presentarán retraso académico. Entre los principales retos que enfrenta están el acceso a la información escrita, la capacidad de leer se ve afectada y se convierte en un limitante no solo en el ámbito educativo si no en la vida cotidiana de estos alumnos. (Sarango et al., 2022)

#### Contexto de las personas con discapacidad visual en el Ecuador

En el Ecuador existen seis tipos de discapacidad de las cuales el 11,54% corresponde a discapacidad visual. En Guayas existen 11.772 personas con discapacidad visual y en Durán sector donde se ubica la Unidad Educativa Eloy Alfaro existen 609 personas con esta condición.

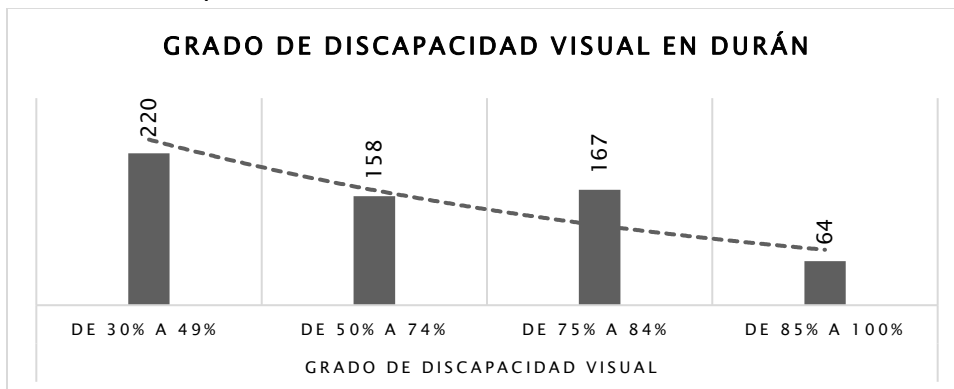
**Figura 2**  
*Personas con discapacidad en Guayas y Durán*



*Nota.* Elaboración propia basado en Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades.

Las 609 personas con discapacidad visual de acuerdo al grado de discapacidad se distribuyen de la siguiente manera:

**Figura 3**  
*Grado de discapacidad*



*Nota.* Elaboración propia basado en Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades.

La discapacidad visual limita a las personas en determinadas tareas, por ello aparecen las tecnologías adaptativas, que incurre en la alteración de las herramientas, objetos, equipos o productos, teniendo en cuenta la accesibilidad, implica no solo la accesibilidad si no el incremento o modificación de funciones específicas enfocadas en las necesidades de los usuarios, de esta forma supera el diseño original. (Gutiérrez & Romero, 2016)

La afirmación de que las tecnologías adaptativas se centran en la adaptación o modificación con el objetivo de respaldar a las personas en diversas tareas resalta la importancia de personalizar las herramientas para satisfacer necesidades específicas. Esta perspectiva no solo subraya la relevancia de la accesibilidad, sino también destaca la necesidad de ir más allá al modificar o aumentar funciones para abordar las necesidades particulares de los

usuarios. La idea de que estas adaptaciones pueden superar el diseño original refleja la capacidad transformadora de las tecnologías adaptativas, demostrando su potencial para mejorar significativamente la vida y la participación de las personas en diversas actividades.

#### Tiflogología y tecnotiflogología

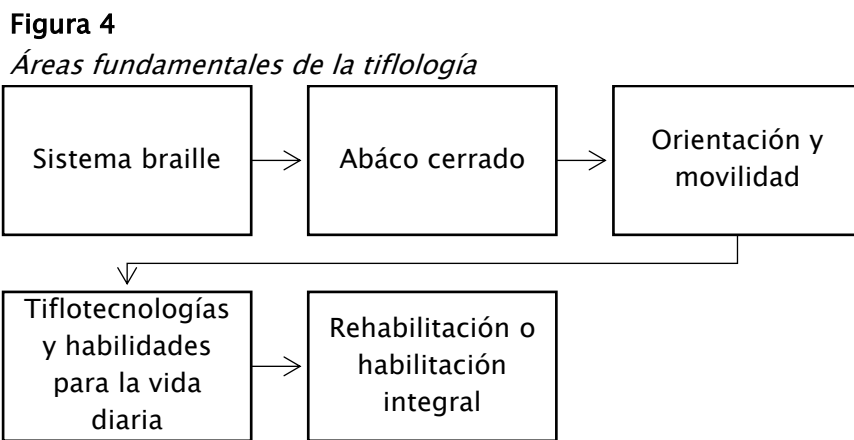
El término Tiflotecnología, derivado del griego "Tiflo" que significa ciego, fue incorporado al Diccionario de la Real Academia Española en 2008. En dicha fuente, se describe como el campo de estudio que se centra en adaptar procedimientos y técnicas para que puedan ser utilizados por personas con discapacidad visual. La Tiflotecnología engloba un conjunto de métodos, conocimientos y recursos diseñados para proporcionar a las personas ciegas o con

discapacidad visual las herramientas necesarias para utilizar la tecnología de manera efectiva. Su objetivo principal es facilitar la independencia y autonomía total en los ámbitos social, educativo y profesional. (Zamora & Marín, 2021)

La tiflogología, que abarca los materiales adaptados y de apoyo, integra los demás sentidos en el proceso de adquirir habilidades como orientación, movilidad, reconocimiento del entorno, así como el

dominio del sistema de lectura y escritura Braille. La creación del campo de herramientas tiflotecnologías se justifica al resaltar la versatilidad que proviene de sus atributos mediante el empleo adecuado de tecnologías, y cómo las personas con discapacidad visual las utilizan de manera oportuna para mejorar su calidad de vida.

A su vez la tiflogología se divide en cinco áreas fundamentales:



*Nota.* Elaboración propia basado en la tiflogología en la educación inclusiva.

### Sistema Braille

El sistema Braille es la alternativa empleada para propiciar la lectura y escritura en personas con discapacidad visual. En el medio educativo no tienen elección este es el sistema que de manera inevitable se convertirá en el código mediante el cual aprenderán a leer y escribir. (Vallés, 2005 citado por Sarango et al., 2022). El sistema Braille emerge como un pilar esencial para apoyar a estudiantes con discapacidad visual, al proporcionar un método efectivo de lectura y escritura táctil. Este sistema no solo facilita el acceso a la información

escrita, sino que también promueve la independencia y participación activa en contextos educativos. La capacidad de los estudiantes para dominar el Braille no solo les permite seguir el ritmo académico, sino que también fomenta su integración social y profesional al proporcionarles una herramienta fundamental para la comunicación y el aprendizaje. La relevancia continua del sistema Braille subraya su papel crucial en empoderar a las personas con discapacidad visual, permitiéndoles superar barreras y alcanzar su máximo potencial.

## METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en el paradigma sociocrítico, orientándose a profundizar como las tecnologías adaptativas, impactan en la educación de alumnos con discapacidad visual. En especial se estudia la efectividad del uso de la tiflogía la tecno tiflogía y el sistema braille en los alumnos estudiantes del tercer año figura profesional informática de la Unidad Educativa Fiscal Gral. Eloy Alfaro Delgado del cantón Duran. Es de carácter mixto cuali - cuantitativo, esto permite obtener una visión más integral del problema de estudio y la investigación descriptiva, explicativa permite no solo describir la situación actual sino analizar y resaltar los factores que subyacen la efectividad de los sistemas empleados.

Fue necesaria la aplicación de un estudio bibliográfico que sustente la base del conocimiento a través del estudio de información de diversas fuentes y respalde la investigación mediante la estructuración del marco teórico. Se sitúa como una investigación de campo, puesto que fue necesario realizar acercamiento y observación del fenómeno de estudio, implica un acercamiento directo y la observación del fenómeno en estudio, proporcionando una comprensión contextualizada de la implementación de tecnologías adaptativas en el entorno educativo para estudiantes con discapacidad visual. Las técnicas de

recolección de datos empleadas son la entrevista y la observación directa, permitieron obtener información detallada y experiencial de los participantes clave: estudiantes y docentes. Esto contribuirá a obtener percepciones directas y experiencias que enriquecerán la evaluación de la efectividad de las tecnologías adaptativas en el contexto educativo. Además, se sitúa como una investigación experimental, puesto que se trabajó con dos grupos uno de control y otro de experimento, el grupo de control siguió con el paradigma tradicional de enseñanza, mientras que el grupo experimental fue expuesto a las herramientas de tecnotiflogía y al sistema braille, se evaluaron en tres tiempos antes, durante y después del proceso (pre, into y post). La información obtenida permitió contrastar la evolución de los dos grupos e identificar la incidencia de las herramientas de tecnotiflogía y el sistema braille en el aprendizaje del grupo de estudio. La población de estudio corresponde a cinco estudiantes con discapacidad visual del tercer año paralelo "A" y "B" de la figura profesional informática en la Unidad Educativa Fiscal Gral. Eloy Alfaro Delgado del cantón Duran. Los estudiantes se dividen en dos grupos el grupo de control y el grupo de experimento como se detalla a continuación:

**Tabla 1**

*Población de estudio*

Grupo	Paralelo	Género	% de Discapacidad
Grupo de control	A	Hombre	80%
	A	Mujer	80%
Grupo de experimento	B	Mujer	80%
	B	Hombre	80%
	B	Mujer	80%

Las herramientas empleadas fueron: Braille, lectores de pantalla y audiolibros y el ábaco cerrado. Los elementos evaluados para identificar la efectividad de estas herramientas en el aprendizaje de los

estudiantes con discapacidad fueron tres dimensiones para cada herramienta que a su vez incluye nueve indicadores tres por cada dimensión como se detalla a continuación:

**Tabla 2**  
*Dimensiones e indicadores de estudio*

Método	Dimensión	Indicadores
Braille	Comprensión táctil del braille	Velocidad
		Precisión
		Reconocimiento y diferenciación de caracteres
	Fluidez de la lectura	Fluidez
		Velocidad
		Confianza
Aprendizaje	Expresa ideas del texto	
	Complementa con ideas propias	
	Conocimiento del vocabulario	
Lectores de pantalla y audiolibros	Comprensión auditiva	Velocidad
		Precisión
		Reconocimiento y diferenciación de caracteres
	Fluidez de la lectura	Fluidez
		Velocidad
		Confianza
Aprendizaje	Expresa ideas del texto	
	Complementa con ideas propias	
	Conocimiento del vocabulario	
Ábaco cerrado	Manejo del ábaco	Manipulación
		Precisión
		Representación numérica
		Interpretación de problemas



Problemas básicos	Velocidad de respuesta
	Redondeo
Aprendizaje	Identificación de números
	Identificación de signos
	Identificación de operaciones

## RESULTADOS

Luego de evaluar los dos grupos el de experimento y el de control se obtiene que el grupo de control los valores de rendimiento se mantienen relativamente estables y bajos a lo largo de las clases, con un rango entre 0.18 y 0.22, en el grupo experimental se evidencia un incremento progresivo y significativo en los valores de rendimiento, con un rango entre 0.21 y 0.79.

Del grupo de experimento los tres estudiantes de informática con discapacidad visual del 80% a las herramientas se obtuvieron los siguientes resultados: El progreso de los estudiantes con discapacidad visual del 80% y la aplicación de diferentes herramientas muestra variaciones en su rendimiento a lo largo de las clases.

A continuación, se presenta una interpretación general de los datos

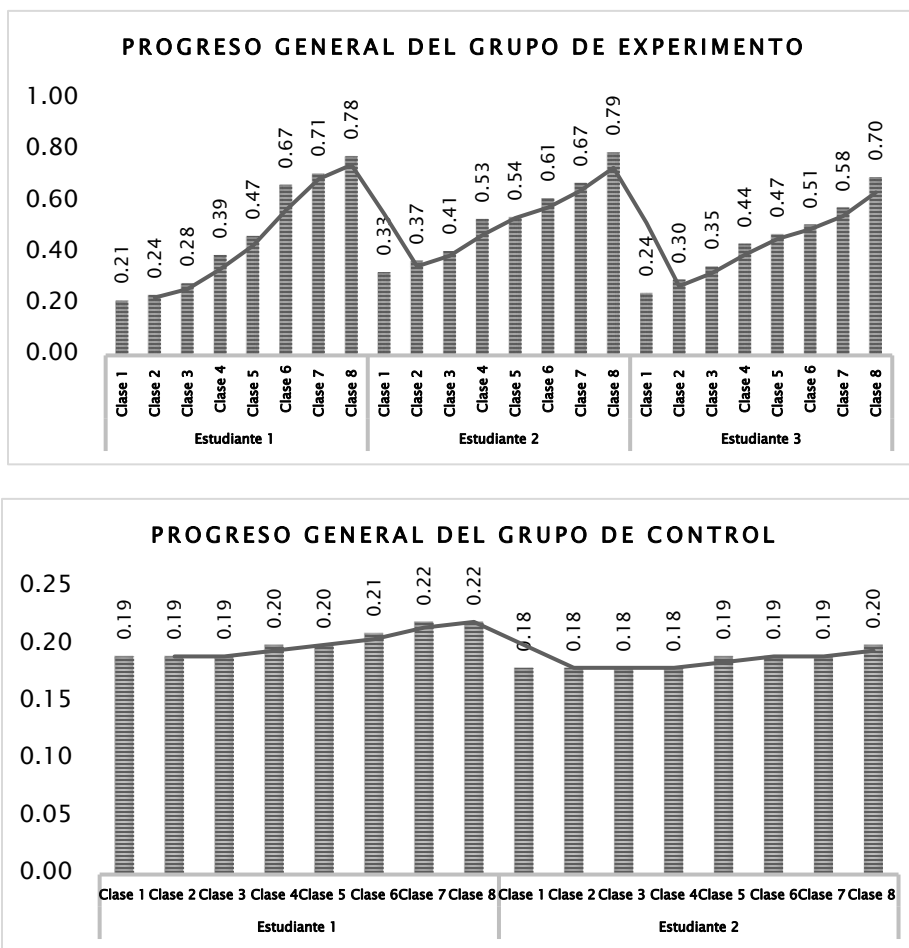
proporcionados para cada estudiante: Los estudiantes del grupo de experimento muestran patrones de rendimiento variados durante las clases.

El Estudiante 1 experimenta un aumento progresivo y notorio en el rendimiento, especialmente en la Clase 6, indicando una contribución positiva de las herramientas en las etapas intermedias. En contraste, el Estudiante 2 experimenta un aumento constante seguido de una disminución en la Clase 6, con recuperación en las Clases 7 y 8, lo que sugiere factores específicos que requieren una evaluación detallada.

El Estudiante 3 muestra una mejora en las Clases 1 a 4, seguida de cierta fluctuación en las Clases 5 y 6, y un aumento constante a partir de la Clase 7, indicando una adaptación positiva a las herramientas y estrategias.

**Figura 1**

*Progreso general de los alumnos del grupo de experimento y del grupo de control*



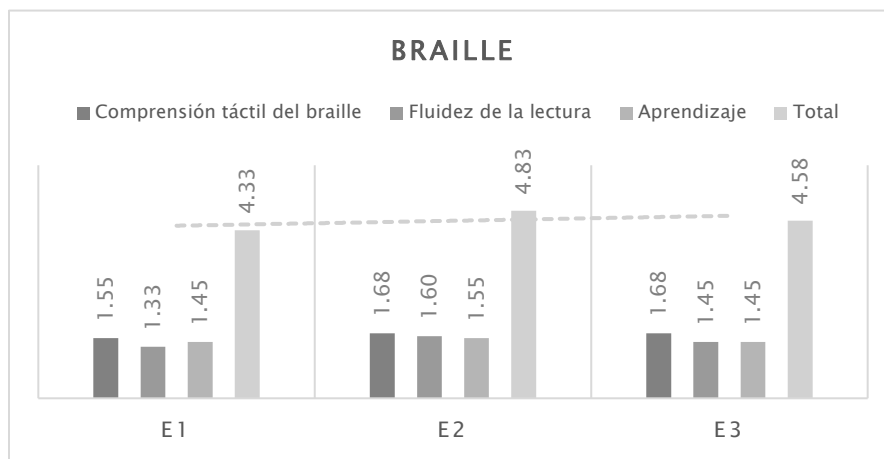
Esto sugiere que la intervención experimental ha tenido un impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes, particularmente en el caso del Estudiante 2 del grupo experimental, cuyo rendimiento ha aumentado considerablemente en comparación con su contraparte en el grupo de control. Además, se observa una variabilidad más amplia en los valores de rendimiento en el grupo experimental, lo que puede indicar una mayor diversidad de habilidades y niveles de competencia entre los estudiantes.

Al realizar un análisis por herramienta y estudiante se obtienen los siguientes resultados: En cuanto a la comprensión táctil del Braille, el Estudiante 1 (E1) obtuvo una puntuación de 1.55, indicando un nivel moderado, con posibles oportunidades de mejora en la interpretación táctil. El Estudiante 2 (E2) logró una puntuación de 1.68, demostrando un nivel más alto, mientras que el Estudiante 3 (E3) obtuvo una puntuación similar de 1.68, indicando un buen nivel de comprensión táctil. En relación con la fluidez de la lectura, E1

alcanzó una puntuación de 1.33, con áreas de mejora en velocidad y fluidez. E2 obtuvo una puntuación más alta de 1.60, mostrando un nivel superior, mientras que E3 registró una puntuación de 1.45, indicando una fluidez aceptable. Respecto al aprendizaje con el sistema Braille, E1 anotó 1.45, evidenciando un nivel

moderado en la expresión de ideas. E2 mostró una mejora con una puntuación de 1.55, mientras que E3 obtuvo una puntuación similar de 1.45, sugiriendo oportunidades para fortalecer la expresión de ideas y la complementación con ideas propias.

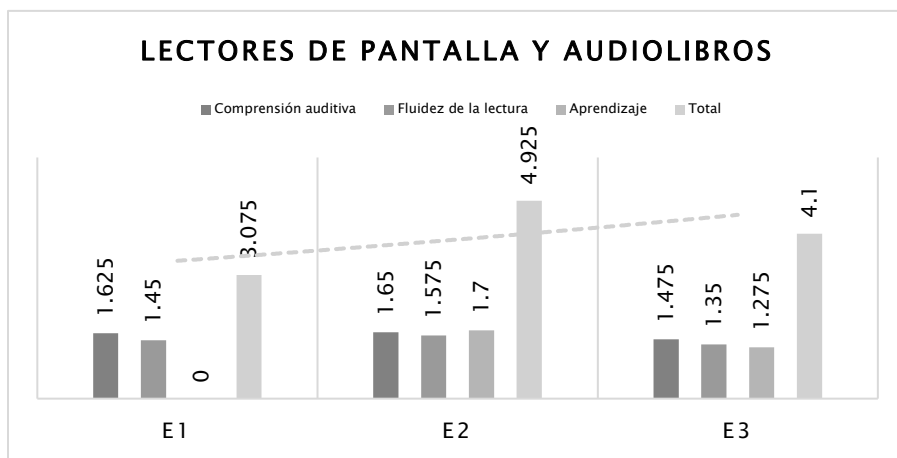
**Figura 2**  
*Herramienta Braille*



En la evaluación de lectores de pantalla y audiolibros, en términos de comprensión auditiva, el Estudiante 1 (E1) logró una puntuación de 1.625, indicando un nivel aceptable. El Estudiante 2 (E2) destacó con una puntuación de 1.65, demostrando un buen nivel, mientras que el Estudiante 3 (E3) obtuvo una puntuación de 1.475, señalando un nivel moderado. Respecto a la fluidez de la lectura, E1 registró una puntuación de 1.45, indicando un nivel moderado, mientras que E2 obtuvo una puntuación más alta de 1.575,

destacando un nivel superior. Por otro lado, E3 alcanzó una puntuación de 1.35, indicando un nivel moderado. En cuanto al aprendizaje, E1 obtuvo una puntuación de 1.7, reflejando un rendimiento aceptable en la comprensión auditiva durante el aprendizaje. E2 registró una puntuación más baja de 1.275, indicando un nivel inferior en este aspecto, y E3 obtuvo una puntuación similar de 1.275, señalando una oportunidad de mejora en la comprensión auditiva durante el aprendizaje.

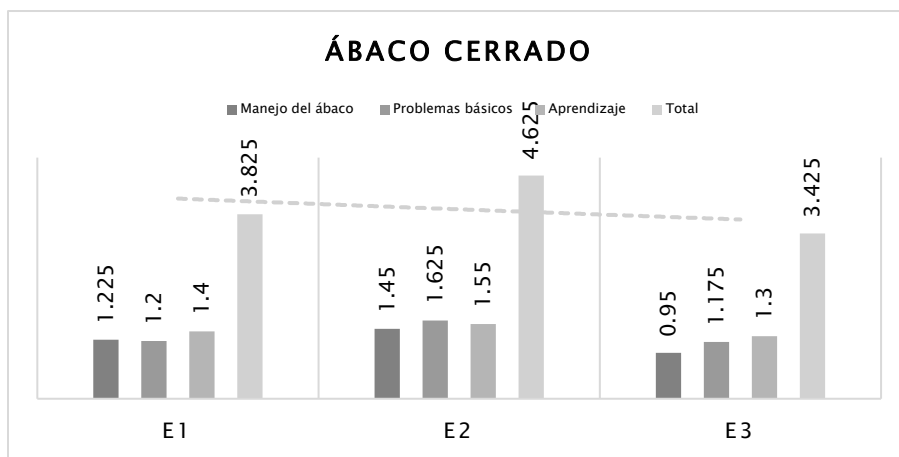
**Figura 3**  
*Lectores de pantalla y audiolibros*



En el manejo del ábaco cerrado, el Estudiante 1 (E1) exhibe un nivel moderado con una puntuación de 1.225, mientras que el Estudiante 2 (E2) demuestra un buen manejo con una puntuación de 1.45. En contraste, el Estudiante 3 (E3) presenta un nivel más bajo con una puntuación de 0.95. En la resolución de problemas básicos con el ábaco cerrado, E1 muestra un nivel

moderado con una puntuación de 1.2, E2 alcanza un buen nivel con 1.625, y E3 indica un nivel moderado con 1.175. En cuanto al aprendizaje, E1 logra una puntuación aceptable de 1.4, E2 demuestra un buen rendimiento con 1.55, y E3 alcanza un nivel moderado con una puntuación de 1.3 en el aprendizaje con el ábaco cerrado.

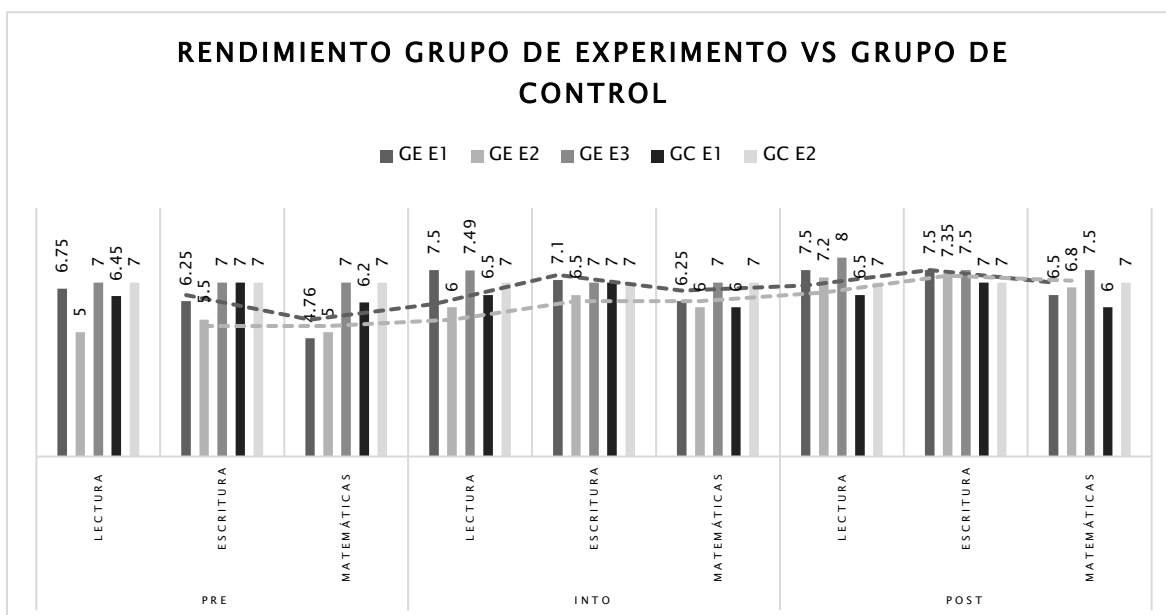
**Figura 4**  
*Ábaco cerrado*



Además de analizar las dimensiones en el grupo de experimento para contraste de la investigación se evaluó antes, durante y después al grupo de control y de experimento en tres aspectos, lectura, escritura y matemáticas, obteniendo los siguientes resultados: El análisis del rendimiento académico de estudiantes con un 80% de discapacidad visual en el grupo de experimento (GE), expuestos a herramientas como braille, lectores de pantalla, audiolibros y ábaco cerrado, revela mejoras notables en lectura, escritura y matemáticas. En comparación con el grupo de control (GC), que siguió un enfoque de enseñanza tradicional, el GE experimentó aumentos significativos en

todas las áreas evaluadas. Las medias indican un crecimiento sustancial en lectura (+1.32), escritura (+1.2) y matemáticas (+1.35) para el GE, mientras que el GC mostró cambios marginales. Estos resultados sugieren que la implementación de herramientas adaptativas en la educación de estudiantes con discapacidad visual puede ser efectiva, destacando la importancia de la inclusión de tecnologías específicas para mejorar el rendimiento académico en este grupo de estudiantes y desde otra perspectiva no muy lejana subrayan la importancia de adaptar los métodos de enseñanza para satisfacer las necesidades individuales de los estudiantes con discapacidad visual.

**Figura 5**  
*Rendimiento grupo de experimento vs grupo de control*



## DISCUSIÓN

Se empleó la estadística de análisis factorial exploratorio para respaldar la relación del rendimiento o promedio de los estudiantes en lectura, escritura y matemáticas con las herramientas braille, lectores de pantalla y audiolibros y el ábaco cerrado, además; explicar el comportamiento individual de cada estudiante con cada herramienta. Los resultados reflejan: el factor 1 explica el 59.1% de la varianza total en los datos. Las variables cargadas en este factor incluyen el promedio general del estudiante (PGE1, PGE2, PGE3), Braille, Lectores de Pantalla y Audiolibros (LP&AL), y Ábaco Cerrado (AC). Esto sugiere que estas variables están relacionadas entre sí y son influenciadas por un factor subyacente común.

El Error Cuadrático Medio de Aproximación indica un ajuste perfecto del modelo. Un valor de RMSEA cercano a cero indica un buen ajuste del modelo a los datos observados. Por su parte el TLI (Tucker-Lewis Index) de 1.000 también sugiere un ajuste perfecto del modelo. El valor de BIC O (Criterio de Información Bayesiana) es de -130510, que es un criterio de selección de modelo donde valores más negativos indican un mejor ajuste del modelo. Esto sugiere que existe un factor subyacente común que influye en el rendimiento general de los estudiantes y su capacidad para utilizar diferentes métodos de aprendizaje, lo que proporciona una comprensión más profunda de la relación entre estas variables.

Al realizar un análisis del comportamiento y/o evolución individual de los alumnos se obtiene lo siguiente:

- Estudiante 1 (E1): Presenta cargas positivas significativas en Braille, LP&AL y AC en el Factor 1. Además, su promedio general (PGE1) tiene una carga muy alta en el Factor 1. Esto indica que E1 muestra un buen desempeño en todas las herramientas utilizadas y su rendimiento general está altamente influenciado por el Factor 1 identificado en el AFE.
- Estudiante 2 (E2): Similar a E1, E2 muestra cargas positivas significativas en todas las herramientas utilizadas y su promedio general (PGE2) tiene una carga positiva en el Factor 1. Sin embargo, las cargas de E2 en Braille y LP&AL son ligeramente más altas que las de E1, lo que sugiere un desempeño ligeramente mejor en estas áreas.
- Estudiante 3 (E3): A diferencia de E1 y E2, E3 muestra una carga negativa en Braille y LP&AL en el Factor 1, lo que indica un desempeño deficiente en estas áreas. Sin embargo, su desempeño en AC es significativo y contribuye al Factor 1. El promedio general de E3 (PGE3) también tiene una carga negativa en el Factor 1, lo que sugiere que su rendimiento general está influenciado negativamente por el Factor 1 identificado en el AFE.

Los estudiantes E1 y E2 muestran un desempeño general positivo y consistente en todas las herramientas utilizadas, lo que está alineado con el Factor 1 identificado en

el AFE. El desempeño del Estudiante 3 (E3) es menos consistente y muestra deficiencias en Braille y LP&AL, lo que afecta negativamente su rendimiento general, como se refleja en el Factor 1 identificado en el AFE. Estos hallazgos respaldan la

importancia de las herramientas de aprendizaje y su impacto en el rendimiento general de los estudiantes con discapacidad visual, como se refleja en el análisis factorial exploratorio.

**Figura 6**  
*Análisis factorial exploratorio*

Cargas de los Factores		
	Factor	
	1	Unicidad
PGE1		0.9994
PGE2	0.749	0.4383
PGE3	-0.687	0.5278
BRILLE	1.013	-0.0254
LP&AL	1.000	-6.30e-4
AC	0.698	0.5134

*Nota.* El método de extracción 'Residuo mínimo' se usó en combinación con una rotación 'oblimin'

Resumen de los factores			
Factor	SC Cargas	% de la Varianza	% Acumulado
1	3.55	59.1	59.1

Medidas de Ajuste del Modelo								
RMSEA	IC 90% del RMSEA			TLI	BIC	Prueba del Modelo		
	Inferior	Superior	x <sup>2</sup>			gl	p	
0	0	0	-130510	-1.17e-7	0	9	1.000	

PGE = Promedio general del estudiante 1, 2 y 3.

LP&AL = Lector de pantallas y audiolibros.

AC = Ábaco cerrado.

## CONCLUSIÓN

Los resultados del experimento revelan que los estudiantes con discapacidad visual del 80% experimentaron variaciones en su rendimiento a lo largo de las clases al utilizar diferentes herramientas, sugiriendo que la aplicación de herramientas adaptativas puede tener un impacto significativo en el progreso académico de los estudiantes con discapacidad visual, pero los resultados pueden variar entre individuos debido a factores específicos

que requieren una evaluación más detallada.

Al analizar el desempeño de cada estudiante con respecto a las diferentes herramientas, se observan diferencias en la comprensión táctil del Braille, la fluidez de la lectura, la expresión de ideas y la comprensión auditiva durante el aprendizaje, así como en el manejo del ábaco cerrado. Estas disparidades resaltan la importancia de adaptar las herramientas y estrategias educativas para satisfacer las

necesidades individuales de los estudiantes con discapacidad visual, puesto que los alumnos mostraron desempeños diferentes frente a las tres herramientas propuestas, sin embargo, de forma general el grupo de experimento mostró incremento en la lectura, escritura y matemática en contraste al grupo de control.

El análisis factorial exploratorio sugiere la existencia de un factor subyacente común que influye en el rendimiento general de los estudiantes y su capacidad para utilizar diferentes métodos de aprendizaje, en el

análisis del desempeño individual se observa que el desempeño varía según las necesidades y habilidades específicas de cada individuo, lo que destaca la importancia de adaptar las estrategias educativas para satisfacer estas necesidades. En general, estos hallazgos respaldan la necesidad de una educación inclusiva que tenga en cuenta las necesidades individuales de los estudiantes con discapacidad visual y utilice herramientas adaptativas para promover su éxito académico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. (2023). Estadísticas de discapacidad. Obtenido de <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

Fachal, A., Abasólo, M. J., & Sanz, C. (18 de 10 de 2019). Experiencias en el uso de TIC y rampas digitales en la enseñanza de informática a alumnos de educación terciaria con discapacidad visual o auditiva. Obtenido de SEDICI : <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/90556>

Frost Nájera, C. L. (30 de 07 de 2021). Una estructura digital accesible es un derecho humano de las personas con discapacidad visual. Saberes y prácticas Revista de Filosofía y Educación, 6(1), 1 - 15. doi:

<https://doi.org/10.48162/rev.36.021>

Giraldo Ocampo, M., Hernández Leal, E., & Moreno Cadavid, J. (2018). Aplicación de una herramienta técnica de apoyo al proceso de inclusión de personas con discapacidad visual en una plataforma educativa web. Revista Academia, 5(16), 5090 - 6149. Obtenido de [https://www.academic.emilcyjuliana.com/files/AE07\\_LACLO2016.pdf](https://www.academic.emilcyjuliana.com/files/AE07_LACLO2016.pdf)

González, C. M., & Mora de la Torre, V. (2023). Alfabetización mediática audiovisual en personas con discapacidad visual El lenguaje y la narrativa audiovisual como herramientas para mejorar la experiencia cinematográfica. ÍCONO 14, 21(2), 1 - 24.



doi:<https://doi.org/10.7195/ri14.v21i2.2028>

Gutiérrez Alegre, J. P., & Romero Patrógic, M. (05 de 12 de 2016). Solución adaptativa para personas con discapacidades visuales para participar del proceso de aprendizaje mediante la herramienta Moodle. Obtenido de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620732/GUTIERREZ\\_AJ\\_\\_ROMERO\\_PM.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620732/GUTIERREZ_AJ__ROMERO_PM.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mantilla Angulo, W. M., Guatibonza Gómez, A. S., & Lizarino Carreño, A. (2023). Propuesta didáctica basada en dos áreas tiflológicas: braille y tiflotecnología, como estrategia para la educación inclusiva de niños con discapacidad visual adquirida. Obtenido de Universidad Industrial de Santander: <https://noesis.uis.edu.co/server/api/core/bitstreams/2e4e1bf6-fbae-4176-8c08-4879c11c481c/content>

Ministerio de Salud Pública. (03 de 12 de 2022). Ecuador avanza hacia un proceso inclusivo y de reducción de las desigualdades para personas con discapacidad. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/ecuador-avanza-hacia-un-proceso-inclusivo-y-de-reduccion-de-las-desigualdades-para-personas-con-discapacidad/#:~:text=Por%20tipo%20de%20discapacidad%20se,lenguaj>

e%2C%20hasta%20agosto%20de%202022.

Parra Suárez, D. B. (2020). Análisis y propuesta del uso de las TIC's como apoyo académico para una mayor inclusión de las personas con discapacidad visual y auditiva en la Universidad Técnica de Babahoyo. Obtenido de Universidad Técnica de Babahoyo: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11642/E-UTB-FAFI-SIST-000308.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Romero Martínez, S. J., Gonzáles Calzada, I., García Sandoval, A., & Lozano Domínguez, A. (04 de 07 de 2017). Herramientas tecnológicas para la educación inclusiva. (8. 112, Ed.) TCyE Tecnología, Ciencia y Educación(9). Obtenido de <https://udimundus.udima.es/bitstream/handle/20.500.12226/54/Herramientas%20tecnol%C3%B3gicas%20para%20la%20educaci%C3%B3n%20inclusiva.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sarango , J., Chamba , W., & Espinoza , M. (30 de 06 de 2022). Aprendizaje del sistema de lectura y escritura Braille basado en las TIC Learning the Braille reading and writing system based on ICTs. CEDAMAX, 12(1), 77 - 84. doi:10.54753/cedamaz.v12i1.1268

Zamora López, P., & Marín Perabá, C. (16 de 01 de 2021). Tiflotecnologías para el alumnado con discapacidad visual.

Academia, 8(1), 109 - 118.  
doi:<https://doi.org/10.30545/academo.2021.ene-jun.10>