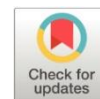


Herramientas digitales para el fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de matemática en estudiantes con discalculia

Digital tools to strengthen the teaching and learning process of mathematics in students with dyscalculia

- ¹ Braile Angelica Murillo Cuzco  <https://orcid.org/0009-0004-8138-441X>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador.
Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
bamurillo@ube.edu.ec
- ² Jonathan Galo Canchingre Vázquez  <https://orcid.org/0009-0004-2387-7582>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador.
Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
jgcanchingrev@ube.edu.ec
- ³ José Jacinto Medina Moreira  <https://orcid.org/0000-0003-1728-1462>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador.
Maestría en Educación con Mención en Pedagogía en Entornos Digitales
jjmedinam@ube.edu.ec
- ⁴ Rudy García Cobas  <https://orcid.org/0000-0002-0662-176X>
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Guayas, Ecuador.
rgaciac@ube.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/08/2025

Revisado: 13/09/2025

Aceptado: 16/10/2025

Publicado: 13/11/2025

DOI: <https://doi.org/10.33262/ap.v7i4.654>

Cítese:

Murillo Cuzco, B. A., Canchingre Vázquez, J. G., Medina Moreira, J. J., & García Cobas, R. (2025). Herramientas digitales para el fortalecimiento del proceso de enseñanza aprendizaje de matemática en estudiantes con discalculia. *AlfaPublicaciones*, 7(4), 106–125. <https://doi.org/10.33262/ap.v7i4.654>



ALFA PUBLICACIONES, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://alfapublicaciones.com>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Palabras claves:

Herramientas digitales- PhET, necesidades educativas, discalculia, enseñanza - aprendizaje, estrategias matemáticas.

Resumen

Introducción. El presente trabajo investigativo tiene como finalidad establecer el aporte que brinda la herramienta digital PhET, en el aprendizaje de matemáticas en los estudiantes con necesidades educativas, específicamente la discalculia. **Objetivo.** Analizar el impacto del uso de la herramienta digital PhET, en los procesos de enseñanza-aprendizajes en estudiantes con necesidades educativas (NEE), concretamente la discalculia, de la Unidad Educativa Tente. Gustavo Ledesma. Guayas, Ecuador. **Metodología.** La investigación estuvo conformada por los ocho estudiantes diagnosticados con discalculia los cuales fueron emitidos por el Departamento de Consejería Estudiantil (DECE) y el Ministerio de Salud Pública (MSP) y ocho docentes del área de matemática de la institución educativa fiscal Tente. Gustavo Ledesma, situado en el Recto Las Cañas, Cantón Lomas de Sargentillo provincia del Guayas-Ecuador. Estos alumnos fueron diagnosticados con necesidades educativas de discalculia mediante, una evaluación psicopedagógica del DECE y con autorización de sus representantes legales. Se adoptó un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativo y cualitativo. El componente cuantitativo incluyó pruebas diagnósticas y sumativas de matemáticas y una rúbrica de evaluación del aprendizaje, mientras que el componente cualitativo incorporó observación participativa, diario reflexivo y entrevistas semiestructuradas a docentes. El estudio, de tipo aplicado y diseño cuasi-experimental, implementó la herramienta digital PhET Interactive Simulations como estrategia pedagógica para evaluar su impacto en el rendimiento académico y explorar percepciones sobre su aplicabilidad en contextos inclusivos. **Resultados.** Se manejó un pre test y post test, para lo cual se utilizó el método estadístico de T-Student para medir el aprendizaje el cual arrojó un valor de P de 0.000003964 y se utilizó Cronbach como un factor de confiabilidad de la encuesta obteniéndose un resultado de alfa de Cronbach de 0,8886. **Conclusión.** El uso de la herramienta PhEt, tuvo un efecto notablemente significativo en la mejora del desempeño académico de los estudiantes con necesidades educativas especiales, en particular aquellos diagnosticados con discalculia. Luego de su implementación, se observó un aumento, precisión y prontitud al resolver operaciones matemáticas elementales como sumas, restas y multiplicaciones simples, así también la comprensión de

conceptos numéricos básicos. **Área de estudio general:** Educación y matemática. **Área de estudio específica:** Didáctica de matemática. **Tipo de estudio:** Artículos originales

Keywords:

Digital Tools-
PhET,
educational needs,
dyscalculia,
teaching-learning,
mathematical
strategies.

Abstract

Introduction. The purpose of this research is to establish the contribution that the digital tool PhET provides to the learning of mathematics for students with educational needs, specifically dyscalculia. **Objective.** To analyze the impact of the use of the digital tool PhET on the teaching-learning processes of fifth-grade students with special educational needs (SEN) at the Tente Educational Unit, Gustavo Ledesma, Guayas, Ecuador. **Methodology.** The research consisted of eight students diagnosed with dyscalculia by the Department of Student Counseling (DECE) and the Ministry of Public Health (MSP), and eight mathematics teachers at the public educational institution Tente. Gustavo Ledesma, located in Recto Las Cañas, Lomas de Sargentillo Canton, Guayas Province, Ecuador. These students were diagnosed with dyscalculia through a psychopedagogical evaluation by the DECE (Department of Student Counseling) and with the authorization of their legal representatives. A mixed approach was adopted, combining quantitative and qualitative analysis. The quantitative component included diagnostic and summative mathematics tests and a learning assessment rubric, while the qualitative component incorporated participatory observation, a reflective journal, and semi-structured interviews with teachers. The study, of applied nature and quasi-experimental design, implemented the digital tool PhET Interactive Simulations as a pedagogical strategy to evaluate its impact on academic performance and explore perceptions about its applicability in inclusive contexts. **Results.** A pre- and post-test was conducted, using the student's t-test to measure learning, yielding a P value of 0.000003964. Cronbach's alpha was used as a reliability factor for the survey, yielding Cronbach's alpha of 0.8886. **Conclusion.** The use of the PhET tool had a remarkably significant impact on improving the academic performance of students with special educational needs, particularly those diagnosed with dyscalculia. Following its implementation, students saw increased accuracy and speed in solving elementary mathematical operations such as simple addition, subtraction, and multiplication, as well as an

understanding of basic numerical concepts. **General area of study:** Education and Mathematics. **Specific area of study:** Mathematics Didactics. **Type of study:** Original articles

1. Introducción

En los últimos años, los resultados académicos en el área de matemática se evidencian una preocupante tendencia a la baja de calificaciones, especialmente en el contexto educativo de América Latina. De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD, 2019) el informe PISA 2018 reveló que el rendimiento en matemática en países de la región, específicamente Ecuador, se encuentra por debajo del 17 % del promedio general. Esta situación pone en evidencia la necesidad urgente de replantear las metodologías empleadas en la enseñanza de esta asignatura, particularmente en lo que respecta a estudiantes que presentan dificultades del aprendizaje (Bolaño, 2020).

De acuerdo con el Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DMS-5, los trastornos del neurodesarrollo constituyen un conjunto de condiciones que se inician en el periodo del desarrollo (Asociación Americana de Psiquiatría [APA], 2014). Normalmente se manifiestan al inicio de la escolarización, y se caracterizan por alteraciones o diferencias en la evolución de los procesos cerebrales, los cuales generan limitaciones en el funcionamiento personal, social, académico o laboral. Estas alteraciones pueden ir desde dificultades muy específicas en el aprendizaje hasta afectaciones generales en las habilidades sociales o en la capacidad intelectual. Para diagnosticar un trastorno, es indispensable la presencia de síntomas y de un deterioro funcional (APA, 2014).

El trastorno del desarrollo intelectual presenta una prevalencia mundial aproximada de 10 por cada 1000 habitantes; sin embargo, esta cifra varía según el país y su nivel de desarrollo, alcanzando cerca del 16 por 1000 en países de renta media y alrededor de 9 por 1000 en países de renta alta. Además, su prevalencia es mayor en población joven que en adulta (APA, 2014).

A nivel regional, no existen datos estadísticos que muestre la real incidencia de problemas de neurodesarrollo en los niños, teniendo en cuenta la complejidad de la definición y la uniformidad de criterios en cuanto a la definición de lo que es el desarrollo normal. La World Health Organization (WHO, 2023) estima que el 16% de la población de cualquier país, está constituida por personas con algún tipo de deficiencia. En Latinoamérica y El

Caribe, alrededor del 20% de la población presenta retrasos en su desarrollo (Edifarm, 2023).

En Ecuador la Fundación de Bienestar Desarrollo y Familia (BIDEFA, 2020) actúa como un centro especializado en diagnóstico, acompañamiento y tratamiento de trastornos del aprendizaje, incluyendo la discalculia. Sin embargo, al igual que esta fundación, existen muy pocas instituciones que ofrecen este tipo de atención, generalmente financiada por las propias familias de los estudiantes afectados. A pesar de ello, las políticas nacionales no priorizaron de forma efectiva la atención a estos trastornos, ya que históricamente se brindó escasa atención al tratamiento gratuito de estas condiciones. Además aún no se promovió de manera significativa la implementación de campañas de detección temprana, a pesar de que estas serían clave para mejorar la calidad de vida y el rendimiento escolar de los estudiantes que presentan estas dificultades.

En el ámbito rural, la inclusión educativa adquiere una relevancia particular al reconocer la necesidad de proporcionar una enseñanza de calidad a todos los estudiantes, independientemente de su género, edad, origen étnico, condición socioeconómica o lugar de residencia. En este contexto, se prioriza el desarrollo de estrategias pedagógicas que aseguren una educación de calidad para los alumnos que residen en zonas rurales (Bravo & Santos, 2019).

Garantizar una educación de calidad para cada niño, sin distinción de su identidad ni de los desafíos que puedan enfrentar, constituye el principio esencial de la inclusión educativa. Este enfoque se orienta a ofrecer igualdad de oportunidades de aprendizaje, trabajando activamente para eliminar las barreras que puedan dificultar este proceso. La inclusión se aprecia por su potencial para cultivar la equidad y fortalecer la cohesión social (Hernández & Samada, 2021).

En Ecuador desde agosto del 2024, el Ministerio de Educación del Ecuador (2024) acuerda expedir la Estrategia nacional para el fortalecimiento y la renovación curricular, de forma obligatoria en todas las instituciones educativas, en cuyo artículo 3, numeral 7, señala: “Adaptaciones curriculares con énfasis en competencias para las instituciones educativas que brindan un servicio educativo especializado: son las modificaciones que brindan soporte para la atención específica a una necesidad educativa identificada y se realizan a los elementos del currículo, logros de aprendizaje y criterios de evaluación, respondiendo a las necesidades educativas y eliminando barreras en el proceso de enseñanza y aprendizaje”.

Frente a esta problemática, la búsqueda de estrategias pedagógicas inclusivas y diferenciadas se vuelve una prioridad. En este sentido, el uso de tecnologías educativas se presenta como una alternativa eficaz para atender las diversas necesidades de los estudiantes. Las herramientas digitales interactivas, como los simuladores desarrollados

por PhET Interactive Simulations, permiten representar de manera visual y manipulativa conceptos matemáticos abstractos, favoreciendo así la comprensión y el aprendizaje significativo.

La plataforma PhET, cuyo nombre corresponde a *Physics Education Technology*, se posiciona como un recurso esencial para la enseñanza de ciencias y matemáticas, ofreciendo simulaciones interactivas que favorecen la comprensión de múltiples conceptos. Este proyecto es promovido por la Universidad de Colorado (PhET Interactive Simulations, 2019).

Este artículo tiene como finalidad analizar el impacto del uso de simulaciones interactivas, específicamente PhET, como herramienta pedagógica digital para mejorar el aprendizaje matemático en estudiantes con discalculia de la Institución Educativa Tnte. Gustavo Ledesma. Además de conocer si el uso de la herramienta PhET tiene un impacto significativo en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes con necesidades educativas especiales (discalculia).

Según Corozo & Vélez (2022) la discalculia es una dificultad específica del aprendizaje que afecta la capacidad para comprender y procesar conceptos matemáticos básicos. Se manifiesta en limitaciones para contar, comparar cantidades, operar numéricamente o resolver problemas, a pesar de contar con una inteligencia promedio y oportunidades de aprendizaje adecuadas.

Para sustentar esta investigación se recogen diversas teorías de aprendizaje el significativo de Ausubel (1978) y en la epistemología constructivista de Piaget (1978) y Vygotsky (2000) los cuales resaltan la importancia del andamiaje cognitivo, la mediación pedagógica y la relación del contenido con la experiencia previa del estudiante. Como lo afirma el documento de León (2023): “no todos los estudiantes razonan de la misma manera, teniendo dificultades para asimilar positivamente los conocimientos transmitidos por los docentes del área de matemáticas” (p. 14), razón por la cual se requiere un enfoque metodológico que permita interpretar las diferencias y adaptar las estrategias de enseñanza en estudiantes con NEE (discalculia).

Piaget (1978) propuso que el aprendizaje se da en etapas cualitativas que reflejan la maduración cognitiva. Estas etapas son: sensoriomotora (0-2 años), preoperacional (2-7 años), operaciones concretas (7-11 años) y operaciones formales (12 años en adelante). En la etapa de operaciones concretas, el pensamiento lógico comienza a desarrollarse, pero sigue siendo dependiente de objetos concretos y experiencias tangibles. Por tanto, los estudiantes con discalculia pueden presentar dificultades en esta etapa, lo que afecta su desarrollo matemático, siendo fundamental la intervención del docente a través de estrategias visuales, manipulativas y diagnósticos tempranos.

Vygotsky (2000) plantea que el aprendizaje es un proceso social e histórico, mediado por el lenguaje y el entorno cultural. El concepto de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP) enfatiza la importancia del acompañamiento pedagógico para que el estudiante logre avanzar desde lo que puede hacer con ayuda hasta lo que puede hacer por sí mismo. Esta teoría respalda la necesidad de estrategias mediadas e interactivas, como las simulaciones digitales, que favorezcan el aprendizaje en estudiantes con dificultades.

Desde la perspectiva de Ausubel (1978) el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se relaciona de forma sustancial con los conocimientos previos del estudiante. En este sentido, el proceso educativo debe partir de lo que el alumno ya sabe y proporcionarle conexiones claras y relevantes, facilitando así la asimilación. En el caso de estudiantes con discalculia, es fundamental vincular los conceptos matemáticos con experiencias reales y representaciones visuales comprensibles.

Siemens (2005) propone la teoría del conectivismo, la cual se centra en el aprendizaje adaptada a la era digital, donde el conocimiento se construye mediante conexiones entre nodos de información, personas y tecnologías. Entre sus principios destacan: la diversidad como fuente de conocimiento, el aprendizaje como conexión, el rol de la tecnología, el mantenimiento de redes informativas y la visión holística del saber. Este enfoque respalda el uso de herramientas digitales como PhET, ya que permite al estudiante interactuar con múltiples fuentes de aprendizaje, personalizar su experiencia y construir conocimientos de manera autónoma.

Para Anagnostopoulou et al. (2021) menciona a las TIC como herramientas digitales que generan un entorno adecuado y de apoyo para cumplir con las necesidades de educación inclusiva y participación de todos los estudiantes; así como igualdad de oportunidades. Desde el punto de vista teórico-científico los simuladores podrían entenderse como todas aquellas tecnologías, dispositivos, programas o herramientas que se utilizan para recopilar, generar, analizar, producir, intercambiar o almacenar información de cualquier tipo (Villafuerte, 2024).

La aplicación de la simulación digital en el ámbito educativo puede influir de forma favorable tanto el desarrollo de las habilidades cognitivas de los estudiantes, ya que generan motivación al realizar actividades de manera lúdica. Se evidenció que los métodos interactivos favorecen de manera afectiva la memoria, la percepción, el razonamiento lógico, la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, contribuyendo de manera significativa al cumplimiento de los objetivos académicos (Rakhmetova et al., 2024).

El Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA) se presenta como un enfoque que promueve la equidad y la inclusión en el aula mediante la flexibilización de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Según Rao et al. (2021) el DUA busca responder a la

diversidad desde un enfoque amplio, adaptando los métodos, materiales y evaluaciones a las capacidades y preferencias de todos los estudiantes.

Zhang et al. (2022) destacan que el modelo DUA 2.2 se sustenta en tres principios fundamentales:

- Proporcionar múltiples medios de representación, mediante el uso de recursos variados como textos, imágenes, videos o herramientas interactivas, que facilitan el acceso a la información.
- Ofrecer múltiples medios de acción y expresión, para que los estudiantes puedan demostrar su aprendizaje de diversas formas.
- Fomentar múltiples medios de compromiso, que promuevan la motivación, el interés y la persistencia de los estudiantes mediante actividades relevantes y personalizadas.

Estos principios se alinean con el uso de herramientas digitales como PhET Interactive Simulations, que ofrecen representaciones visuales interactivas, manipulación de conceptos matemáticos y retroalimentación inmediata. PhET permite personalizar el aprendizaje, facilitar la comprensión de conceptos abstractos y apoyar a estudiantes con dificultades como la discalculia.

2. Metodología

El presente estudio adopta un enfoque mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos, con el objetivo de obtener una comprensión integral del fenómeno investigado. La perspectiva cuantitativa permite medir los efectos del uso de la herramienta PhET en el rendimiento académico de los estudiantes con discalculia, mientras que el enfoque cualitativo facilita la interpretación de las percepciones, experiencias y actitudes de los docentes y estudiantes involucrados en el proceso.

2.1. Población y muestra

Para esta investigación se consideró a los 8 estudiantes diagnosticados con discalculia en la institución educativa, cuya valoración fue realizada por el Departamento de Consejería Estudiantil (DECE) y el Ministerio de Salud Pública (MSP). En consecuencia, la muestra se seleccionó mediante un muestreo intencional no probabilístico. Además, se obtuvo el consentimiento informado por escrito de los padres o representantes legales y la aprobación oficial de la autoridad institucional.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el abordaje cuantitativo se utilizarán las siguientes técnicas e instrumentos:

Pruebas diagnósticas y sumativas de matemática: aplicadas antes y después de la intervención para medir el desempeño en operaciones básicas, fracciones, y razonamiento lógico.

Rúbrica de evaluación del aprendizaje: para valorar niveles de comprensión, desempeño y aplicación de los contenidos trabajados.

Enfoque cualitativo

Observación participativa: mediante una guía estructurada que registre comportamientos, participación, estrategias utilizadas y niveles de autonomía durante el uso de PhET.

Diario reflexivo del investigador: para registrar hallazgos, dificultades y logros observados a lo largo de la intervención.

Enfoque cuantitativo

Entrevistas semiestructuradas a docentes: para recoger opiniones sobre la efectividad de la herramienta y su aplicabilidad en contextos inclusivos.

2.2. Tipo y diseño de investigación

Se trata de una investigación aplicada, ya que busca resolver una problemática concreta del contexto educativo mediante la implementación de una solución tecnológica. El diseño utilizado es cuasi-experimental, con la aplicación de una intervención pedagógica basada en el uso de PhET Interactive Simulations en una muestra seleccionada, sin la utilización de grupos aleatorios.

A partir de esos datos se realizó una evaluación a 20 herramientas digitales para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes con dificultad de aprendizaje (discalculia), como lo indica la **Tabla 1**.

Tabla 1

Evaluación de herramientas digitales para estudiantes con discalculia

Herramienta	Accesibilidad	Interactividad	Adaptación a Niveles	Representación Gráfica	Estimulación y Motivación	Facilidad de Uso	Resolución de Problemas
Genially	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 1
Educaplay	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2
Canvas	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3
GeoGebra	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3
Scratch	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2
Kahoot	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 1
Pixton	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 1
YouTube	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 1
Tiching	Nivel 3	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1

Tabla 1
Evaluación de herramientas digitales para estudiantes con discalculia (continuación)

Herramienta	Accesibilidad	Interactividad	Adaptación a Niveles	Representación Gráfica	Estimulación y Motivación	Facilidad de Uso	Resolución de Problemas
ExeLearning	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1	Nivel 1
Wordwall	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2
StoryJumper	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 1
PHET	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
Space Number	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
ModMath	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
Math Learning Center	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
Quizizz	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 2
Smartick	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
Khan Academy	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3	Nivel 3
MyScript	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 2

Este análisis se lo realizo para determinar que herramienta digital se puede utilizar para el mejorar significativamente el aprendizaje en matemáticas de los estudiantes con problemas de aprendizaje (discalculia), se establecieron varios parámetros en la cual cada una contenía los diferentes niveles (bajo NIVEL 1, medio NIVEL 2, alto NIVEL 3) a partir de unas prueba que se realizado en cada una de las aplicaciones se determinó que existían varias herramientas que cumplían con los estándares esperados. Posterior a ello se escogió la herramienta PhET debido a que en el establecimiento educativo donde se realizó el estudio carece de conectividad, y dado que esta ampliación permite descargar las actividades para posterior utilizar con los estudiantes.

El estudio incluye un diseño pretest - post test con un solo grupo, lo que permite comparar el rendimiento de los estudiantes antes y después de la intervención, con el fin de identificar posibles mejoras en sus aprendizajes. En este ámbito se tiene la **Tabla 2** como referencia al pretest es decir una evaluación antes de utilizar la aplicación PhET y saber el grado de conocimiento de los estudiantes con NEE (discalculia).

Tabla 2
Pre test de evaluación de matemáticas

Orden	Operaciones básicas	Escritura de números y cantidades	Reconocer símbolos	Promedios
Estudiante 1	4,50	2,50	6,00	4,33
Estudiante 2	0,00	0,00	6,00	2,00

Tabla 2

Pre test de evaluación de matemáticas (continuación)

Orden	Operaciones básicas	Escritura de números y cantidades	Reconocer símbolos	Promedios
Estudiante 3	1,00	0,00	1,00	0,67
Estudiante 4	0,00	0,00	0,00	0,00
Estudiante 5	0,00	0,00	0,00	0,00
Estudiante 6	0,00	0,00	0,00	0,00
Estudiante 7	0,00	0,00	0,00	0,00
Estudiante 8	0,00	0,00	0,00	0,00

Esta evaluación formativa de matemáticas se la realizó con la finalidad de conocer el grado de conocimiento de los estudiantes en los siguientes aspectos: operaciones básicas, escritura de números y cantidades, reconocer símbolos. Todo esto realizado antes de utilizar las herramientas digitales.

Se diseñó un recorrido metodológico estructurado en tres fases principales: antes, durante y después de la intervención. En la primera fase, previa a la aplicación de la estrategia, se efectuó una evaluación comparativa de distintas herramientas digitales con el fin de seleccionar la más pertinente para atender las necesidades de los estudiantes con discalculia; adicionalmente, se aplicó una evaluación diagnóstica para identificar el nivel de desempeño matemático y establecer las principales dificultades. Posteriormente, en la fase de implementación, se desarrollaron actividades mediante la plataforma PhET, que incluyeron la sensibilización y motivación hacia el uso de recursos digitales, la ejecución de ejercicios interactivos enfocados en operaciones básicas y el fortalecimiento progresivo de las destrezas mediante dinámicas de gamificación y trabajo colaborativo. Finalmente, en la fase de cierre, se aplicó una evaluación final comparativa respecto al diagnóstico inicial y se brindó retroalimentación individual y grupal, lo cual permitió evidenciar avances significativos en el aprendizaje y validar la pertinencia del uso de herramientas digitales en el proceso de enseñanza de la matemática para estudiantes con necesidades educativas específicas como se indica en la **Tabla 3**.

Tabla 3

Etapas de actividades

Etapas / Fase	Fecha	Actividades	Instrumentos	Resultados esperados
1. Selección de herramienta digital	Primera semana de junio	- Revisión de diferentes plataformas y recursos digitales para apoyar a estudiantes con	- Matriz comparativa de herramientas digitales.	- Selección de PhET como recurso más adecuado para trabajar

Tabla 3
Etapas de actividades (continuación)

Etapa / Fase	Fecha	Actividades	Instrumentos	Resultados esperados
		discalculia. - Comparación de accesibilidad, interactividad y pertinencia pedagógica. - Taller breve con docentes para valorar opciones.	- Encuesta a docentes. - Observación de usabilidad.	dificultades matemáticas.
2. Evaluación diagnóstica	Primera semana de julio	- Aplicación de pruebas iniciales en matemática (operaciones básicas, reconocimiento de números, ubicación espacial). - Observación de desempeño y actitudes en clase.	- Prueba diagnóstica escrita y oral. - Lista de cotejo. - Entrevista breve a estudiantes.	- Identificación del nivel de dificultad. - Determinar fortalezas y debilidades en el cálculo y razonamiento.
3. Sensibilización y motivación	Segunda semana de julio	- Presentación de la herramienta PhET con simulaciones interactivas. - Actividad lúdica para despertar interés en el aprendizaje digital. - Explicación sencilla de cómo usar la plataforma.	- Proyector o computadora. - Guía ilustrada del uso básico de PhET.	- Estudiantes motivados y familiarizados con la herramienta. - Disminución de la ansiedad hacia la matemática.
4. Actividades iniciales con PhET	Tercera semana de julio	- Uso de simulaciones de operaciones básicas (sumar, restar, multiplicar). - Ejercicios prácticos con apoyo del docente. - Trabajo en parejas para fortalecer la cooperación.	- Plataforma PhET. - Hojas de trabajo adaptadas. - Registro anecdótico.	- Desarrollo de la comprensión visual y manipulativa de las operaciones. - Mejora en la atención y concentración.

Tabla 3
Etapas de actividades (continuación)

Etapas / Fase	Fecha	Actividades	Instrumentos	Resultados esperados
5. Profundización en contenidos	Cuarta semana de julio	- Resolución de problemas contextualizados en PhET. - Juegos matemáticos en la plataforma para reforzar conceptos. - Guías paso a paso con retroalimentación.	- Simulaciones PhET. - Rúbrica de desempeño. - Cuaderno de trabajo.	- Avances en el cálculo mental. - Mayor seguridad en la resolución de problemas.
6. Aplicación práctica y refuerzo	Primera y segunda semana de agosto	- Actividades en grupos pequeños con simulaciones interactivas. - Ejercicios personalizados según el nivel de dificultad detectado. - Dinámicas de gamificación en PhET.	- PhET en computadoras/tablets. - Fichas de ejercicios adaptados. - Observación directa.	- Estudiantes aplican lo aprendido en situaciones reales. - Se fortalecen las habilidades lógico-matemáticas.
7. Evaluación final y retroalimentación	Tercera semana de agosto	- Prueba final en entorno PhET y en papel. - Comparación de resultados con diagnóstico inicial. - Retroalimentación individual y grupal.	- Prueba escrita y digital. - Encuesta de satisfacción. - Informe de progreso.	- Evidencias de mejora en el aprendizaje. - Reducción de errores frecuentes en operaciones básicas.

3. Resultados

Para el presente estudio se realizó dos semanas de monitoreo con la herramienta PhET, Luego de ello se llevó a cabo una nueva evaluación con los estudiantes de NEE (discalculia). Para conocer si se había logrado mejorar el rendimiento académico, en temas básicos de matemáticas tal como lo muestra la **Tabla 4**.

Tabla 4
Post test de evaluación de matemáticas

Orden	Operaciones básicas	Escritura de números y cantidades	Reconocer símbolos	Promedios después
1	10,00	10,00	10,00	10,00
2	5,00	7,00	8,00	6,67
3	8,00	7,00	9,00	8,00
4	8,00	5,00	9,00	7,33
5	10,00	9,00	7,00	8,67
6	10,00	2,00	7,00	6,33
7	7,00	6,00	5,00	6,00
8	2,00	5,00	7,00	4,67

Según Lugo-Armenta & Pino-Fan (2021) expresa que se identificaron tres grandes problemáticas que resultaron clave para el surgimiento, desarrollo y generalización de este estadístico (T-Student). Estas problemáticas, que constituyen tres grandes significados para el estadístico, son: (1) prueba de la media de una muestra, (2) distribución t-Student, y (3) prueba de la diferencia de medias para dos muestras. Se utilizó la prueba de la diferencia de medias para dos muestras, en este caso consiste en una prueba de conocimientos básicos de matemáticas realiza a un grupo de estudiantes con necesidades educativas especiales (discalculia), de la Unidad Educativa Tnte. Gustavo Ledesma, como se detalla en la **Tabla 5**.

Tabla 5
Pre-tests y post test

Pre-Intervención	Post Intervención	P 2 - P1
4,33	10,00	5,67
2,00	6,67	4,67
0,67	8,00	7,33
0,00	7,33	7,33
0,00	8,67	8,67
0,00	6,33	6,33
0,00	6,00	6,00
0,00	4,67	4,67
	X MEDIA	6,33
	S	1,39
	Sx	0,491999484
	T	12,87264223
	P	0,000003964
	t crit	2,364624252

Los resultados de la prueba T para muestras emparejadas fueron los siguientes:

- Estadístico t (t-statistic): 12,877264223
- Valor p (p-value): 0,000003964

El valor p obtenido es significativamente menor al nivel de significancia habitual (0,05), lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los promedios antes y después de la intervención. En términos pedagógicos, esto indica que el uso de herramientas digitales tuvo un efecto positivo y significativo en el rendimiento de los estudiantes.

Para fortalecer los resultados obtenidos se puso la herramienta a disposición de docentes de matemáticas para su evaluación mediante un cuestionario que comprendía los siguientes 7 criterios: la frecuencia que se utiliza PhET, nivel de conocimiento, comprensión matemática, motivación, autonomía, beneficios e integración de PhET a la planificación curricular. Se utilizó Cronbach como un factor de confiabilidad de la encuesta obteniéndose un resultado de alfa de Cronbach de 0,8886, lo cual, según los criterios establecidos nos indica un nivel de confiabilidad “bueno”. Esto significa que el cuestionario presenta consistencia interna adecuada, es decir, sus ítems miden de forma coherente una misma dimensión subyacente relacionada con la experiencia de aprendizaje mediada por tecnologías digitales como nos indica la **Tabla 6**.

Tabla 6

Análisis de Cronbach a entrevista a los docentes

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	
Sujeto								Total
1	4	4	4	4	4	4	4	28
2	4	4	4	4	4	4	4	28
3	4	4	4	4	4	4	4	28
4	4	4	4	4	4	4	3	27
5	3	4	4	4	3	3	4	25
6	3	3	4	4	4	3	3	24
7	4	4	4	4	3	4	3	26
8	4	4	4	3	3	3	3	24
Promedio	3,75	3,88	4,00	3,88	3,63	3,63	3,50	Sum Item 210
Variancia	0,19	0,11	0,00	0,11	0,23	0,23	0,25	Prom Items 26,25
								Var Sum Items 2,69
								Sum Var N 0,64
Items	7							

Tabla 6
Análisis de Cronbach a entrevista a los docentes

Ítem	1	2	3	4	5	6	7
n	8						
Primer Parte	1,1667						
Segunda Parte	0,7616						
Alfa de Cronbach	0,8886						

Este resultado respalda la validez del instrumento como herramienta fiable para recoger datos sobre la percepción de los docentes de la asignatura de matemática, en contextos inclusivos, particularmente en poblaciones con necesidades educativas especiales como la discalculia.

4. Conclusiones

- Los resultados de la investigación confirman que la incorporación de la herramienta digital PhET, aplicada durante un periodo de dos semanas consecutivas en estudiantes con necesidades educativas especiales, específicamente con diagnóstico de discalculia, generó mejoras estadísticamente significativas en el rendimiento académico en contenidos básicos de matemáticas ($p < 0,05$). Este hallazgo evidencia que las metodologías apoyadas en entornos de simulación interactiva pueden constituirse en estrategias pedagógicas eficaces para atender la diversidad en el aula y promover aprendizajes significativos en poblaciones con dificultades específicas del aprendizaje.
- La valoración docente al recurso se midió a través de un instrumento con alta consistencia interna (α de Cronbach = 0,8886), el cual respalda su pertinencia y aplicabilidad en contextos inclusivos, destacando aspectos como la comprensión conceptual, la motivación intrínseca y la autonomía del estudiante. Sin embargo, se reconoce que la efectividad de estas tecnologías no reside únicamente en su disponibilidad, sino en la capacidad del docente para integrarlas de manera crítica, planificada y pedagógicamente fundamentada, evitando un uso excesivo que pueda desplazar otras estrategias esenciales del proceso formativo.
- Los resultados de la investigación revelan que el uso de la herramienta PhET, tuvo un efecto notablemente significativo en la mejora del desempeño académico de los estudiantes con necesidades educativas especiales, en particular aquellos

diagnosticados con discalculia. Luego de su implementación, se observó un aumento, precisión y prontitud al resolver operaciones matemáticas elementales como sumas, restas y multiplicaciones simples, así también la comprensión de conceptos numéricos básicos. La calidad interactiva y visual de la herramienta, ayudo en la construcción efectiva del conocimiento, fomentando la motivación y la participación de este grupo de dicentes, ayudando de esta manera a cerrar las brechas en el aprendizaje y fortaleciendo los principios de inclusión y equidad en la educación.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

7. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

8. Referencias Bibliográficas

Anagnostopoulou, P., Lorentzou, G., & Drigas, A. (2021). ICTs in inclusive education for learning disabilities. *Research, Society and Development*, 10(9), e43410918230. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.18230>

Asociación Americana de Psiquiatría [APA]. (2014). *Trastornos del neurodesarrollo (sección 2)*. En: Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DMS-5 (5ta edición). Editorial Médica Panamericana.
<https://www.federaciocatalanatdah.org/wp-content/uploads/2018/12/dsm5-manualdiagnosticoyestadisticodelostrastornosmentales-161006005112.pdf>

Ausubel, D. P. (1978). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Editorial Trillas.
<https://docs.google.com/file/d/0B7leLBF7dL2vQUtT3ZNWjdmTlk/edit?resourcekey=0-7rZQYXIVeCQaBs1MHiCVCg>

Bolaño Muñoz, O. E. (2020). El constructivismo: modelo pedagógico para la enseñanza de las matemáticas. *Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2* 0, 24(3), 488-502. <https://doi.org/10.46498/reduipb.v24i3.1413>

Bravo Mancero, P., & Santos Jiménez, O. (2019). Percepciones respecto a la atención a la diversidad o inclusión educativa en estudiantes universitarios . *Sophia*,

Colección de Filosofía de la Educación, (26), 327-352.

<https://www.redalyc.org/comocitar.oe?id=441857903010>

Corozo Pachito, J. S., & Vélez Loor, J. M. (2022). Estrategias para la discalculia en el aprendizaje de las matemáticas en los niños del subnivel 1 de educación inicial de la unidad educativa Albert Einstein de Portoviejo. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 111-130.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2523

Edifarm. (2023). *Los trastornos del neurodesarrollo (TND)*.

<https://www.edifarm.com.ec/los-trastornos-del-neurodesarrollo-tnd/>

Fundación de Bienestar Desarrollo y Familia [BIDEFA]. (2020). *Terapia infantil en Ecuador*. <https://www.fundacionbidefa.org/terapia-infantil-en-ecuador.html>

Hernández Pico P. A. & Samada Grasst, Y. (2021). La educación inclusiva desde el marco legal educativo en el Ecuador. ReHuSo: *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales*, 6(3), 63-81.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.5512948>

León López, J. E. (2023). *La lúdica en el aprendizaje de la matemática en la Escuela “21 de Abril”, Riobamba* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Riobamba, Ecuador].

<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/12298>

Lugo-Armenta, J. G., & Pino-Fan, L. R. (2021). Niveles de Razonamiento inferencial para el estadístico t-Student. *Bolema Boletim de Educação Matemática*, 35(71), 1776-1802. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n71a25>

Ministerio de Educación del Ecuador. (2024, agosto 14). *Estrategia nacional para el fortalecimiento y la renovación curricular*. Acuerdo Nro. MINEDUC-MINEDUC-2024-00060-A. <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/08/MINEDUC-MINEDUC-2024-00060-A.pdf>

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico [OECD] (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

PhET Interactive Simulations. (2025). *Interactive Simulations for Science and Math*. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/>

Piaget, J. (1978). *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Editorial Siglo XXI. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=173544>

- Rakhmetova, A., Meiirova, G., Balpanova, D., Baidullayeva, A., & Nurmakhanova, D. (2024). The use of elements of neuropedagogy in the creation of virtual simulators for in-depth study of chemistry in higher education. *Journal of Technology and Science Education*, 14(2), 473.
<https://www.jotse.org/index.php/jotse/article/view/2532>
- Rao, K., Torres, C. & Smith, S. J. (2021). Digital tools and UDL-based instructional strategies to support students with disabilities online. *Journal of Special Education Technology*, 36(2), 105-112.
<https://doi.org/10.1177/0162643421998327>
- Siemens, G. (2005). Conectivismo: una teoría del aprendizaje para la era digital. *Revista Internacional de Tecnología Educativa y Aprendizaje a Distancia*, 2 (1).
https://uark-pressbooks-pub.translate.google.com/edtech/chapter/elearnspace-connectivism-a-learning-theory-for-the-digital-age/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc
- Villafuerte Garzón, C. M. (2024). *Competencias digitales en la educación. De la teoría a las buenas prácticas* (primera edición). CIDE Editorial N.º Radicación: 73452.
<https://www.researchgate.net/publication/379999129>
- Vygotsky, L. S. (2000). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=47861>
- World Health Organization [WHO]. (2023, marzo 7). *Discapacidad*.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/disability-and-health>
- Zhang, L., Carter, R., Basham, J. D. & Yang, S. (2022). Integrating instructional designs of personalized learning through the lens of universal design for learning. *Journal of Computer Assisted Learning -JCAL*, 15(2), 117-131.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcal.12725>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Alfa Publicaciones**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Alfa Publicaciones**.



Open policy finder
Formerly Sherpa services