



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Implementación de la tecnología educativa para la detección y
disminución de la discalculia en educación secundaria en México

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Grado de
Doctor en Tecnología Educativa

Presenta

Samuel Joseph Lizarazu Cerón

Dirigido por:

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Informática
Doctorado en Innovación en Tecnología Educativa

Implementación de la tecnología educativa para la detección y disminución de la
discalculia en educación secundaria en México

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado
Doctor en Innovación en Tecnología Educativa

Presenta

Samuel Joseph Lizarazu Cerón

Dirigido por:

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno

Dra. Sandra Luz Canchola Magdaleno
Presidente

Dr. Alexandro Escudero Nahón
Secretario

Dra. Reyna Moreno Beltrán
Suplente

Dr. Juan Salvador Hernández
Valerio

Vocal

Dr. Roberto Augusto Gómez Loenzo
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
junio 2025
México

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mis padres, Eddy y Bety, por su ejemplo de vida, por enseñarme con su dedicación diaria que el esfuerzo, la honestidad y el amor son los pilares más sólidos sobre los que se construyen los sueños. Gracias por creer en mí incluso en los momentos en los que yo mismo dudé, por sus palabras de aliento y por estar presentes en cada paso de este camino. Este logro también es suyo.

A mis hijos, Natalie y Jeremy, fuente inagotable de motivación y esperanza. Gracias por recordarme, con su alegría y espontaneidad, que todo vale la pena. Su paciencia, sus abrazos en los días difíciles y su amor genuino me impulsaron a continuar, incluso cuando parecía imposible. Este trabajo es también una herencia para ustedes, un testimonio de que nunca se debe dejar de luchar por lo que uno cree y ama.

A la Universidad Autónoma de Querétaro y al CONACYT, por brindarme las condiciones para desarrollarme académicamente y profesionalmente, y por confiar en el valor de la investigación como motor de transformación.

A mis maestros, quienes, con su guía, exigencia y generosidad académica, sembraron en mí el deseo de seguir aprendiendo y compartir el conocimiento con responsabilidad y pasión.

Y a Dios, por sostenerme en cada momento, por abrir caminos donde parecía no haberlos y por recordarme que la fe y la perseverancia hacen posible lo que parecía lejano.

ÍNDICE

Capítulo 1. Planteamiento del problema	14
Descripción del problema	14
Justificación.....	16
Limitaciones	16
Planteamiento Teórico	16
Pregunta de investigación.....	16
Preguntas específicas.....	17
Hipótesis	17
Objetivos	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos.....	17
Capítulo 2. Marco teórico.....	19
Antecedentes	19
Enfoques Teóricos del Aprendizaje y la Enseñanza para la Comprensión de la Discalculia.....	20
La mente.....	20
El cerebro	22
Aprendizaje de las matemáticas según la neurociencia educativa	27
La psicología en la educación	29
El aprendizaje.....	32
Conductismo.....	33
Tecnología educativa	34
Cognitivismo	35
Constructivismo.....	36
Humanista	38
Trastornos del aprendizaje	39
La dislexia	40
La disgrafía.....	40
Trastorno del Aprendizaje No Verbal (TANV)	41

Trastorno de la Comprensión Auditiva	42
Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH).....	42
Trastornos de la comunicación.....	43
Trastornos del Neurodesarrollo	44
La discalculia.....	44
Etiología de la discalculia.....	47
Detección de la discalculia	49
Tratamiento de la discalculia.....	51
La educación inclusiva.....	52
La educación matemática inclusiva	53
Tecnología educativa	55
Plataformas educativas.....	57
Teoría de modificabilidad estructural cognitiva	58
Capítulo 3. Contexto de la inclusión educativa en México.....	64
Antecedentes	64
Problemas en el contexto de la educación en México	65
La tecnología educativa como propuesta de solución para la inclusión educativa	67
Capítulo 4. Desarrollo de la plataforma web discalculiaclub.com	70
Definición de una plataforma web educativa	70
Antecedentes de uso de páginas web en educación.....	71
Construcción de una página web educativa.....	74
Diseño y desarrollo de la plataforma DiscalculiaClub.com.....	76
Capítulo 5. Metodología	78
Tipo y enfoque de investigación	78
Método de investigación	79
Población y muestra	81
Instrumentos	83
Cuestionario DISC-A (Autoevaluación para la detección de discalculia).....	83
Cuestionario DISC-C (Diagnóstico de Discalculia por Contenidos Curriculares).....	84
Juego de memorización	87

Juego de reflejos	88
Juego de Conteo de Cantidades y Calculo Mental.....	90
Juego de Comparación de Cantidades.....	92
Comentarios del docente	94
Intervención pedagógica y psicológica	95
Validación de los instrumentos	98
Aplicación	101
Técnicas de análisis de datos	104
Análisis cuantitativo	104
Análisis cualitativo	105
Capítulo 6. Resultados	107
Resultados de la primera iteración IBD.....	107
Resultados de la segunda iteración IBD	109
Resultados de la escuela secundaria general “Centenario 5 de mayo”	109
Resultados DISC-A	110
Resultados DISC-C.....	111
Resultados juegos de memoria	112
Resultados juego de reacción.....	115
Resultados asociados a la discalculia del tipo practognóstica	116
Resultados asociados a la discalculia del tipo verbal y léxica	118
Resultados asociados a la discalculia del tipo gráfica	120
Resultados asociados a la discalculia del tipo ideognóstica.....	123
Resultados de conteo y cálculo mental.....	125
Resultado de alumnos con discalculia del tipo practognóstica.....	126
Resultado de alumnos con discalculia del tipo verbal y léxica	128
Resultado de alumnos con discalculia del tipo gráfica.....	131
Resultado de alumnos con discalculia del tipo ideognóstica	133
Resultados de comparación de cantidades	136

Resultados resumidos por escuela de la segunda fase	141
Capítulo 7. Discusión.....	145
Interpretación general de los hallazgos.....	145
Análisis por tipología	146
Discalculia ideognóstica.....	147
Discalculia practognóstica.....	147
Discalculia verbal y léxica	148
Discalculia gráfica.....	149
Discusión de la memoria secuencial	150
Discusión de reacción visual y motriz	151
Discusión de cálculo mental	151
Discusión de comparación de cantidades	152
Discusión de intervenciones pedagógicas.....	153
Discusión de intervención psicológica.....	154
Capítulo 8. Conclusiones	156
Aportaciones del modelo DIDL para la detección de la discalculia.....	156
Implicaciones pedagógicas y curriculares.....	158
Recomendaciones para intervención psicológica y emocional	159
Limitaciones del estudio	160
Proyecciones y líneas futuras de investigación.....	161
Referencias.....	163
ANEXO I - TEST DISC-A	173
ANEXO II - TEST DISC-C	176
ANEXO III – Validación de expertos de los test DISC-A Y DISC-C	182
ANEXO IV – Carta para la capacitación de los docentes.....	188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Comparación de las pruebas actuales para la detección de la discalculia</i>	50
Tabla 2 <i>Distribución de estudiantes por escuela y grado escolar en nivel secundaria</i>	82
Tabla 3 <i>Categorías de dificultades pedagógicas observadas en estudiantes con discalculia</i>	96
Tabla 4 <i>Categorías de dificultades psicológicas observadas en estudiantes con discalculia</i>	97
Tabla 5 <i>Validación de instrumentos</i>	100
Tabla 6. <i>Resultados primera iteración IBD en escuela 15 de mayo de 1867</i>	107
Tabla 7 <i>Resultados DISC-A</i>	110
Tabla 8. <i>Resultados DIS-C</i>	111
Tabla 9. <i>Resultados de memoria por tipo de discalculia</i>	112
Tabla 10. <i>Resultados de la discalculia practognóstica, nivel de memoria y reacción</i>	116
Tabla 11 <i>Resultados de la discalculia verbal y léxica, nivel de memoria y reacción</i>	118
Tabla 12 <i>Resultados de la discalculia gráfica, nivel de memoria y reacción</i>	120
Tabla 13 <i>Resultados de discalculia ideognóstica, nivel de memoria y reacción</i>	123
Tabla 14. <i>Resultados de discalculia practognóstica, nivel de memoria y reacción</i>	126
Tabla 15 <i>Resultados de discalculia verbal y léxica, nivel de memoria y reacción</i>	129
Tabla 16. <i>Resultados de discalculia gráfica, nivel de memoria, reacción y cálculo mental</i>	131
Tabla 17. <i>Resultados de discalculia ideognóstica, nivel de memoria, reacción y cálculo mental</i>	134
Tabla 18. <i>Resultados de discalculia practognóstica y comparación de cantidades</i>	137
Tabla 19. <i>Resultados escuela 5 de mayo</i>	139
Tabla 20. <i>Resultados por escuela</i>	142
Tabla 21. <i>Resultados generales por escuela y tipología de discalculia</i>	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Partes externas del cerebro</i>	22
Figura 2	<i>Partes internas del cerebro.....</i>	24
Figura 3	<i>Aprendizaje mediado.....</i>	61
Figura 4	<i>Niveles del juego de memoria</i>	87
Figura 5	<i>Juego de reacción</i>	89
Figura 6	<i>Juego de conteo de cantidades y operaciones mentales.....</i>	91
Figura 7	<i>Juego de comparación de cantidades</i>	93
Figura 8	<i>Metodología DIDL</i>	158

Resumen

El bajo rendimiento en matemáticas en estudiantes de secundaria en México ha sido tradicionalmente atribuido a factores pedagógicos, desinterés o fallas en los enfoques de enseñanza. Sin embargo, esta investigación parte de la hipótesis de que una causa relevante, pero frecuentemente subestimada, es la presencia no diagnosticada de discalculia. Frente a esta problemática, se propone el Diagnóstico Integral de Discalculia Lizarazu (DIDL), un modelo multidimensional diseñado para detectar de manera oportuna y precisa tanto el nivel como la tipología del trastorno, integrando dimensiones cognitivas, pedagógicas y emocionales.

La metodología empleada se enmarcó en el enfoque de Investigación Basada en Diseño (IBD), y fue implementada a través de la página web www.discalculiaclub.com. Se desarrollaron instrumentos digitales como el DISC-A (autoevaluación) y el DISC-C (basado en contenidos curriculares), complementados con juegos interactivos enfocados en evaluar memoria secuencial, reacción visomotriz, comparación de cantidades y cálculo mental. La muestra estuvo conformada por 4,690 estudiantes de escuelas secundarias públicas. La validación de los instrumentos se realizó mediante juicio de expertos y análisis estadísticos como alfa de Cronbach.

Los resultados obtenidos confirmaron que el modelo DIDL es efectivo para identificar con alta confiabilidad la presencia de discalculia, así como para clasificar a los estudiantes en cinco tipologías principales: practognóstica, ideognóstica, gráfica, léxica y verbal. Se observó que los factores más asociados al trastorno fueron la memoria secuencial y el procesamiento visual. Además, los docentes participantes manifestaron mayor claridad para diseñar estrategias pedagógicas específicas una vez recibidos los diagnósticos individualizados. En conclusión, el modelo DIDL representa una innovación educativa que articula cinco niveles de análisis (cognitivo, docente, pedagógico, psicológico e integrado), permitiendo un diagnóstico más justo, completo y útil en contextos escolares reales. Su aplicación digital, accesible y replicable a través de www.discalculiaclub.com, lo posiciona como una herramienta eficaz para avanzar hacia una educación matemática verdaderamente inclusiva.

Palabras clave: Discalculia, diagnóstico digital, inclusión matemática, tecnología educativa.

Abstract

Low mathematics performance among secondary school students in Mexico has traditionally been attributed to pedagogical factors, lack of motivation, or ineffective teaching strategies. However, this research starts from the hypothesis that a significant yet frequently underestimated cause is the presence of undiagnosed dyscalculia. In response to this issue, the Lizarazu Integral Dyscalculia Diagnosis (DIDL) model is proposed—a multidimensional framework designed to detect both the level and typology of this disorder, integrating cognitive, pedagogical, and emotional dimensions.

The methodology was framed within a Design-Based Research (DBR) approach and implemented through the website www.discalculiaclub.com. Digital instruments were developed, including the DISC-A (self-assessment) and DISC-C (curriculum-based assessment), alongside interactive games aimed at evaluating sequential memory, visuomotor reaction, quantity comparison, and mental calculation. The study sample consisted of 4,690 students from public secondary schools. Instrument validation was carried out through expert judgment and statistical analyses such as Cronbach's Alpha.

The results confirmed that the DIDL model effectively identifies dyscalculia with high reliability and classifies students into five main typologies: practognostic, ideognostic, graphic, lexical, and verbal. Sequential memory and visual processing were found to be the most strongly associated cognitive factors. In addition, participating teachers reported improved clarity in designing targeted pedagogical strategies after receiving individualized diagnostic feedback. In conclusion, the DIDL model represents an educational innovation that integrates five levels of analysis (cognitive, teacher-based, pedagogical, psychological, and integrative), enabling a more equitable, comprehensive, and useful diagnostic process within real school settings. Its digital implementation, accessible and replicable through www.discalculiaclub.com, positions it as an effective tool for advancing truly inclusive mathematics education.

Keywords: Dyscalculia, digital diagnosis, inclusive mathematics, educational technology.

Capítulo 1. Planteamiento del problema

Descripción del problema

Durante el transcurso del tiempo, la educación se ha podido estudiar desde diversas perspectivas, reconociendo las necesidades y limitaciones que prevalecían en cada horizonte temporal. A medida que la percepción de la educación evolucionaba, se podían observar cambios significativos, desde la percepción del aprendizaje hasta la aplicación de herramientas y/o estrategias que propicien el conocimiento.

En particular, las matemáticas son un conjunto de conocimientos que permiten la abstracción de comportamientos físicos y geométricos a la realidad, siendo la base del raciocinio, lógica formal y uno de los pilares de la educación para entender diversos comportamientos naturales, científicos y económicos (Mejía Pérez, 2014). Sin embargo, los indicadores de cada país en el aprendizaje de las matemáticas reflejan un estancamiento y rezago en esta materia, lo cual genera las siguientes preguntas: ¿Qué factores han llevado al rezago escolar en el área de matemáticas?, ¿Qué se está haciendo para combatir el rezago en matemáticas?, etc.

Particularmente México tiene indicadores bajos en el aprendizaje de las matemáticas. Por un lado, la prueba ENLACE muestra que seis de cada diez alumnos de tercero de secundaria en México apenas entienden las matemáticas, la prueba PISA aplicada por la OCDE muestra que México está por debajo del promedio mundial con 56% de alumnos que presentan un nivel de competencias bajo en matemáticas (Salinas et al., 2018). Además, dentro de los cuatro niveles que propone la prueba Planea se encuentra un 64.5% de alumnos que no son capaces de resolver

problemas con fracciones, números enteros o potencias de números naturales, y desconocimiento del lenguaje algebraico (Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE], 2017).

Uno de los posibles factores del rezago escolar es la discalculia o dificultad en el aprendizaje de las matemáticas (DAM), la cual es una condición neurológica que dificulta la comprensión de las matemáticas y tareas que involucren la relación con esta misma y afecta hasta el 7% de la población mundial siendo esta condición una necesidad actual que debe atenderse (Lu et al., 2021).

Esta investigación estudia la discalculia como una de las tantas causas que afecta el proceso de aprendizaje de las matemáticas. Sin embargo, actualmente las pruebas para medir el nivel de discalculia presentan las siguientes problemáticas:

- No están disponibles para todo el sector educativo (escuelas privadas y públicas).
- No están presentes para el acompañamiento de “aprendizajes esperados” puestos por la SEP.
- Poseen un costo considerablemente alto.
- Se centra en niños de educación primaria.
- No es posible distinguir niveles de discalculia (natural, verdadera o secundaria)
- No es posible identificar la tipología de discalculia (verbal, practognóstica, léxica, gráfica, ideognóstica y operacional).

Por tanto, surge la necesidad de detectar e identificar el nivel y tipo de discalculia que se pueda presentar en un alumno y definir las herramientas que brinda la tecnología educativa para su regularización.

Justificación

Retomando el tema de la discalculia y la necesidad de las matemáticas inclusivas, la UNESCO estableció dentro de sus nueve ideas para la acción pública: “Poner tecnologías libres y de código abierto a disposición de los docentes y estudiantes”, además, recalca que se debe apoyar mediante el uso de recursos educativos abiertos y herramientas digitales de acceso abierto, así como priorizar las relaciones humanas entre docentes y alumnos (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2020).

Asimismo, en la reforma educativa del año 2020 implementa la Nueva Escuela Mexicana, donde el primero de los seis objetivos prioritarios enmarca; “Garantizar el derecho de la población en México a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral” (SEGOB, 2020). En donde busca la inclusión matemática.

Limitaciones

Esta investigación solamente planea realizar una metodología para la detección de la discalculia, sin embargo, no se desarrollará una metodología para el tratamiento de la discalculia.

Planteamiento Teórico

Pregunta de investigación

¿Cómo se puede detectar la discalculia en niños que cursan el nivel de educación secundaria?

Preguntas específicas

¿Cómo se puede definir la discalculia dentro de las dificultades del aprendizaje?, ¿Qué estrategias y herramientas se han usado para la detección de la discalculia?, ¿De qué forma puede aplicarse la tecnología educativa para eficientizar la detección de la discalculia? y ¿Es posible identificar la discalculia como unas de las principales causas del rezago escolar en México?

Hipótesis

Es posible realizar la detección del nivel y tipo de discalculia presentada en la educación secundaria mediante el uso de una metodología basada en la tecnología educativa.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar una metodología para la detección del nivel y tipo de discalculia mediante el uso de la tecnología educativa en alumnos de nivel secundaria en México, a fin de impactar positivamente en el desempeño en la asignatura de matemáticas y la generación de inclusión matemática.

Objetivos específicos

Reconocer a la discalculia como trastorno del aprendizaje.

Comparar las metodologías que existen para la detección de la discalculia.

Identificar las variables más importantes para la detección de la discalculia

Seleccionar las metodologías más eficientes para la detección

Construir las baterías de preguntas para la detección de la discalculia

Poner a prueba la batería de preguntas hechas con alguna ya existente

Testar a la población definida

Analizar estadísticamente los datos arrojados para la detección de la discalculia

Capítulo 2. Marco teórico

Antecedentes

Un primer acercamiento al estudio de la discalculia lo realizó Tustón en el año 2009, mediante una investigación cualitativa a una población de 230 estudiantes, el encontró que el 70% de la población escolar presenta problemas de discalculia, esto lo reporto así en su tesis: “La discalculia y el aprendizaje de la matemática en los niños de quinto año de educación básica” (Tustón, 2009).

Por su parte, Zuñiga explica en su tesis “Incidencia de la discalculia en los procesos cognitivos lógicos matemáticos”, que la discalculia está presente de muchas formas en el contexto educativo matemático y se centra en tres dificultades: comprensión del problema, dificultad de razonamiento de este y dificultad en la elección del procedimiento, en el cual el 80% de 36 alumnos presento problemas en el razonamiento del problema (Zuñiga Sanchez, 2011).

Por otro lado, Monroy utilizo una muestra de 155 estudiantes y 4 docentes de segundo grado de primaria para evidenciar la necesidad de estrategias de intervención pedagógica para prevenir y corregir la discalculia que se presenta específicamente en el trabajo con números, seriaciones, cálculo y resolución de problemas (Monrroy, 2015).

Por último, Perea realizó un estudio sobre la incidencia de la discalculia en grupos de tercer y sexto grado de primaria utilizando un instrumento para evaluar la discalculia en el cual pudo demostrar que existe un constante nivel de discalculia en los dos grupos, sin embargo, concluye

que es importante que la escuela y padres de familia trabajen juntos para atender esta dificultad (Perea, 2018).

Enfoques Teóricos del Aprendizaje y la Enseñanza para la Comprensión de la Discalculia

La mente

Para entender el término de discalculia, tema principal de este trabajo de investigación, es útil primero hablar de la mente, la cual a lo largo de la historia ha tenido diferentes formas de explicar cuál es su composición y comportamiento.

Por un lado, existe la teoría del dualismo sustancialista, esta explica que la mente y el cuerpo son sustancias diferentes, por otra parte, el dualismo de propiedades expone las propiedades físicas y mentales como es la longitud, volumen, densidad, conceptos, pensamientos, sensaciones, etc. Sin embargo, ambas teorías intentan explicar la interacción entre la mente y el cuerpo (Álvarez-Espinoza & Balmaceda, 2018).

En el ámbito educativo los docentes se encuentran con el paradigma de definir si la mente tiene alguna localización o si es un sistema sin lugar físico, la mayoría de los estudios dirigidos a la educación vierte su confianza en el criterio de localización física, creyendo existe un elemento físico llamado cerebro y que es el lugar en el que se establece de manera bien diferenciada la mente; cuestión que no deja de tener problemas con las propiedades físicas como el tamaño, peso, capacidad de conexión, morfología y fisiología (Ospina Carmona et al., 2022).

A partir de estas discusiones, han emergido nuevos enfoques que buscan integrar la complejidad de la mente en relación con el aprendizaje. Entre ellos destacan las perspectivas de la cognición encarnada, la neurociencia educativa y la psicología cultural.

Desde la cognición encarnada, se entiende que el pensamiento no es únicamente un proceso cerebral, sino que está profundamente influenciado por el cuerpo y la experiencia sensorial y motora. Esta perspectiva señala que, para aprender conceptos abstractos como el número, el espacio o la proporción, es fundamental la manipulación de objetos, el uso de los dedos para contar y la interacción física con el entorno (Tran et al., 2017). En este sentido, las dificultades que presentan los alumnos con discalculia pueden entenderse también como una limitación en la construcción corporal y sensorial del número.

Por su parte, la neurociencia educativa considera a la mente como una función emergente de la actividad conjunta de diversas áreas cerebrales. No existe un “centro” único del pensamiento, sino una red dinámica en la que participan regiones vinculadas a la memoria, la atención, la percepción y las emociones (Sousa, 2014). Este enfoque resulta útil para comprender cómo ciertas alteraciones neurológicas pueden afectar directamente la capacidad de los estudiantes para adquirir habilidades matemáticas, y por tanto, para comprender mejor los mecanismos detrás de la discalculia.

A esto se suma la psicología cultural, particularmente desde los aportes de Vygotski, que propone que la mente se desarrolla a través de la interacción social, el lenguaje y las prácticas culturales. Bajo esta mirada, el aprendizaje matemático no es sólo un proceso individual, sino una

construcción mediada por el entorno, las herramientas disponibles, los discursos del docente y las expectativas sociales. De esta manera, la comprensión de la discalculia también debe considerar los factores contextuales y culturales que pueden estar limitando o condicionando el desarrollo del pensamiento lógico-matemático (Packer, 2019).

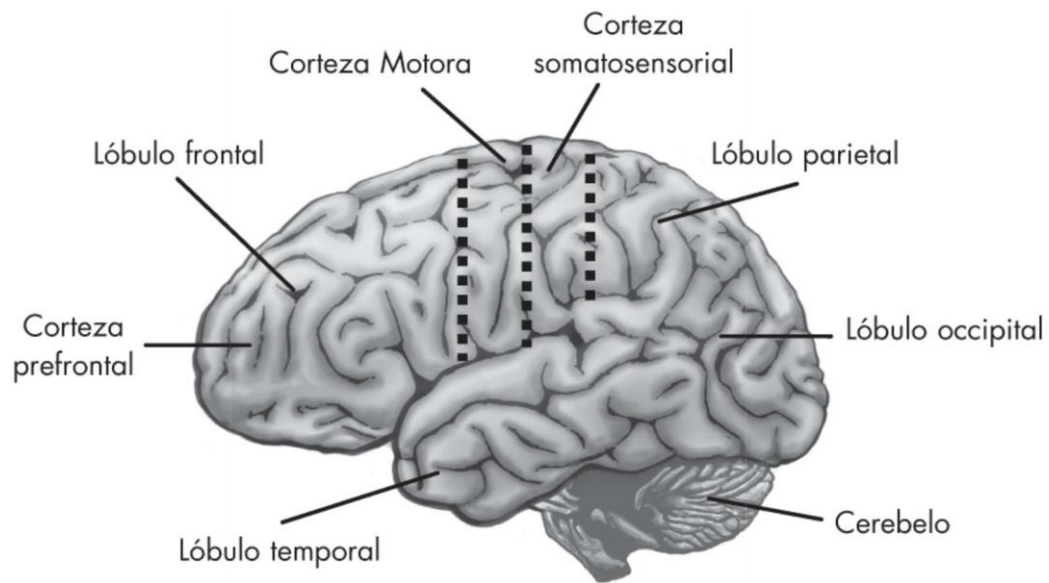
En conjunto, estas perspectivas nos permiten entender que la mente es un sistema complejo, integrado por dimensiones biológicas, cognitivas, corporales, emocionales y sociales. Desde esta mirada, cualquier propuesta de detección y atención a la discalculia debe partir de una comprensión amplia del funcionamiento mental, superando las visiones reduccionistas y construyendo metodologías que consideren al estudiante como un sujeto integral.

El cerebro

El cerebro es el órgano central del sistema nervioso y es responsable de coordinar y regular la mayoría de las funciones del cuerpo, incluyendo las emociones, los pensamientos, el movimiento y la percepción sensorial. Está compuesto principalmente por neuronas, que son células especializadas en transmitir señales eléctricas y químicas, por su parte el cerebro adulto, aunque pequeño y frágil, consume mucha energía, usando cerca del 20% de las calorías del cuerpo, incluso cuando se piensa intensamente. Históricamente, se han estudiado y clasificado sus regiones, como el lóbulo frontal y el mesencéfalo, para entender mejor sus funciones y características. Las partes exteriores del cerebro se muestran en la figura 1 y son (Dehaene, 2016)

Figura 1

Partes externas del cerebro



Nota. Tomado de *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación* (p. 21), por D. A. Sousa, 2014, Narcea. Derechos de autor por Narcea.

Lóbulos frontales: Ubicados en la parte delantera del cerebro, son responsables de la planificación, el control racional y el pensamiento complejo. También supervisan la resolución de problemas y regulan el sistema emocional. La corteza prefrontal, situada justo detrás de los lóbulos frontales, se asocia con el control ejecutivo y la toma de decisiones. Este lóbulo sigue madurando hasta la adultez, lo que influye en la capacidad de concentración y control de impulsos, aspectos fundamentales en el aprendizaje de matemáticas (Park et al., 2013).

Lóbulos temporales: Localizados cerca de las orejas, se encargan de procesar sonidos, reconocer rostros y objetos, y almacenan parte de la memoria a largo plazo. También contienen áreas del lenguaje, esenciales para comprender instrucciones matemáticas y retener conceptos (Pinheiro-Chagas et al., 2018).

Lóbulos occipitales: Situados en la parte posterior del cerebro, se especializan en el procesamiento visual. Esta región es importante para interpretar gráficos, figuras geométricas y cualquier representación visual de conceptos matemáticos (Radford & André, 2009).

Lóbulos parietales: Ubicados en la parte superior del cerebro, están involucrados en la orientación espacial, el cálculo y el reconocimiento de patrones, habilidades cruciales en la resolución de problemas matemáticos y la manipulación de objetos en el espacio (Moeller et al., 2015).

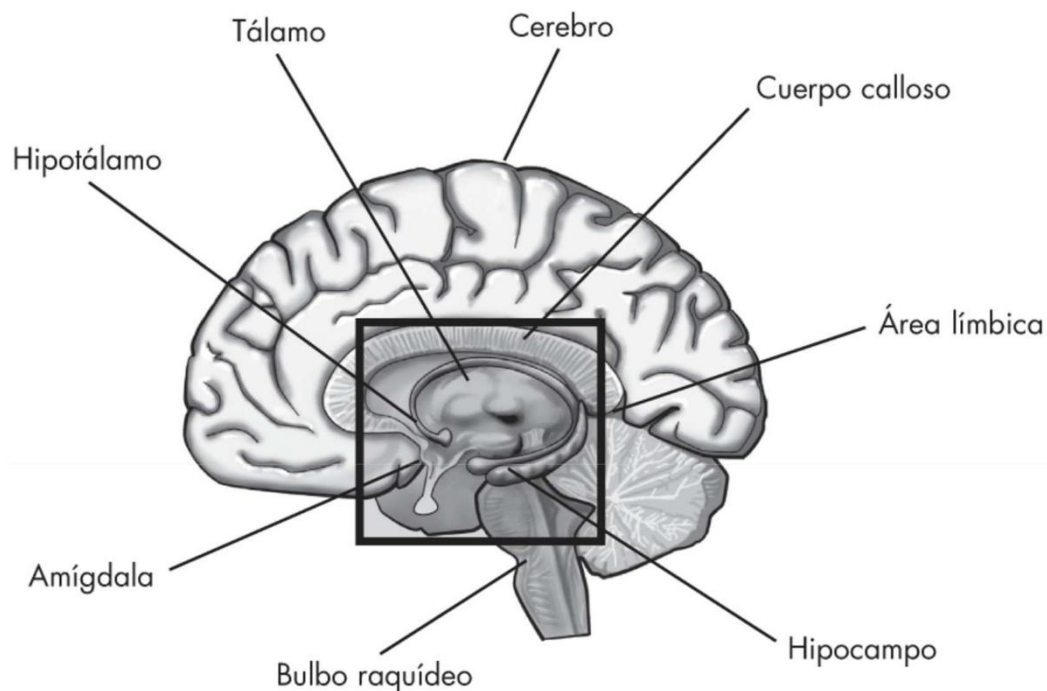
Corteza motora y somatosensorial: Estas bandas, que se extienden de oreja a oreja, son responsables del movimiento y la percepción sensorial del cuerpo. La corteza motora ayuda en la coordinación motora fina, que puede influir en la escritura y la resolución de problemas prácticos, mientras que la corteza somatosensorial procesa el contacto y otras sensaciones, apoyando la interacción con herramientas y materiales físicos en el aprendizaje.

En conjunto, estas áreas del cerebro trabajan de manera integrada para facilitar la adquisición y procesamiento de conocimientos matemáticos, desde la comprensión y el razonamiento lógico hasta la aplicación práctica y visualización de conceptos.

Las partes internas que se muestran en la figura 2 y son (Chenot et al., 2021):

Figura 2

Partes internas del cerebro



Nota. Tomado de *Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación* (p. 21), por D. A. Sousa, 2014, Narcea. Derechos de autor por Narcea.

El bulbo raquídeo es una estructura profunda y antigua del cerebro, encargada de funciones vitales automáticas como el latido del corazón, la respiración y la digestión. Aunque no está directamente involucrado en procesos de aprendizaje matemático, su función de regular el estado de alerta y mantener la homeostasis es esencial. Esto permite que el cerebro esté en óptimas condiciones para el aprendizaje, proporcionando la base fisiológica necesaria para que las funciones superiores (como la concentración y el procesamiento matemático) puedan ocurrir sin interrupciones debido a necesidades corporales básicas.

El sistema límbico es una estructura cerebral relacionada con las emociones y la memoria. Aunque no es el centro directo de funciones matemáticas, su papel en el manejo de emociones y

en la memoria es crucial para el aprendizaje. Las emociones influyen en la motivación, la disposición para resolver problemas y la perseverancia en tareas complejas, como las matemáticas.

Tálamo: Actúa como una estación de relevo para la información sensorial, distribuyendo esta información a otras áreas del cerebro para su procesamiento. En el contexto matemático, el tálamo ayuda a dirigir la atención hacia estímulos relevantes, como las instrucciones de un problema, facilitando la concentración y el enfoque.

Hipotálamo: Regula funciones corporales básicas y el equilibrio hormonal, lo que impacta en el bienestar general y en la capacidad para mantener la atención y la energía mental. Un estudiante que mantiene un equilibrio adecuado en funciones básicas tendrá mejor disposición para aprender y aplicar conceptos matemáticos.

Hipocampo: Es fundamental en la formación y consolidación de la memoria a largo plazo. En el aprendizaje matemático, el hipocampo permite retener fórmulas, procedimientos y estrategias a lo largo del tiempo, facilitando la práctica y la resolución de problemas en el futuro. Un buen funcionamiento del hipocampo es esencial para recordar pasos en procesos matemáticos complejos.

Amígdala: Procesa y almacena las respuestas emocionales, especialmente aquellas relacionadas con el miedo y el estrés. La amígdala puede influir en el aprendizaje matemático, ya que el estrés o la ansiedad ante las matemáticas pueden activar respuestas que dificultan el procesamiento de información. Sin embargo, emociones positivas también pueden fortalecer el

aprendizaje, ya que la amígdala etiqueta como importantes las experiencias emocionalmente significativas.

Estudiar el cerebro dentro del marco de esta tesis es fundamental, ya que permite comprender desde una base biológica cómo se manifiestan las dificultades específicas en el aprendizaje matemático, particularmente la discalculia. Identificar las regiones cerebrales implicadas en procesos como el cálculo, la atención, la memoria y la percepción espacial, permite no solo sustentar teóricamente la existencia de este trastorno, sino también orientar el diseño de herramientas tecnológicas más precisas y personalizadas para su detección.

Al comprender cómo funciona el cerebro durante el aprendizaje matemático, se abre la posibilidad de desarrollar entornos virtuales que se alineen con las capacidades cognitivas reales de los estudiantes, promoviendo así una educación verdaderamente inclusiva e innovadora. Esta perspectiva neuroeducativa fortalece la validez de la metodología planteada y refuerza la relevancia del uso de tecnología educativa como puente entre el conocimiento científico y la práctica pedagógica.

Aprendizaje de las matemáticas según la neurociencia educativa

Por su parte, la neurociencia explica que la mente es el sistema reticular de activación ascendente desde zonas superiores de la médula, el tronco del encéfalo (bulbo raquídeo, protuberancia y mesencéfalo) y el diencefalo (tálamo e hipotálamo), encargados de modular la activación cortical, así como el sistema sensorial encargado de procesar la información que llega a través de los sentidos (lóbulo temporal primario y secundario, lóbulo parietal primario y

secundario, el lóbulo occipital primario y secundario) y procesarla para analizar y dar paso a la morfosintaxis, la lecto-escritura, el cálculo y rotación mental (Rodríguez Santos, 2009).

Sin embargo, la neurociencia no sabe exactamente cuándo el cerebro comprende los números, pero hay evidencia de que los niños nacen con un sentido rudimentario de cantidad en ciertas áreas del cerebro. Este sentido les permite diferenciar cantidades pequeñas, como entre dos y tres objetos, sin contar. También pueden reconocer relaciones entre números, como 4 o 5, incluso sin etiquetarlos verbalmente. La habilidad de lenguaje no es necesaria para desarrollar este sentido numérico inicial, aunque será esencial para cálculos más complejos en el futuro (Sousa et al., 2016).

Para esto, se pueden definir las etapas de desarrollo de las estructuras conceptuales en los niños con respecto a la comprensión matemática y el sentido numérico, desde los 4 hasta los 10 años de la siguiente forma (Dehaene, 2019):

Niños de 4-5 años: Los niños desarrollan dos estructuras iniciales: una para entender la cantidad global (diferenciando "más que" o "menos que" en grupos de objetos) y otra para la contabilización básica usando correspondencias uno a uno con los dedos. A esta edad, su capacidad matemática es principalmente perceptual y aún no completamente aritmética.

Niños de 6-7 años: Hacia los seis años, los niños integran las cantidades globales y los modelos contables iniciales en una "línea numérica básica". Esto les permite identificar que números más altos representan mayores cantidades, facilitando la suma y resta sin necesidad de objetos físicos, simplemente siguiendo la secuencia numérica en su mente.

Niños de 8-9 años: Para esta edad, los niños transforman su estructura mental en un "doble esquema mental lineal", permitiéndoles coordinar dos líneas numerales. Pueden realizar tareas como leer la hora, resolver problemas de dinero y usar la balanza en contextos que involucran dos variables (por ejemplo, peso y distancia).

Niños de 10 años: A los diez años, los niños amplían sus líneas numerales dobles y logran coordinar tres variables cuantitativas. Son capaces de realizar cálculos mentales más complejos, incluyendo operaciones con números de dos dígitos y problemas que implican comparaciones y compensaciones entre variables.

Comprender cómo se desarrolla el sentido numérico desde las primeras etapas de la infancia permite explicar por qué algunos estudiantes presentan dificultades significativas para realizar operaciones básicas. Estas alteraciones en el desarrollo del pensamiento matemático pueden manifestarse en distintas formas, como dificultades para leer símbolos (discalculia léxica), escribirlos (gráfica), realizar operaciones mentales (ideognóstica), o incluso al manipular objetos matemáticos concretos (practognóstica). Desde este enfoque neuroeducativo, se refuerza la importancia de detectar oportunamente estas diferencias mediante herramientas tecnológicas sensibles al perfil cognitivo del alumno, permitiendo una intervención más eficaz, personalizada e inclusiva.

La psicología en la educación

Para Cepeda la psicología es considerada la ciencia de las ciencias debido a su transversalidad e importancia en la comprensión de conocimiento y la define como la ciencia que

estudia los procesos mentales, internos e influencias del entorno físico y social en los individuos, en otras palabras, estudia el pensamiento humano y su conducta (Cepeda Armijos, 2014).

Por otro lado, la psicopedagogía se puede definir como la rama de la psicología que estudia el empleo de las conclusiones de la psicología teórica en el proceso de educación y enseñanza, por lo que todo docente debería tener una guía para administrar adecuadamente el proceso de enseñanza (Amar, 2018).

La psicología es crucial para entender cómo los estudiantes procesan la información matemática y cómo sus emociones influyen en su disposición hacia esta materia, algunos de estos factores son (Lebrija Trejos, 2012):

Motivación: La psicología ayuda a identificar estrategias para motivar a los estudiantes, lo cual es esencial en matemáticas, una disciplina que puede resultar desafiante y generar ansiedad.

Memoria y comprensión: Conocer cómo funciona la memoria y el procesamiento cognitivo permite a los educadores adaptar su enseñanza para facilitar la retención de conceptos matemáticos complejos.

Manejo de la ansiedad: La ansiedad matemática es común y puede afectar negativamente el rendimiento. La psicología proporciona herramientas para gestionar esta ansiedad y promover un ambiente de aprendizaje seguro y de apoyo.

Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, se reconoce que el aprendizaje de las matemáticas requiere procesos complejos como la atención selectiva, la memoria de trabajo, la organización de esquemas mentales y la autorregulación. Estas funciones pueden verse

comprometidas en estudiantes con discalculia, quienes muestran dificultades en automatizar operaciones básicas, retener procedimientos o interpretar símbolos matemáticos (López, 2016).

Por su parte, la psicología sociocultural, especialmente a partir de los aportes de Vygotski, enfatiza que el aprendizaje es un proceso mediado por el lenguaje, las herramientas culturales y la interacción social. Así, el pensamiento matemático no se construye de manera aislada, sino en contextos donde el docente, los recursos didácticos y los compañeros de clase cumplen un rol fundamental. Esta visión es particularmente relevante para el diseño de entornos virtuales y herramientas tecnológicas que promuevan el desarrollo del pensamiento lógico en estudiantes con dificultades específicas del aprendizaje (Hitt & Quiroz Rivera, 2017).

La psicología humanista también aporta al análisis del aprendizaje matemático, destacando la importancia del autoconcepto, la autoestima y el clima emocional del aula. Las creencias del estudiante sobre su propia capacidad matemática pueden actuar como facilitadores o bloqueadores del aprendizaje. Un alumno con discalculia que ha acumulado experiencias de fracaso repetido puede desarrollar una actitud de rechazo o miedo hacia las matemáticas, por lo que resulta clave intervenir también desde lo emocional y motivacional (Passiatore et al., 2024).

En este sentido, la psicología educativa permite construir un puente entre los procesos mentales y el entorno pedagógico. Entender cómo funciona la mente al aprender matemáticas —y cómo se ve afectada por el contexto emocional, social y cultural— es fundamental para desarrollar metodologías de detección que no solo evalúen habilidades numéricas, sino que consideren al estudiante como un sujeto integral.

El aprendizaje

El aprendizaje es un proceso dinámico, progresivo y adaptativo mediante el cual un individuo adquiere, modifica o refuerza conocimientos, habilidades, actitudes o valores a partir de la experiencia, la práctica o la interacción con el entorno. Este fenómeno es multidimensional, involucrando factores cognitivos, emocionales, sociales y biológicos. Desde una perspectiva neuropsicológica, el aprendizaje implica la reorganización funcional del cerebro, activando redes neuronales que se fortalecen con la repetición y la significación, lo que permite hablar de neuroplasticidad como sustento biológico del cambio conductual y cognitivo (Pherez et al., 2018).

En el contexto educativo, el aprendizaje no se limita a la adquisición de contenidos, sino que también abarca el desarrollo de competencias para resolver problemas, tomar decisiones y transferir lo aprendido a nuevas situaciones. Este enfoque integral es especialmente relevante en el caso del aprendizaje matemático, donde intervienen funciones cognitivas superiores como la atención, la memoria de trabajo, el razonamiento lógico y la abstracción.

Para Rodríguez el aprendizaje es el resultado de la integración de toda la información que el individuo adquirió y procesó, la cual realiza modificaciones estructurales en el cerebro, por lo que el aprendizaje cambia de forma constante gracias a la interacción con el entorno, diferenciando dos aprendizajes básicos (Rodríguez Santos, 2009):

- Aprendizaje de la habituación; el cual produce el descenso de la respuesta a un estímulo moderado y repetitivo mediante vías intermedias entre las neuronas sensoriales y motoras.

- Aprendizaje de sensibilización; se da mediante una respuesta a una amplia variedad del estímulo con la ayuda de la serotonina e interneuronas.

A partir de estas aproximaciones biológicas y neuropsicológicas, es posible afirmar que el aprendizaje no puede comprenderse únicamente desde una perspectiva estructural o cerebral, sino que requiere también ser analizado desde marcos teóricos que expliquen cómo ocurre este proceso en distintos contextos educativos. Las teorías del aprendizaje ofrecen precisamente estas interpretaciones, al proporcionar modelos explicativos sobre la forma en que los individuos adquieren y construyen conocimiento, así como sobre los factores que intervienen en dicho proceso. En el marco de esta investigación, resulta fundamental revisar los principales enfoques teóricos del aprendizaje para comprender cómo estos sustentan las estrategias educativas orientadas a estudiantes con discalculia, especialmente en entornos mediados por tecnologías digitales.

Conductismo

El conductismo se basa en los trabajos de Ivan P. Pavlov (condicionamiento clásico) y B.F. Skinner (condicionamiento operante), quienes postularon que el aprendizaje puede explicarse como un cambio observable en la conducta del individuo, resultado de la asociación entre estímulos y respuestas (Segura Castillo, 2005)

A diferencia de otras teorías que se enfocan en los procesos mentales internos, el conductismo se centra exclusivamente en la conducta observable y en cómo ésta puede ser

modificada, mantenida o extinguida mediante el uso de refuerzos o castigos. Los principios básicos del conductismo incluyen (Papageorgi, 2018):

- Estímulo externo
- Respuesta (conducta)
- Refuerzo positivo
- Objetivos conductistas

Tecnología educativa

En el ámbito educativo, el conductismo ha influido significativamente en el diseño de planes de estudio, estrategias de instrucción y sistemas de evaluación basados en el logro de objetivos conductuales específicos. En el aprendizaje de las matemáticas, esta teoría ha sido particularmente útil para desarrollar programas estructurados, con ejercicios repetitivos, refuerzos inmediatos, y tareas secuenciales que buscan afianzar habilidades básicas como la memorización de tablas, procedimientos aritméticos o reconocimiento de patrones numéricos (González Zepeda, 2004).

Desde la óptica de la tecnología educativa, el conductismo ha sentado las bases para el diseño de plataformas instruccionales y programas de entrenamiento automático, como los sistemas de tutoría inteligente, pruebas tipo drill & practice o entornos gamificados que otorgan retroalimentación inmediata ante una respuesta correcta o incorrecta (Torres Cañizález & Cobo Beltrán, 2017). Este enfoque es especialmente útil cuando se busca reforzar habilidades fundamentales en estudiantes con dificultades como la discalculia, permitiendo la repetición

controlada de tareas específicas y el uso de refuerzos visuales, auditivos o interactivos para mantener la motivación.

Cognitivismo

El cognitivismo surge como una reacción crítica al conductismo, al considerar que el aprendizaje no puede reducirse únicamente a la observación de estímulos y respuestas. En cambio, esta corriente pone énfasis en los procesos mentales internos: percepción, atención, memoria, lenguaje, razonamiento y solución de problemas. Es decir, busca entender cómo el ser humano procesa, almacena y recupera información para construir conocimiento (Bausela Herreras, 2010).

A diferencia del conductismo, que considera al sujeto como un ente pasivo condicionado por estímulos externos, el cognitivismo reconoce al individuo como un procesador activo de la información, que organiza, clasifica, relaciona y estructura los contenidos que recibe. Uno de los principios fundamentales de esta teoría es que el aprendizaje significativo ocurre cuando el nuevo conocimiento puede integrarse de manera coherente a las estructuras cognitivas existentes, facilitando su comprensión, retención y transferencia a otras situaciones (Janzen, 2020).

Un autor representativo de esta corriente es Jean Piaget, quien aportó una visión constructiva del desarrollo cognitivo al considerar que el aprendizaje es el resultado de una reestructuración constante del pensamiento. Según Piaget, el estudiante construye conocimiento al interactuar con su entorno, modificando esquemas mentales a través de procesos como la asimilación al incorporar nueva información en estructuras previas y la acomodación de ajustar

esas estructuras cuando la información es incompatible. Estos mecanismos se equilibran dinámicamente y propician avances en el desarrollo del pensamiento.

Piaget propuso además que el aprendizaje está condicionado por el estadio cognitivo del individuo, organizando este desarrollo en cuatro etapas: sensorio-motora, preoperacional, operaciones concretas y operaciones formales. Las etapas concretas y formales son especialmente relevantes en el aprendizaje de las matemáticas, ya que implican habilidades como la conservación, la seriación, la abstracción y el razonamiento lógico (Lehmann, 2019).

Las dificultades observadas en estudiantes con discalculia pueden interpretarse, desde esta perspectiva, como desajustes entre las demandas cognitivas del contenido matemático y el nivel de desarrollo del pensamiento lógico del alumno. Por ello, esta visión permite comprender que la intervención pedagógica debe partir del estado cognitivo del estudiante y estimular su progreso mediante actividades que promuevan el descubrimiento, la reflexión y la comprensión activa.

Constructivismo

El constructivismo es una corriente psicológica y pedagógica que surge como una evolución del cognitivismo, al reconocer que el conocimiento no solo se procesa internamente, sino que se construye activamente a partir de la experiencia y de la interacción con el entorno social y cultural. A diferencia de las teorías que conciben el aprendizaje como una transmisión de información, el constructivismo sostiene que el conocimiento es una construcción personal y significativa, basada en la reorganización de esquemas mentales previos (Serrano González-Tejero & Pons Parra, 2011):

- Constructivismo radical, representado por Ernst von Glasersfeld, quien propone que el conocimiento no refleja una realidad objetiva, sino que es una interpretación personal basada en la experiencia. Según esta perspectiva, el aprendizaje es un proceso de construcción interna donde cada individuo genera su propia comprensión del mundo, sin que exista una verdad absoluta que deba ser descubierta (Hernández Rojas, 2008).
- Constructivismo cognitivo, influido por Jean Piaget, que enfatiza los procesos internos de construcción individual del conocimiento a partir de la interacción con el medio. Piaget sostiene que el aprendizaje es un proceso activo donde el individuo asimila y acomoda nueva información, reorganizando sus estructuras mentales para adaptarse al entorno (Chadwick, 2001).
- Constructivismo sociocultural, basado en Lev Vygotsky, que resalta el papel del lenguaje, la mediación del docente y la cultura en el desarrollo del pensamiento. Vygotsky introduce conceptos como la "zona de desarrollo próximo", destacando la importancia de la interacción social en la construcción del conocimiento (Rodríguez A., 2003).
- Construccinismo social, que destaca la construcción del conocimiento a través del discurso, la colaboración y los acuerdos sociales en contextos determinados. Esta perspectiva sostiene que la realidad es una construcción social, influenciada por las interacciones y el lenguaje compartido entre individuos (Sandoval Moya, 2010).

En todos estos enfoques, el estudiante es visto como protagonista de su aprendizaje, y el docente como un mediador que guía, orienta y desafía al alumno para avanzar desde lo que ya sabe hacia nuevas comprensiones.

Humanista

El enfoque humanista del aprendizaje surge a mediados del siglo XX como una respuesta crítica tanto al conductismo como al cognitivismo. Mientras que estas teorías ponían el énfasis en la conducta observable o en los procesos mentales, el humanismo centró su atención en la persona como un ser integral, capaz de autodirigirse, desarrollarse y realizarse plenamente. Esta corriente considera que el aprendizaje no puede separarse de las emociones, valores, creencias y experiencias personales del estudiante (Chacón-Arteaga, 2014).

Entre sus principales exponentes se encuentran Carl Rogers y Abraham Maslow. Rogers propuso la idea de un aprendizaje significativo basado en la libertad, la autenticidad y la experiencia directa, donde el estudiante es quien decide qué, cómo y cuándo aprender. Por su parte, Maslow formuló la conocida jerarquía de necesidades, postulando que para que una persona pueda aprender de forma efectiva, primero deben estar cubiertas sus necesidades básicas fisiológicas, de seguridad, pertenencia y autoestima (Xiangkui, 2024).

En este enfoque, el rol del docente no es transmitir información, sino facilitar el crecimiento personal del estudiante, creando un clima de confianza, empatía y respeto. La relación educativa debe basarse en la aceptación incondicional, la escucha activa y el reconocimiento del otro como sujeto de dignidad y potencial (Madsen & Wilson, 2012).

Estos enfoques teóricos aportan fundamentos clave para comprender y abordar la discalculia desde distintas dimensiones. El conductismo permite estructurar tareas repetitivas con retroalimentación inmediata; el cognitivismo explica los procesos mentales implicados en el cálculo; el constructivismo promueve la reconstrucción activa del conocimiento, y el humanismo pone al centro la dimensión emocional del aprendizaje. Juntos, sustentan el diseño de una herramienta digital que no solo detecta, sino que acompaña al estudiante de manera integral y personalizada.

Trastornos del aprendizaje

Los trastornos del aprendizaje se han estudiado desde finales del siglo XIX. El término “Dificultades de aprendizaje” (DA) explica un trastorno en el desarrollo del habla, lenguaje, lectura, escritura o habilidades matemáticas que afecta a más de un 15% de la población en el mundo (Caro & Polanco, 2018).

Sin embargo, a través de la historia se han acuñado diferentes términos que no necesariamente son sinónimos, pero que intentan describir procesos muy cercanos. La ley de educación para todos los niños con minusvalías del año 1975 (Education of All Handicapped Children Act of 1975) utilizó el término “deficiencias especiales en el aprendizaje”. Por su parte el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales en su cuarta edición (DSM-IV) refiere al uso del término “trastorno del aprendizaje”. Otros autores usan los términos “dificultad específica del aprendizaje”, “dislexia evolutiva”, “dificultades del aprendizaje”, entre otros (Goikoetxea, 2012).

Actualmente, la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) utiliza el término “Trastorno del desarrollo del aprendizaje”, el cual involucra a las dificultades significativas y persistentes en el aprendizaje de habilidades académicas, desde la lectura, escritura o aritmética y no es generado a partir del desarrollo intelectual, discapacidad sensorial, trastorno neurológico o motor, falta de disponibilidad de educación, falta de dominio del idioma de instrucción académica o adversidad psicosocial (Organización Mundial para la Salud [OMS], 2019).

La dislexia

La dislexia es un trastorno específico de la lectura que afecta el reconocimiento preciso y fluido de las palabras, la decodificación y la ortografía. Las personas con dislexia suelen tener dificultades para comprender textos y leer a un ritmo más lento, lo cual impacta la comprensión lectora, el aprendizaje de nuevo vocabulario y el rendimiento en asignaturas que dependen de habilidades de lectura, como ciencias y humanidades (Dansilio, 2009).

Las personas con dislexia suelen tener problemas para comprender enunciados de problemas matemáticos, especialmente cuando estos están escritos de forma compleja. Además, el trastorno puede influir en la interpretación de símbolos y números, complicando el aprendizaje de conceptos matemáticos básicos y avanzados (Serrano & Defior, 2004). La falta de fluidez en la lectura ralentiza el procesamiento de información matemática, dificultando la resolución de problemas y la comprensión de expresiones y símbolos matemáticos que requieren una interpretación rápida y precisa. (Tamayo Lorenzo, 2017).

La disgrafia

La disgrafía es un trastorno de la escritura que se manifiesta en dificultades para escribir de forma legible, mantener coherencia y respetar las normas de gramática y ortografía. Este trastorno afecta la expresión escrita, la organización de ideas y la capacidad de comunicar pensamientos de forma clara y estructurada, complicando tareas como redacciones, exámenes escritos y apuntes en clase (Estacio Cedeño et al., 2024).

Las personas con disgrafía pueden tener problemas para escribir números y símbolos con claridad, lo cual puede llevar a confusiones y errores en cálculos y operaciones. Esto es especialmente importante en operaciones largas o en problemas de álgebra, donde un número o símbolo incorrecto puede cambiar el resultado final. Además, en matemáticas, muchas veces es necesario explicar o justificar el proceso utilizado para llegar a una respuesta. La disgrafía puede dificultar que los estudiantes expresen sus pensamientos de forma escrita, afectando su capacidad para detallar los pasos de solución de un problema. Esto puede dar la impresión de que no entienden el concepto cuando, en realidad, la dificultad está en la escritura (Santos Fabelo, 2006). **Trastorno del Aprendizaje No Verbal (TANV)**

El TANV afecta habilidades motoras, la percepción espacial y la interpretación de señales no verbales. Quienes presentan este trastorno suelen tener problemas para comprender información visual-espacial y coordinar movimientos. Esto interfiere en actividades que requieren habilidades motoras finas, como la escritura o el trabajo en laboratorio, y en la comprensión de gráficos, diagramas y mapas (Bravo-Valdivieso et al., 2009).

El Trastorno del Aprendizaje No Verbal (TANV) afecta habilidades visuales y espaciales, así como las motoras finas, lo cual impacta el aprendizaje de las matemáticas (Sabina Roméu et al., 2010). Las personas con TANV tienen dificultades para comprender relaciones espaciales y para organizar números en operaciones, lo que complica la resolución de problemas de geometría, gráficos y diagramas. Además, presentan problemas con la alineación de operaciones y el uso de instrumentos para trazar figuras, y les resulta difícil interpretar problemas verbales que requieren inferencias visuales o espaciales (Fisher et al., 2022).

Trastorno de la Comprensión Auditiva

El Trastorno de la Comprensión Auditiva afecta la capacidad para procesar y comprender información auditiva sin que exista pérdida de audición. Las personas pueden tener dificultades para seguir instrucciones verbales o captar detalles en conversaciones, lo cual dificulta la comprensión de información oral y afecta el rendimiento en clases con enseñanza predominantemente verbal (Ruiz Rastrepo & Castro Medina, 2006).

Por tanto, el Trastorno del Procesamiento Auditivo (TPA) afecta el rendimiento en matemáticas al dificultar la comprensión de instrucciones verbales y el seguimiento de secuencias lógicas necesarias para resolver problemas. Las personas con TPA tienen problemas para interpretar problemas verbales y pueden sentirse limitadas en la participación de discusiones en clase, especialmente en entornos ruidosos, lo que impacta su aprendizaje y desempeño en matemáticas (Montoya et al., 2022).

Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH)

El TDAH se caracteriza por inatención, impulsividad e hiperactividad. Las personas con TDAH tienen dificultades para mantener el foco de atención, seguir instrucciones detalladas y regular sus impulsos, lo cual puede llevar a errores por descuido y problemas para completar tareas, en relación con las matemáticas las cuales requieren concentración y precisión, especialmente en la resolución de problemas que involucran múltiples pasos (Valerazo & Vieiro, 2021). La inatención puede llevar a la pérdida de detalles clave en el enunciado de un problema, y la impulsividad puede hacer que los estudiantes se apresuren y cometan errores. Además, la necesidad de una estructura organizada para resolver problemas matemáticos puede ser un desafío para quienes tienen dificultades para planificar y secuenciar tareas, habilidades afectadas en el TDAH (Rubiales et al., 2016).

Trastornos de la comunicación

Los trastornos de la comunicación incluyen dificultades en la comprensión y expresión del lenguaje, tanto verbal como no verbal. Estos pueden manifestarse en problemas para entender el significado de las palabras, seguir instrucciones complejas o expresarse claramente. En matemáticas, el lenguaje es clave para comprender enunciados de problemas, instrucciones y conceptos abstractos. Los estudiantes con trastornos de la comunicación pueden tener problemas para entender el lenguaje matemático y seguir explicaciones complejas, lo que afecta su capacidad para abordar problemas correctamente. Además, la dificultad para expresar sus propios pensamientos puede dificultar que expliquen sus procesos de razonamiento o que se comuniquen eficazmente en trabajos grupales (González Blanca, 2018).

Trastornos del Neurodesarrollo

Los trastornos del neurodesarrollo abarcan una variedad de dificultades en habilidades cognitivas, sociales y motoras. Esto incluye el Trastorno del Espectro Autista, dificultades en la coordinación motora y la discapacidad intelectual, entre otros. Estos trastornos pueden afectar diferentes aspectos necesarios para el aprendizaje de las matemáticas. Por ejemplo:

- Trastornos motores. La escritura y la manipulación de herramientas matemáticas pueden ser difíciles.
- TEA. Los estudiantes pueden tener dificultades con la interpretación de conceptos abstractos, como el valor posicional o la probabilidad, y en la comunicación en actividades colaborativas.
- Discapacidad intelectual. Las habilidades cognitivas limitadas pueden dificultar la comprensión de conceptos matemáticos avanzados, lo que requiere adaptaciones en el contenido y en la forma de enseñar matemáticas.

La discalculia

La discalculia tiene sus orígenes empezando con los informes presentados por Lewandowsky y Staldmann en 1908, quienes basaron su estudio en trastornos del cálculo diferenciándolos del lenguaje. Más adelante, en 1925, Henschen acuñó el término acalculia para explicar la pérdida de capacidad para el cálculo consecuencia del daño cerebral. Un año después Berger se centra en diferenciar la acalculia primaria y secundaria, reconociendo que los trastornos

del cálculo pueden llevar asociadas a otras alteraciones verbales, espaciotemporales y de razonamiento.

En 1940 Gerstmann propone que la acalculia primaria está asociada con agrafia, desorientación y agnosia digital conformando el “síndrome de Gerstmann”. Finalmente, en 1974, Kosc propone el término discalculia por primera vez, con el objetivo de incluir factores como la heredabilidad y/o afección congénita del sustrato cerebral responsable de las funciones matemáticas, además de la clasificación por tipologías (Patricia & Sara, 2019):

- Verbal, la cual consiste en la dificultad de nombrar cantidades, números, términos, símbolos y relaciones.
- Practognóstica, recae en la dificultad para enumerar, comparar y manipular objetos matemáticamente.
- Léxica, es la dificultad para la lectura de símbolos matemáticos.
- Gráfica, consiste en la dificultad de la escritura de símbolos matemáticos.
- Ideognóstica, se asocia a la dificultad de operaciones mentales y en la comprensión de conceptos matemáticos.
- Operaciones, es la dificultad para la ejecución de operaciones y cálculos numéricos.

Asimismo, en 1978, Giordano hace una clasificación desde la perspectiva de la psicopedagogía dividiéndola en (Fonseca, Rodriguez, et al., 2019):

- Discalculia natural. Esta se presenta en las primeras etapas del aprendizaje del cálculo y está relacionada con dificultades en la concepción del número, seriación

numérica, escala, operaciones de suma y resta, cálculo mental y problemas de razonamiento.

- Discalculia verdadera. Esta aparece cuando la discalculia natural no fue diagnosticada a tiempo y por consecuencia no fue tratada a tiempo, en esta se presentan cuadros graves en el cálculo y afecta en el aprendizaje de otras materias transversales y con el uso de las matemáticas.
- Discalculia secundaria. Es el caso más complejo que se caracteriza por un trastorno global del aprendizaje, donde también existe la dislexia o algún otro trastorno adjunto.

En 1983, Badián llevó a cabo diferentes estudios que demostraron que las dificultades en matemáticas prevalecen hasta en un 6% de la población, además de estar ligadas con otras dificultades como alexia y agrafia (Arnal & Batres, 2020).

Poco más tarde, en 1993, Geary propone una clasificación de la discalculia basada en tres tipos de errores cometidos por el estudiante:

- Error visoespacial.
- Error de memoria semántica.
- Error de procedimiento.

Actualmente, la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11) que entró en vigor en 2022, describe a la discalculia como una dificultad adquirida para realizar cálculos matemáticos sencillos que no concuerda con el grado de funcionamiento intelectual en general. Comienza

después del período de desarrollo en personas que ya habían adquirido estas habilidades. Puede deberse a un accidente cerebrovascular o a otra lesión cerebral (Organización Mundial para la Salud [OMS], 2019).

También el Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales en su quinta edición (DSM-V) describe a la discalculia en una subcategoría de los trastornos del neurodesarrollo llamada “trastorno específico del aprendizaje” que involucra la dificultad del entendimiento de las matemáticas (American Psychiatric Association [APA], 2014).

Por tanto, la discalculia es un trastorno específico del aprendizaje que afecta directamente a la adquisición del conocimiento sobre los números y el cálculo de operaciones y que no es causado por una frustración escolar o un mal método de aprendizaje aplicado en los años anteriores de estudio, sino que se le adjudica en la actualidad mucho más a un problema congénito (Puente, 2001).

También podemos ver a la discalculia como un trastorno del aprendizaje que provoca la dificultad para la adquisición de las habilidades matemáticas en niños con una inteligencia normal, estabilidad emocional y con una formación académica estándar, la cual afecta a las actividades escolares y cotidianas (Álvarez et al., 2010).

Etiología de la discalculia

Hoy en día, algunas de las hipótesis en torno a la discalculia plantean que la discalculia del desarrollo es consecuencia de los déficits cognitivos generales, o a una falta en el desarrollo de sistemas cerebrales dedicados al procesamiento de la numerosidad. Otras más plantean que es un

trastorno causado por la dificultad de la representación de cantidades a través de símbolos numéricos y a la falta del procesamiento de magnitudes continuas y discretas.

Asimismo, la discalculia es una condición cerebral que afecta la habilidad de entender y trabajar con números y conceptos matemáticos (Scrib Vázquez et al., 2017). Por lo que algunas de las teorías suponen que algunas de las causas se pueden dividir en:

- Genes y herencia: en un estudio hecho en una población de 2586 estudiantes de escuela primaria se hizo evidente mediante el cuestionario para padres de los estudiantes con discalculia que los trastornos específicos de la aritmética pueden ser transmitidos por medio de la herencia (Landerl & Moll, 2010).
- Desarrollo o lesión cerebrales: Una persona con discalculia muestra discrepancias en cuanto a la activación de las áreas del cerebro que se relacionan con los procesos matemáticos y de habilidades del aprendizaje, como la planificación y la memoria. Puede haber diferencias de volumen y grosor en ciertas partes del cerebro (Landerl & Moll, 2010).
- Déficit cognitivo: Puede estar ocasionado por una disfunción neuronal que afecta a la comprensión del significado de tareas o cálculos, la decodificación numérica y la representación mental, así como a los fallos en la red de conexiones neuronales. Las imágenes de resonancia magnética entre un grupo de adolescentes dotados en matemáticas y un grupo de capacidad matemáticas promedio encontró diferencias en la conectividad interhemisférica e interhemisférica siendo prevalente mayores

conexiones y activación de las región frontal y parietal del cerebro en el grupo de dotados (Prescott et al., 2010).

Detección de la discalculia

La detección de la discalculia es un proceso que debe evaluar todas aquellas funciones que puedan influir en el rendimiento de las pruebas de procesamiento numérico y cálculo. Algunas de las dificultades que pueden presentar estudiantes con discalculia son (García Planas & García-Camba Vives, 2019):

- Dificultades en la organización espacial, conlleva dificultad para organizar los números secuencialmente, errores en la representación espacial, identificación de números o símbolos aritméticos y confusión del valor representado por cada número respecto a su posición.
- Dificultades de procedimiento, radica en la falta de memoria parcial o total para recordar los pasos de un procedimiento matemático.
- Dificultades de razonamiento, el cual se manifiesta mediante las dificultades para ver y entender las instrucciones de un problema, así como la carencia de estrategias cognitivas para la planificación y resolución de problemas matemáticos.

Asimismo, se puede reconocer que los estudiantes con discalculia presentan errores comunes al realizar evaluaciones escritas como:

- Errores de transcripción
- Confusión de grafismos semejantes

- Error de orientación espacial
- Conteo hacia atrás
- Problemas de posición y valor numérico

Ante estas dificultades es necesario elegir adecuadamente el instrumento de evaluación de la discalculia. Las últimas investigaciones sugieren dos tipos de pruebas: las pruebas curriculares (pruebas de desempeño escolar) y pruebas de orientación neuropsicológica (Kaufmann & Von-Aster, 2012), siendo esta última la más idónea para medir la discalculia. Actualmente, las pruebas más usadas y reconocidas son *Cognifit Research (CAM-DC)*, *TEDI-MATH* y *TEMA-3* las cuales se muestran en la Tabla 1 (Ginsburg, 2007; Grégoire et al., 2015).

Tabla 1

Comparación de las pruebas actuales para la detección de la discalculia

Pruebas	Cognifit Research (CAM-DC)	TEDI-MATH	TEMA-3 Test of Early Mathematics Ability
Edad de aplicación	A partir de los 7 años	4-8 años	3-11 años
Tipo de formato	Digital	Papel	Papel
Duración de la prueba	30 - 40 minutos	50 - 60 minutos	30 - 45 minutos

Característica que evalúa		Atención	Conteo	Numeración
		Memoria	Numeración	Comparación de
		Coordinación	Comprensión del sistema	cantidades
		Percepción	numérico	Cálculo informal
		Razonamiento	Operaciones lógicas	Cálculo formal
		Lenguaje	Estimación	

Nota. Elaboración propia.

Tratamiento de la discalculia

El Tratamiento al cálculo aritmético en escolares con discalculia (TCAED) reconoce que los principales actores para el tratamiento de la discalculia son los maestros, especialistas y las familias de los afectados. La ruta de tratamiento planteada por el *TCAED* es (Fonseca, López, et al., 2019):

- Diagnóstico integral fino
- Determinación de las necesidades y potencialidades que tienen los escolares con discalculia
- Determinación de las funciones neurológicas afectadas (memoria, atención, percepción, lenguaje y orientación espacial)
- Observación del área de trabajo en ambientes controlados y espontáneos
- Estructuración del contenido académico que se va a impartir con ayuda de los especialistas (Psicopedagogo y logopeda)

- Pláticas de orientación para padres de familia
- Orientación de actividades especializadas por los especialistas (Psicopedagogo y logopeda)
- Implementación de juegos matemáticos, softwares educativos (*SOFTDAM*) y técnicas participativas en un ambiente familiar
- Motivación, construcción y sistematización al avance del alumnado
- Uso del proceso corrección-compensación
- Implementación de evaluaciones constantes con diferentes criterios

Asimismo, diversos autores proponen el uso de programas educativos, aplicaciones computacionales, uso de realidad virtual y el uso de inteligencia artificial como complemento para el acompañamiento en el tratamiento de las dificultades del aprendizaje y soporte de tratamientos para la dislexia y discalculia (Kharbat et al., 2021).

Aunado a esto, Rohizan hizo evidente que el uso de la aplicación móvil *MathFun* y seguimiento puntual del modelo “*Calculic Model*” propuesto para los niños con discalculia en Malasia tiene grandes beneficios al incorporar dinámicas de aprendizaje entorno al impacto que genera el uso de tecnologías en la educación, generando una mayor aceptación para el alumnado en el uso de dispositivos móviles (Rohizan et al., 2020).

La educación inclusiva

La educación inclusiva refiere a la capacidad de responder con equidad a todo el alumnado, acogiendo a todos ellos sin importar de sus necesidades educativas, reconociendo y haciéndolos

partícipes dentro del ámbito educativo, así como la intervención de nuevas estrategias adaptadas para cada contexto (Echeita Sarrionandia, 2017).

Los principios fundamentales de la educación inclusiva son (Solis del Moral & Tinajero Villavicencio, 2022):

- Equidad y justicia. Ha de asegurar que todos los estudiantes reciban las oportunidades y recursos necesarios para su desarrollo académico y personal.
- Diversidad como valor. Reconocer y apreciar las diferencias individuales como enriquecedoras para el proceso educativo.
- Participación activa. Fomentar la implicación de todos los estudiantes en las actividades escolares y comunitarias.
- Entornos accesibles. Adaptar infraestructuras, materiales y metodologías para que sean accesibles y relevantes para todos.

La educación matemática inclusiva

Por su parte la educación matemática inclusiva es aquel tipo de educación en que esta ciencia es accesible y comprensible para todo el mundo (Alsina & Planas, 2008). Siendo un enfoque pedagógico que busca garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus habilidades, discapacidades o antecedentes culturales, tengan acceso equitativo al aprendizaje de las matemáticas. Este enfoque reconoce la diversidad en el aula y adapta las estrategias de enseñanza para atender las necesidades individuales, promoviendo la participación activa y significativa de cada alumno en el proceso educativo (Uribe et al., 2022).

Implementar la educación matemática inclusiva implica varios desafíos. Entre ellos se encuentran la necesidad de formación docente especializada, la adaptación de materiales y recursos didácticos, y la creación de entornos de aprendizaje que fomenten la participación de todos los estudiantes. Además, es esencial promover una cultura escolar que valore la diversidad y la equidad, asegurando que las políticas educativas respalden prácticas inclusivas (Bakker et al., 2023).

Países como Alemania, Brasil, Finlandia, Canadá, Brasil, España y Japón han usado diversas herramientas para la inclusión matemáticas, algunas de estas son (Uribe Dorantes & Méndez Ojeda, 2023):

- Incorporación de recursos visuales y manipulativos para explicar conceptos abstractos.
- Uso de tecnologías y aprendizaje colaborativo para facilitar conceptos abstractos.
- Adaptación de contenido y currículos.
- Tutorías entre pares para reforzar confianza y rendimiento.
- Proyectos interdisciplinarios para reducir la ansiedad matemática.
- Recursos táctiles para la integración a estudiantes con discapacidades.
- Diseñar actividades que fomenten la colaboración entre estudiantes, lo que permite integrar a quienes tienen necesidades educativas especiales.
- Implementar tecnologías asistidas, como aplicaciones interactivas, para reforzar el aprendizaje matemático.

- Mejora en la formación docente continua para garantizar que los profesores comprendan las estrategias inclusivas y puedan aplicarlas en contextos diversos.

Tecnología educativa

La tecnología educativa se puede definir como el conjunto de conocimientos, aplicaciones y herramientas que dan lugar al aprendizaje a través del uso de tecnología y a la solución de problemas educativos mediante el uso de esta (Castañeda et al., 2020).

Además, el uso de tecnología educativa ha ido en aumento en los últimos años, especialmente a partir de la pandemia originada por la COVID-19. Sin embargo, esta ciencia ya había marcado el nacimiento de una nueva era en la educación, donde por medio de los avances en la tecnología el docente experimentaba cambios en la estructura de enseñanza, desde el uso de herramientas tecnológicas para el proceso del aprendizaje y nuevas metodologías de evaluación (Colorado-Aguilar & Edel-Navarro, 2015).

Diversos investigadores proponen el uso de tecnología educativa para atender las dificultades del aprendizaje mediante el uso de programas educativos, aplicaciones móviles, plataformas educativas y juegos digitales. Mientras que en varios casos ya se cuenta con experiencias positivas de la intervención de la tecnología educativa (Mejía Salazar, 2020). Sin embargo, también cabe recalcar lo fundamental que es la intervención del maestro como acompañante en el uso de herramientas tecnológicas.

Por su parte Robert Connor Chick reconoce la importancia del uso de Tecnología educativa proponiendo soluciones innovadoras, como el modelo de aula invertida, preguntas de práctica en

línea, teleconferencias, simulación de procedimientos y el uso de bibliotecas digitales (Chick et al., 2020).

Sir John Daniel sugiere hacer preparativos con cada sistema educativo, definir necesidades de los estudiantes a diferentes niveles y por etapas, reconocer la importancia de dar tranquilidad para estudiantes y padres, reacomodar los enfoques simples para el aprendizaje remoto mediante herramientas tecnológicas y la reestructuración de planes de estudio con base a las necesidades específicas de cada sector (Daniel, 2020).

Por su parte, Cabero y Ruiz afirman que la solución radica en la incorporación de las TIC, siendo estas la clave de una inclusión social y digital, donde los sistemas educativos deben dotar de tecnologías a docentes y alumnos (Almenara et al., 2018).

Sophia añade la importancia de la cultura digital, donde la principal importancia es incluir tecnologías y políticas de inclusión en el currículo educativo y siendo está el centro del aprendizaje (Sophia et al., 2017).

Hernández, en su estudio hecho en Ecuador, manifiesta lo importante que es capacitar a los docentes para el uso de Tecnología educativa con el objetivo de promover prácticas y estrategias innovadoras en el aula (Hernandez, 2017).

Gros y Eva Durall, por su parte, comenta lo importante que es tener un diseño participativo donde se involucren docentes y alumnos para el diseño de tecnologías que propicien la generación de conocimiento, dando lugar a que el alumno forme parte de la creación de contenidos que crean

necesarios para su desarrollo. Cabe recalcar que esta metodología se dispone para alumnos de educación media superior (Gros & Durall, 2020).

Se hace evidente, entonces, que la Tecnología educativa juega un papel importante en la educación actual. Podemos decir que estamos en el auge de la Tecnología educativa, donde es necesario adaptar la educación al uso de diversas aplicaciones digitales. Según Paz Prendes Espinosa, la Tecnología educativa puede ser vista como un espacio para la docencia, como un espacio para la innovación y como un espacio para la investigación (Prendes Espinosa, 2018).

Plataformas educativas

Las plataformas educativas hacen uso pedagógico de los instrumentos, métodos, técnicas, procesos y medios que genera la tecnología para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, además, proporciona un enfoque sistemático para organizar, comprender y manejar las múltiples variables de este proceso (Vidal Ledo et al., 2009).

Asimismo, algunas plataformas educativas crean un entorno virtual de aprendizaje que permite la construcción de conocimiento mediante las siguientes técnicas centradas en la individualización de la enseñanza (Delgado Fernández & Solano González, 2009):

- Recuperación de información, la cual permita recopilar la información del alumnado, sus fortalezas y áreas de oportunidad para un mejor seguimiento académico.

- Trabajo con materiales multimedia interactivos, la cual consiste en el trabajo autónomo en tutoriales, juegos educativos, actividades prácticas cuya finalidad es la ejercitación del pensamiento crítico y creativo.
- Contratos de aprendizaje, es la técnica que permite elaborar un temario adaptado a las necesidades educativas individuales.
- Prácticas, es el conjunto de prácticas estandarizadas y supervisadas por el docente.

Aun con esto, cabe destacar el papel que juega el docente como un facilitador y orientador para el alumnado, posibilitándole la interacción con las herramientas tecnológicas y la construcción de conocimiento mediante generación de espacios para la comunicación, facilitador de contenidos y adaptador de aprendizajes (Silva Quiroz, 2010).

Teoría de modificabilidad estructural cognitiva

La teoría de modificabilidad estructural cognitiva (MEC) propuesta por Reuven Feuerstein postula que cualquier individuo tiene la capacidad de mejorar su capacidad intelectual, aprender y aprender a aprender si tiene contacto con experiencias del aprendizaje mediado (EAM). Siendo estas experiencias el principal factor de modificabilidad cognitiva, dando una responsabilidad al educador y al ambiente educativo que se genera para estas experiencias.

Dicha teoría defiende tres grandes ideas (Parada-Trujillo & Avendaño C., 2013):

- El ser humano es el resultado de un proceso de evolución biológico y del entorno socio cultural que lo rodea

- El comportamiento es un estado originado por medio del nivel de pensamiento de cada individuo
- La concepción neurocientífica del cerebro humano como un ente flexible y dinámico.

Asimismo, para la teoría de la MEC la inteligencia es la potencialidad que tiene el individuo para realizar una adaptabilidad hacia problemas concretos, otorgando flexibilidad y plasticidad al cambio, además es un proceso dinámico y modificable el cual no puede ser medido mediante pruebas de coeficiente intelectual si ni por evaluaciones constantes, dinámicas y nuevas (Parada-Trujillo & Avendaño C., 2013). Para que la inteligencia sea modificable sugiere el uso de experiencias de aprendizaje mediado (EAM).

Algunos autores reconocidos en el campo de la pedagogía apoyan la premisa de que el aprendizaje se da a partir de la acción sobre los objetos y experiencias orientadas a la enseñanza, entre estos están (Alsina & Planas, 2008):

- Montessori establece que el niño tiene la inteligencia en sus manos y que es capaz de llegar a su óptimo potencial
- Piaget establece que durante la infancia es el periodo más importante para desarrollar inteligencias en general mediante la realización de acciones con materiales concretos para la construcción de aprendizajes
- Estellella promueve el conocimiento matemático mediante actividades basadas en objetos de uso cotidiano, así como la experimentación, resolución de problemas y

construcción de modelos con el objetivo de dar paso de la manipulación a la abstracción.

- Decroly afirma que para despertar el interés de los aprendices es necesario optar por la observación de la naturaleza y la manipulación de esta.
- Freudenthal afirma que las matemáticas sólo se podrían entender a partir de la resolución de problemas cotidianos.
- Freinet define que los aprendizajes matemáticos se dan mediante las experiencias propias defendiendo la conexión de los conocimientos matemáticos con el entorno.
- Zoltán Dienes demuestra que para enseñar estructuras matemáticas se debe utilizar materiales que permitan la interacción de conceptos con la realidad.
- Mialaret destaca la importancia de la acción en el proceso de enseñanza
- Spencer descubre que lo que el alumno aprende mediante la observación y manipulación queda mejor aprendido.

Por su parte la experiencia de aprendizaje mediado (EAM) tiene como objetivo la interacción entre un individuo con su medio ambiente o ambiente de aprendizaje como se puede evidenciar en la figura 3, tomando como piezas clave la exposición directa a los estímulos mediante experiencias correspondientes al modelo conductista y la mediación en la interacción entre ambiente y sujeto, papel que suele ser del maestro y en quien recae una gran responsabilidad (AVENDAÑO C, 2013).

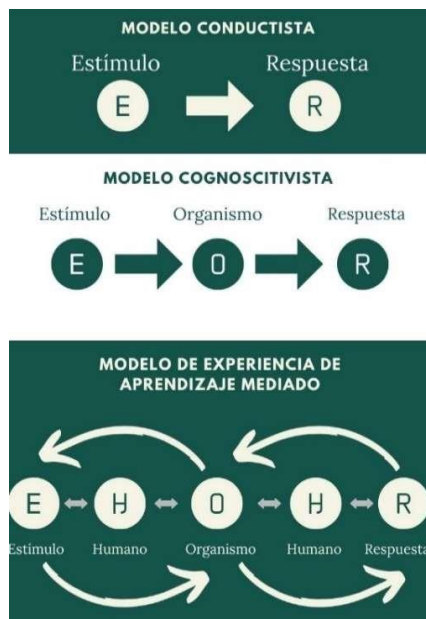
Aunque es cierto que los principios de la reforma educativa en curso centran la educación en el alumno siendo este el principal actor de la educación, la teoría de Reuven Feuerstein no

contrapone lo anterior, solo propone que al rol del docente debe ser el de guiar y ofrecer experiencias de aprendizaje mediado útiles, teniendo la responsabilidad de hacer todo lo adecuado para descubrir, activar y desarrollar la inteligencia de cada uno de sus alumnos en particular.

El aprendizaje, por tanto, se produce cuando hay una exposición de estímulos provenientes del medio sobre el alumno, mientras que en el modelo conductista y tradicional el estímulo era directo sin involucrar a algún mediador. En el modelo de Piaget existe una acción entre el sujeto entre estímulo y el sujeto del aprendizaje, pero no existe una retroalimentación continua. Mientras que el caso del modelo de experiencias de aprendizaje mediado existe la interacción de un mediador, el estímulo y la respuesta que, del estudiante, con el objetivo de hacer un proceso de retroalimentación continua y de mediación entre el estímulo y el estudiante, originado la modificabilidad cognitiva (AVENDAÑO C, 2013).

Figura 3

Aprendizaje mediado



Nota. Elaboración propia.

Además, la teoría reconoce dos tipos de factores que influyen en el desarrollo cognitivo (Corvalán, 2018):

- Causas distales, relacionadas con los factores genéticos, orgánicos, ambientales y madurativos.
- Causas proximales, entiende al contexto y condiciones del ambiente de aprendizaje del alumno.

Al reconocer estos dos factores en el ambiente de aprendizaje se puede llegar a tener una experiencia de aprendizaje mediado particular para cada individuo, siendo esta el fundamento teórico para el cual la plataforma educativa que se utilizará en esta investigación tendrá actividades específicas que dependen del nivel de discalculia del alumno.

Aunado a esto, la teoría MEC también reconocer criterios que debe contar el aprendizaje mediado, como lo son (AVENDAÑO C, 2013):

- La mediación de la intencionalidad, la cual refiere al esfuerzo intencional para generar curiosidad y sensibilidad ante ciertos estímulos.
- La reciprocidad, la cual toma en cuenta que ciertos comportamientos influyen de manera positiva en los alumnos, reforzando la autoestima y constituyen un agente de cambio.
- Mediación del significado, implica asegurar que el estímulo mediado será realmente experimentado por el alumno.
- Mediación de la trascendencia, recae en explicar que la interacción del alumno con el aprendizaje mediado debe ser trascendente siendo capaz de trasladar el conocimiento a nuevas situaciones.

Capítulo 3. Contexto de la inclusión educativa en México

Antecedentes

En nuestro país, el proceso de educación inclusiva inició en 1993 con la incorporación del término integración educativa. Este proceso fue resultado de un acuerdo legal entre el sindicato de maestros y la Secretaría de Educación Pública (SEP). Destacaba en el acuerdo que se incluían el término educación inclusiva como parte de los quehaceres de las escuelas. Sin embargo, fue hasta el año 1997 que se puso en marcha el Proyecto Nacional de Integración Educativa (PNIE), contando con 22 estados participantes en dicho proyecto.

Más adelante, en el 2002, se creó el Programa Nacional de Fortalecimiento de la Educación Especial y de la Integración Educativa (PNFEEIE), que tenía como objetivo dar lineamientos técnicos para la promoción de evaluaciones, implementación de estrategias y vinculación de los equipos estatales. Sin embargo, en el año 2013, la SEP dispuso la integración de diversos programas que favorecían a la inclusión de niños indígenas, migrantes, con discapacidad, con capacidades y aptitudes sobresalientes, entre otros, al Programa Nacional para la Inclusión y la Equidad Educativa (PNIEE), donde ya incluían el término inclusión educativa y pretendían seguir este objetivo.

En el 2016 se crearon escuelas que contaban con el apoyo de alguna unidad de educación especial, llamadas Unidades de Servicio de Apoyo a la Educación Regular (USAER) y escuelas especiales llamadas Centro de Atención Múltiple (CAM) (García Cedillo, 2018). Actualmente, en la nueva reforma educativa se implementa la Nueva Escuela Mexicana, donde el primero de los

seis objetivos prioritarios enmarcan; “Garantizar el derecho de la población en México a una educación equitativa, inclusiva, intercultural e integral” (SEGOB, 2020, p.194).

Sin embargo, a pesar de reconocer como primer objetivo la necesidad de la inclusión educativa solo se ha visto un programa llamado Centro de Inclusión Digital el cual se discontinuó debido al cierre parcial de clases presenciales. Además de este programa, no se han visto más programas, estrategias o acciones puntuales para dar seguimiento a esta problemática. Todo esto debido a que la pandemia originada por la COVID-19 generó el paro total de la creación de diversos programas de apoyo, debido al replanteo de nuevas problemáticas en el país. Ante esto, México se encuentra en la posición 100 en el ranking mundial de educación de calidad.

Problemas en el contexto de la educación en México

Recordando que la educación inclusiva matemática busca garantizar que todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades o condiciones, puedan acceder a una educación de calidad. Sin embargo, esta aspiración enfrenta desafíos significativos, especialmente para estudiantes con trastornos del aprendizaje como dislexia, discalculia o Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). La insuficiencia de infraestructura escolar en México, combinada con la falta de recursos adaptados, afecta directamente la posibilidad de incluir de manera efectiva a estos estudiantes en el aprendizaje matemático.

Particularmente, los estudiantes con trastornos del aprendizaje enfrentan barreras adicionales cuando las escuelas no cuentan con infraestructura adecuada, como laboratorios interactivos, software especializado o mobiliario accesible que fomente la participación activa.

Esto no solo impide que desarrollen habilidades matemáticas esenciales, sino que también afecta su autoestima y su percepción de las matemáticas como una disciplina accesible y significativa, los puntos principales se pueden dividir en (Miranda López, 2018):

- Condiciones generales de la infraestructura educativa. En México y otros países de América Latina, las escuelas enfrentan carencias significativas en infraestructura básica, como aulas adecuadas, acceso a servicios de agua potable, electricidad, sanitarios funcionales y espacios recreativos. Estas deficiencias son más pronunciadas en comunidades rurales y marginadas, perpetuando desigualdades educativas (Torres Landa López, 2010).
- Impacto en el aprendizaje. La insuficiencia de infraestructura escolar no solo afecta la comodidad y seguridad de los estudiantes, sino que también tiene un impacto directo en el aprendizaje. La falta de instalaciones adecuadas limita la capacidad de los docentes para implementar estrategias pedagógicas efectivas, especialmente aquellas que requieren recursos tecnológicos o laboratorios especializados. Además, influye negativamente en el bienestar socioemocional de los estudiantes, reduciendo su motivación y desempeño académico (Miranda López & Miranda López, 1978).
- Brechas de equidad. Los estudios destacan cómo las deficiencias en infraestructura educativa agravan las desigualdades entre regiones urbanas y rurales, así como entre diferentes grupos socioeconómicos. En México, las escuelas rurales tienen

menos acceso a instalaciones adecuadas en comparación con las urbanas, lo que perpetúa las brechas de equidad educativa (Mujica-Stach & IMujica-Stach, 2001).

La tecnología educativa como propuesta de solución para la inclusión educativa

Por lo descrito anteriormente, diversos autores han visto la necesidad de buscar soluciones y herramientas útiles que aborden las problemáticas actuales. Algunas de las propuestas más significativas se enumeran a continuación:

Sir John Daniel sugiere hacer preparativos con cada sistema educativo, definir necesidades de los estudiantes a diferentes niveles y por etapas, reconocer la importancia de dar tranquilidad para estudiantes y padres, reacomodar los enfoques simples para el aprendizaje remoto mediante herramientas tecnológicas y la reestructuración de planes de estudio con base a las necesidades específicas de cada sector (Daniel, 2020).

Robert Connor Chick reconoce la importancia del uso de Tecnología educativa proponiendo soluciones innovadoras, como el modelo de aula invertida, preguntas de practica en línea, teleconferencias, simulación de procedimientos y el uso de bibliotecas digitales (Chick et al., 2020).

Crawfor J., por su parte, estudia cómo abordaron las instituciones educativas dicha problemáticas, encontrando que en la mayoría de los países en vías de crecimiento existió una falta de respuesta oportuna originando el cierre parcial de la mayoría de sus instituciones educativas y el traslado a educación a distancia en algunas otras. En países desarrollados pudo evidenciar la

rápida remodelación del plan de estudios y el traslado inmediato a modalidades virtuales y clases asincrónicas (Crawford et al., 2020).

En otro contexto, Aras Bozkurt investigó los alcances que ha tenido la pandemia en la educación en, al menos, 35 países donde se puede evidenciar la injusticia social, la inequidad y la brecha digital existentes en la educación inicial. Además, señala otro aspecto importante, que es la presencia de traumas, presión psicológica y ansiedad en diversos grados, lo que requiere una pedagogía de cuidado, afecto y empatía (Bozkurt, A., Jung et al., 2020).

Por su parte, Cabero y Ruiz afirman que la solución radica en la incorporación de las TIC, siendo estas la clave de una inclusión social y digital, donde los sistemas educativos deben dotar de tecnologías a docentes y alumnos (Almenara et al., 2018).

Sophia añade la importancia de la cultura digital, donde la principal importancia es incluir tecnologías y políticas de inclusión en el currículo educativo y siendo esta el centro del aprendizaje (Sophia et al., 2017).

Hernández, en su estudio hecho en Ecuador, manifiesta lo importante que es capacitar a los docentes para el uso de Tecnología educativa con el objetivo de promover prácticas y estrategias innovadoras en el aula (Hernandez, 2017).

Gros y Eva Durall, por su parte, comenta lo importante que es tener un diseño participativo donde se involucren docentes y alumnos para el diseño de tecnologías que propicien la generación de conocimiento, dando lugar a que el alumno forme parte de la creación de contenidos que crean

necesarios para su desarrollo. Cabe recalcar que esta metodología se dispone para alumnos de educación media superior (Gros & Durall, 2020).

Se hace evidente, entonces, que la Tecnología educativa juega un papel importante en la educación actual. Podemos decir que estamos en el auge de la Tecnología educativa, donde es necesario adaptar la educación al uso de diversas aplicaciones digitales. Según Paz Prendes Espinosa, la Tecnología educativa puede ser vista como un espacio para la docencia, como un espacio para la innovación y como un espacio para la investigación (Prendes Espinosa, 2018).

Capítulo 4. Desarrollo de la plataforma web discalculiaclub.com

Definición de una plataforma web educativa

Una plataforma web educativa constituye un entorno digital diseñado específicamente para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Estas plataformas permiten la distribución organizada de contenidos, la realización de evaluaciones formativas, la interacción entre usuarios (docentes y estudiantes) y el seguimiento personalizado del progreso académico.

El propósito central de una plataforma web educativa es ofrecer experiencias de aprendizaje adaptativas, considerando las necesidades individuales de cada estudiante, favoreciendo tanto la autonomía como el desarrollo de competencias digitales (López Carreño, 2007).

Las plataformas educativas como sistemas de gestión de aprendizaje en línea que permiten estructurar, administrar y dinamizar la enseñanza a distancia, apoyándose en recursos digitales interactivos que enriquecen el proceso educativo. A través del análisis de la plataforma Educans, los autores destacan la importancia de integrar funcionalidades que promuevan la participación activa y la autonomía del alumnado en el nivel de secundaria (Aguaded Gómez & Fandos Igado, 2009).

Asimismo, las plataformas virtuales de enseñanza son entornos de interacción académica que no solo facilitan la transmisión de información, sino que propician comunidades de aprendizaje virtual mediante herramientas de comunicación, colaboración y evaluación. Según sus hallazgos, estos espacios digitales permiten construir redes de conocimiento más allá del aula

tradicional, ampliando las oportunidades formativas de los estudiantes universitarios (Becerra Traver & Vegas, 2015).

En contraste con las páginas web de propósito general, las plataformas educativas integran componentes pedagógicos estructurados y funcionalidades diseñadas para promover la participación activa, la retroalimentación inmediata y la construcción significativa del conocimiento.

Antecedentes de uso de páginas web en educación

En los últimos años, el uso de plataformas web en educación ha demostrado ser una estrategia eficaz para mejorar el aprendizaje, fomentar la interacción y atender necesidades específicas de los estudiantes. Diversos estudios académicos sustentan la efectividad de estas herramientas digitales en diferentes niveles educativos y áreas de conocimiento.

Uno de los ejemplos más destacados es el de la plataforma Moodle en el ámbito de la educación superior. La implementación de Moodle en universidades permitió mejorar significativamente la interacción entre estudiantes y docentes, además de personalizar la experiencia de aprendizaje. Los resultados presentados en la décima edición de la conferencia internacional TEEM mostraron que un 82% de los estudiantes consideraron que la plataforma facilitó su participación en actividades colaborativas, mientras que un 76% percibió una mayor autonomía en la gestión de su propio aprendizaje. Estas cifras reflejan el potencial de Moodle como un entorno que no solo distribuye contenidos, sino que también promueve la construcción activa del conocimiento mediante la interacción continua (García-Peñalvo, 2022).

Por otro lado, Edmodo es una plataforma digital que facilita la comunicación académica entre estudiantes y docentes, permitiendo la gestión de tareas, el intercambio de recursos educativos y la participación en comunidades de aprendizaje virtuales. Su estructura, basada en la dinámica de redes sociales, proporciona un entorno seguro e intuitivo para fortalecer la interacción y el aprendizaje colaborativo.

La implementación de Edmodo en el nivel de educación secundaria ha demostrado incrementar significativamente la motivación estudiantil, el compromiso académico y el rendimiento escolar. Se reportó un aumento del 15% en las calificaciones promedio de los estudiantes que utilizaron esta plataforma, en comparación con aquellos que no tuvieron acceso a herramientas digitales de apoyo. Asimismo, se observaron mayores niveles de satisfacción en la comunicación con los docentes, mejorando la resolución de dudas, el seguimiento de actividades y la interacción entre pares. Estos resultados reflejan la efectividad de integrar redes sociales educativas estructuradas como parte de los procesos formativos (Díaz-Noguera & Barragán-Sánchez, 2021).

Asimismo, Khan Academy es una plataforma educativa gratuita que ofrece recursos interactivos en matemáticas y otras áreas del conocimiento, diseñada para fortalecer el aprendizaje autónomo de los estudiantes. Su estructura modular y su sistema de retroalimentación inmediata permiten a los usuarios avanzar a su propio ritmo, consolidando conceptos fundamentales a través de ejercicios prácticos y explicaciones detalladas.

En el área de matemáticas, el uso intensivo de Khan Academy ha contribuido a una mejora del 20% en la comprensión de conceptos básicos de aritmética y álgebra. La disponibilidad abierta de contenidos y la posibilidad de recibir retroalimentación automática en cada ejercicio se identificaron como factores clave para promover el aprendizaje autónomo, especialmente en contextos de educación remota o modalidad mixta. Estos resultados confirman la efectividad de las plataformas digitales adaptativas para apoyar a estudiantes con rezago académico en matemáticas (Martínez-Abad & León, 2023).

Además de las aplicaciones móviles diseñadas para el fortalecimiento de habilidades numéricas, existen plataformas especializadas que ofrecen programas estructurados de intervención cognitiva para el tratamiento de la discalculia.

Entre ellas, destaca CogniFit, una plataforma que proporciona programas de entrenamiento cognitivo dirigidos a niños y adultos con dificultades específicas de aprendizaje. Sus ejercicios clínicos, presentados en formato de juegos automatizados, están diseñados para estimular las redes neuronales relacionadas con el procesamiento numérico. A través de actividades adaptativas, CogniFit favorece el desarrollo de nuevas estrategias cerebrales, permitiendo a los usuarios mejorar la resolución de problemas matemáticos de manera más eficiente.

Otra herramienta relevante es NeuronUP Kids, una plataforma que ofrece juegos de estimulación cognitiva interactivos, orientados al trabajo con diversos trastornos del aprendizaje, incluida la discalculia. Esta plataforma permite llevar a cabo intervenciones personalizadas tanto en el ámbito escolar como en el hogar, facilitando la continuidad del proceso de aprendizaje y

adaptándose a las necesidades específicas de cada estudiante. Su enfoque integral promueve la consolidación de habilidades cognitivas básicas, esenciales para el desempeño académico y el desarrollo personal.

Estas plataformas representan un complemento valioso para las estrategias educativas tradicionales, proporcionando alternativas innovadoras que refuerzan la inclusión y el apoyo a estudiantes con necesidades educativas especiales.

Construcción de una página web educativa

El diseño y construcción de una página web educativa implica la integración de múltiples componentes tecnológicos y pedagógicos orientados a crear un entorno de aprendizaje efectivo, accesible y seguro. Para su desarrollo, es fundamental considerar tanto los aspectos técnicos que garanticen el correcto funcionamiento de la plataforma, como los principios didácticos que aseguren su adecuación a las necesidades educativas de los usuarios.

Desde una perspectiva técnica, la construcción de una página web educativa requiere la utilización de lenguajes de programación especializados. El frontend, que corresponde a la interfaz visible con la que interactúan los usuarios, se desarrolla comúnmente mediante HTML (estructura de contenido), CSS (presentación visual) y JavaScript (interactividad dinámica) (Sommerville, 2011). Estos lenguajes permiten que la experiencia de navegación sea intuitiva, responsiva y accesible desde diferentes dispositivos tecnológicos.

En paralelo, el backend administra la lógica de servidor, el procesamiento de datos y la gestión de las bases de datos. Para ello, se emplean lenguajes como PHP, Python o Java,

combinados frecuentemente con frameworks de desarrollo que implementan el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), como CodeIgniter, Laravel o Django. Esta estructura modular favorece el mantenimiento del código, la escalabilidad del proyecto y la separación clara de responsabilidades dentro del sistema (Pressman, 2010).

La gestión de los datos generados por los usuarios, tales como registros, resultados de evaluaciones o interacciones en la plataforma, requiere la implementación de sistemas robustos de bases de datos, siendo MySQL y PostgreSQL algunas de las opciones más utilizadas. Estos sistemas permiten almacenar, consultar y proteger la información de manera eficiente, cumpliendo con los principios de seguridad y confidencialidad establecidos en normativas de protección de datos.

En cuanto al diseño pedagógico, las páginas web educativas deben ser construidas bajo criterios de usabilidad, accesibilidad y diseño centrado en el usuario. Los principios de usabilidad garantizan que los usuarios puedan interactuar fácilmente con la plataforma, minimizando la curva de aprendizaje y maximizando la eficiencia en el acceso a los contenidos. Asimismo, la accesibilidad digital, guiada por estándares como las Pautas de Accesibilidad para el Contenido Web (WCAG 2.1), asegura que estudiantes con diferentes capacidades físicas, cognitivas o sensoriales puedan utilizar la plataforma en condiciones de igualdad.

La seguridad constituye otro pilar esencial en el desarrollo de páginas web educativas. La implementación de protocolos de encriptación de datos, mecanismos de autenticación robusta y políticas claras de manejo de información personal son requisitos indispensables para resguardar

la integridad de los datos de los usuarios, especialmente cuando se trabaja con poblaciones vulnerables como niños o estudiantes con necesidades educativas especiales.

Finalmente, el éxito de una página web educativa no radica únicamente en su arquitectura técnica, sino también en su capacidad para adaptarse pedagógicamente a los diferentes estilos de aprendizaje, proporcionando entornos interactivos, actividades retroalimentadas y estrategias de gamificación que fomenten el compromiso activo del estudiante (Cabero-Almenara & Llorente-Cejudo, 2015).

Diseño y desarrollo de la plataforma DiscalculiaClub.com

El diseño y desarrollo de la plataforma DiscalculiaClub.com se estructuró en distintas fases de trabajo, en función de las necesidades que surgieron a lo largo de su evolución. La plataforma no fue concebida como un producto cerrado desde su inicio, sino que se fue adaptando progresivamente conforme surgían nuevos requerimientos técnicos y funcionales.

En la fase inicial del proyecto se optó por una metodología incremental, una estrategia basada en la clásica metodología en cascada, pero adaptada para permitir la incorporación gradual de cambios. Esta elección respondió a la necesidad de gestionar una alta variabilidad en los requerimientos iniciales, los cuales evolucionaban conforme avanzaban las pruebas y el análisis de funcionamiento. A medida que se identificaban nuevas necesidades, se añadían funcionalidades y se ajustaba la arquitectura, permitiendo así una construcción flexible y continua del sistema.

Posteriormente, conforme la plataforma alcanzó un nivel de madurez estructural más sólido y fue alojada en servidores estables, se adoptó una metodología ágil basada en SCRUM. Esta

metodología permitió organizar el trabajo en ciclos cortos de desarrollo (sprints), priorizando la implementación de nuevas funcionalidades específicas, tales como:

- Aplicaciones de diagnóstico en formato de cuestionarios estructurados.
- Aplicativos cognitivos interactivos, basados en actividades lúdicas y puntajes automatizados.

El uso de SCRUM facilitó una mejor adaptación a las necesidades emergentes, así como una respuesta rápida ante los cambios requeridos por la dinámica propia de la detección de dificultades específicas de aprendizaje.

Desde el punto de vista arquitectónico, el proyecto adoptó el patrón de diseño Modelo- Vista- Controlador (MVC), implementado a través del framework CodeIgniter 4 para PHP. Este patrón permitió una separación clara entre la lógica de negocio (modelo), la presentación de la información (vista) y la gestión de la interacción del usuario (controlador), favoreciendo así la escalabilidad, el mantenimiento del código y la expansión futura de módulos. Esta elección tecnológica fue clave para garantizar la estabilidad del sistema, la eficiencia en el procesamiento de datos y la facilidad de integrar nuevas aplicaciones dentro de la misma plataforma.

En conjunto, el proceso de diseño y desarrollo de DiscalculiaClub.com respondió a una estrategia técnica dinámica y adaptativa, que combinó metodologías tradicionales y ágiles, sustentada en principios de buenas prácticas en ingeniería de software y en la arquitectura modular flexible ofrecida por el patrón MVC.

Capítulo 5. Metodología

Tipo y enfoque de investigación

El presente estudio adopta un enfoque metodológico mixto, que combina técnicas cuantitativas y cualitativas para abordar de manera integral el fenómeno de la discalculia en estudiantes de nivel secundaria. Su propósito es diseñar y validar una metodología tecnológica para la detección del nivel y tipo de discalculia, con la finalidad de incidir positivamente en el desempeño matemático de los estudiantes y promover procesos de inclusión educativa.

La dimensión cuantitativa del estudio se concreta en la aplicación sistemática de dos instrumentos automatizados: la prueba DISC-A (autoevaluación para la detección de discalculia) y la prueba DISC-C (diagnóstico de discalculia por contenidos curriculares) así como en el registro de resultados obtenidos en juegos digitales diseñados para evaluar funciones cognitivas específicas (memoria, reflejos, comparación visual y cálculo mental). Estos datos permiten clasificar a los estudiantes según su nivel de riesgo y el tipo de discalculia, y facilitan el análisis estadístico de fiabilidad, frecuencia y patrones de desempeño.

Por su parte, la dimensión cualitativa se basa en el análisis de observaciones sistemáticas realizadas por docentes, psicólogos y pedagogos, quienes aportan información contextual sobre las conductas, emociones, actitudes y dificultades expresadas por los estudiantes durante el proceso de evaluación. Esta perspectiva complementa los datos numéricos, enriqueciendo la interpretación del diagnóstico y permitiendo una visión más amplia del perfil de cada alumno.

El diseño metodológico es de tipo aplicado, pues busca resolver una necesidad real del ámbito escolar, y transversal, dado que la recolección de datos se realiza en un único momento temporal, sin manipulación directa de variables. A su vez, el estudio se sustenta en el enfoque de la Investigación Basada en Diseño (IBD), el cual favorece el desarrollo, validación y mejora continua de herramientas educativas contextualizadas (Margalef-Ciurana & García-Tamarit, 2016).

Método de investigación

El presente estudio se desarrolló bajo el enfoque metodológico de la Investigación Basada en Diseño (IBD), también conocida como Design-Based Research, la cual se caracteriza por integrar la producción de conocimiento científico con la resolución práctica de problemas reales en contextos educativos. Esta metodología resulta especialmente adecuada para investigaciones que buscan diseñar, implementar y validar innovaciones tecnológicas aplicadas a la enseñanza y el aprendizaje (Lancheros Cuesta & Carrillo Ramos, 2012).

La IBD parte del reconocimiento de que las soluciones educativas no pueden desarrollarse al margen de las condiciones reales del aula, por lo que promueve la participación activa de los docentes, estudiantes y expertos en un proceso iterativo de diseño, aplicación, evaluación y mejora. A diferencia de otros enfoques más lineales, la IBD plantea una lógica cíclica en la que cada fase se retroalimenta y perfecciona a partir de la experiencia y los resultados obtenidos.

En el marco de esta tesis, la IBD permitió construir una herramienta digital para la detección de la discalculia en secundaria, basada en fundamentos psicopedagógicos,

neuropsicológicos y tecnológicos, y su validación en contextos reales. El proceso se desarrolló en cuatro fases principales, directamente alineadas con los objetivos específicos del estudio:

- Fase 1: Exploración y análisis del problema

Se identificó la necesidad de contar con instrumentos más específicos para detectar tipologías de discalculia, diferenciándola del simple rezago escolar. Esta fase incluyó la revisión de literatura, análisis de metodologías existentes y selección de variables clave.

- Fase 2: Diseño y desarrollo de instrumentos

Se elaboraron las pruebas DISC-A y DISC-C, así como una serie de juegos digitales que evalúan funciones cognitivas asociadas al aprendizaje matemático dentro de la página web; www.discalculiaclub.com. El diseño fue guiado por expertos en pedagogía, psicología y tecnología educativa.

- Fase 3: Aplicación y recolección de datos

Se aplicaron los instrumentos en diversas escuelas secundarias, bajo la supervisión de docentes y especialistas. Se recogieron datos cuantitativos y cualitativos para analizar el desempeño de los estudiantes, así como la pertinencia de los instrumentos.

- Fase 4: Evaluación, rediseño e intervención

A partir de los resultados obtenidos, se realizaron ajustes técnicos y pedagógicos a la herramienta. Se diseñaron propuestas de intervención individualizadas (pedagógicas y psicológicas) para los estudiantes detectados con discalculia, y se generaron informes accesibles para el personal docente.

Este enfoque permitió no solo evaluar la efectividad de la herramienta tecnológica desarrollada, sino también adaptarla de forma contextualizada, centrada en el estudiante y con proyección de mejora continua. La IBD, en este sentido, sirvió como marco metodológico integral para articular el diseño, la validación científica y la utilidad práctica del instrumento.

Población y muestra

La población objetivo de este estudio estuvo conformada por la totalidad de los estudiantes inscritos en seis escuelas secundarias públicas del estado de Querétaro, México, ubicadas en los municipios de Ezequiel Montes, Cadereyta, Tolimán, Colón y Bernal. Estas instituciones fueron seleccionadas por su viabilidad operativa, diversidad geográfica, disposición institucional y accesibilidad tecnológica, elementos clave para la aplicación digital de los instrumentos diseñados.

En total, participaron 4,690 estudiantes, distribuidos entre primero, segundo y tercer grado de secundaria. Debido a que se aplicaron las pruebas diagnósticas a la totalidad del alumnado en cada una de las escuelas seleccionadas, el diseño adoptado fue de tipo censal, permitiendo un análisis amplio, profundo y representativo dentro del contexto definido.

Las escuelas participantes fueron:

Escuela Secundaria General "Centenario 5 de Mayo" – Cadereyta de Montes, Qro.

Escuela Secundaria General "Encarnación Cabrera" – Santa María del Palmar, Cadereyta de Montes, Qro.

Escuela Secundaria General "Ezequiel Montes" – Ezequiel Montes, Qro.

Escuela Secundaria General "Teresa de Calcuta" – Ajuchitlán, Colón, Qro.

Escuela Secundaria General "Tollimani 1532" – San Miguel Tolimán, Qro.

Escuela Secundaria General "Villa Bernal" – Bernal, Ezequiel Montes, Qro.

La distribución del total de estudiantes por grado se hace evidente en la tabla 2:

Tabla 2

Distribución de estudiantes por escuela y grado escolar en nivel secundaria

Grado				
Escuela	Primero	Segundo	Tercero	Total
15 de mayo de 1867	336	211	259	806
Centenario 5 de mayo	433	377	364	1174
Encarnación cabrera	98	78	41	217
Ezequiel Montes	471	302	287	1060
Teresa de Calcuta	132	114	134	380
Tolimán	132	105	97	334
Bernal	165	360	194	719
Total	1767	1547	1376	4690

Nota: Elaboración propia.

Todos los estudiantes participaron voluntariamente, contando con el consentimiento informado de sus padres, madres o tutores legales, así como con la autorización institucional correspondiente. Se garantizó en todo momento la confidencialidad, el anonimato y el uso ético de la información recolectada, conforme a los principios establecidos por los marcos normativos

de investigación educativa, asimismo, se puede observar el permiso otorgado por la supervisora en turno en el anexo III.

Instrumentos

Cuestionario DISC-A (Autoevaluación para la detección de discalculia)

El primer instrumento utilizado en este estudio fue el cuestionario denominado DISC-A, diseñado específicamente para identificar si un estudiante presenta riesgo de discalculia o si, por el contrario, su dificultad se debe a un rezago académico general.

Este cuestionario consta de 40 preguntas de respuesta dicotómica (Sí / No), estructuradas con base en indicadores derivados de literatura científica sobre trastornos específicos del aprendizaje, dificultades matemáticas y características cognitivas observadas en casos diagnosticados con discalculia. El instrumento fue aplicado de forma digital, desde la página www.discalculiaclub.com y respondido directamente por los estudiantes.

De los 40 ítems, solo 22 preguntas están vinculadas a indicadores específicos de discalculia, y por lo tanto, solo esas suman un punto si el alumno responde "Sí". Las otras 18 preguntas están diseñadas para recolectar información contextual y para diferenciar entre rezago académico y trastorno específico del aprendizaje.

El instrumento se estructura en torno a dos dimensiones principales:

- Riesgo de discalculia, evaluado a través de preguntas relacionadas con la memoria matemática, razonamiento numérico, simbolización, procesamiento espacial y operaciones básicas.

- Rezago académico general, explorado mediante preguntas sobre hábitos de estudio, desempeño en otras asignaturas, condiciones emocionales, acceso a recursos educativos y consecuencias de la pandemia.

Sistema de puntuación total:

17 a 22 puntos → Riesgo alto de discalculia

11 a 16 puntos → Riesgo medio

1 a 10 puntos → Riesgo bajo

0 puntos → Indicios de bajo desempeño escolar, sin evidencias directas de discalculia

Esta estructura permite al instrumento distinguir con claridad entre un estudiante que ha experimentado dificultades escolares por falta de recursos, motivación o seguimiento y otro que presenta síntomas persistentes y específicos de discalculia. Esta distinción es clave, ya que muchos estudiantes con bajo rendimiento matemático pueden ser erróneamente diagnosticados con discalculia. El instrumento DISC-A busca evitar esta confusión inicial, proporcionando una primera clasificación diagnóstica útil para orientar las siguientes fases del proceso. El contenido completo del cuestionario DISC-A puede consultarse en el Anexo I.

Cuestionario DISC-C (Diagnóstico de Discalculia por Contenidos Curriculares)

El segundo instrumento aplicado en este estudio fue el DISC-C, cuyo propósito es identificar con mayor precisión el tipo de discalculia que puede presentar un estudiante, a partir de su desempeño en contenidos clave del currículo oficial de matemáticas para secundaria, evaluando dos dimensiones: aprendizajes esperados del plan de estudio de la SEP y tipología de discalculia.

A diferencia del DISC-A, que funciona como un tamiz inicial basado en autorreporte, el DISC-C se enfoca en evaluar la ejecución directa de tareas matemáticas reales.

Este instrumento se desarrolló con base en los aprendizajes esperados del plan de estudios de la SEP para secundaria, organizados en siete categorías fundamentales:

Número

Adición y Sustracción

Multiplicación y División

Proporcionalidad

Operaciones con fracciones

Representación simbólica y algebraica

Geometría, medidas y representación gráfica

Cada categoría contiene una serie de preguntas de opción múltiple, diseñadas específicamente para identificar patrones de error vinculados a una o más tipologías de discalculia.

Entre las tipologías consideradas se encuentran:

- Discalculia Practognóstica: dificultad en el manejo de cantidades físicas o concretas
- Discalculia Verbal y Léxica: problemas con el lenguaje numérico oral o escrito
- Discalculia Gráfica: dificultades para escribir o interpretar símbolos y procedimientos
- Discalculia Ideognóstica: alteraciones en el razonamiento abstracto y conceptual

Además de registrar si la respuesta es correcta o incorrecta, cada reactivo del DISC-C mide de manera automática el tiempo que el estudiante tarda en contestar, a través de la plataforma www.discalculiaclub.com. Esta variable es clave para el diagnóstico, ya que los estudiantes con discalculia tienden a presentar tiempos de respuesta significativamente más largos que el promedio, incluso en tareas matemáticas básicas. Esto se asocia con bloqueos cognitivos, dificultades para automatizar procesos numéricos y un mayor esfuerzo mental para resolver actividades que deberían haberse interiorizado en etapas previas del desarrollo escolar.

Asimismo, el DISC-C se aplica exclusivamente a estudiantes que obtuvieron un riesgo medio o alto en el DISC-A, y forma parte de la segunda fase del proceso diagnóstico. Su diseño permite vincular el contenido curricular evaluado con las posibles tipologías de discalculia, con base en los errores frecuentes y los tiempos de respuesta anómalos en cada categoría.

Por ejemplo, un bajo rendimiento constante en reactivos sobre proporcionalidad o multiplicación, acompañado de tiempos prolongados, puede indicar dificultades ideognósticas; mientras que errores recurrentes en la lectura o escritura de números podrían sugerir una discalculia de tipo léxico o verbal.

Los resultados de este instrumento se interpretan de forma integrada junto con los del DISC-A, los juegos digitales de procesamiento cognitivo y las observaciones realizadas por docentes, psicólogos y pedagogos participantes en el estudio. Para mayor detalle, en el Anexo II se presenta una tabla con la estructura del DISC-C, donde se especifican las preguntas utilizadas,

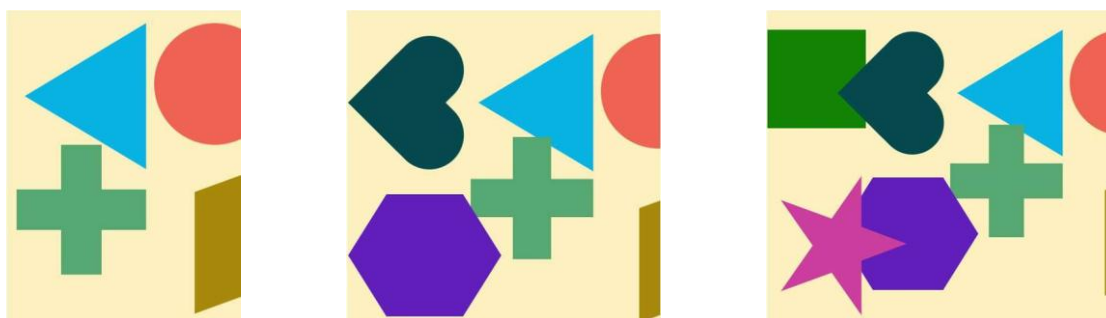
su vinculación con los aprendizajes esperados del currículo de secundaria, y la tipología de discalculia asociada a cada reactivo.

Juego de memorización

El juego digital de memorización aplicado en la plataforma DiscalculiaClub.com fue diseñado bajo un enfoque escalonado que permite medir la capacidad de memoria secuencial a través de tres niveles de dificultad creciente. En cada nivel, se muestra un conjunto de figuras geométricas (4, 6 u 8) como se evidencia en la figura 4, que se iluminan en una secuencia que el estudiante debe repetir en el orden exacto, tal como se puede ver en las siguientes imágenes.

Figura 4

Niveles del juego de memoria



Nota. Imagen tomada de *Discalculia Club* (2024). <https://www.discalculiaclub.com>.

Cada nivel consta de diez secuencias, y el estudiante debe completar todas para avanzar al siguiente nivel. El juego termina automáticamente al primer error, registrando el tiempo total invertido en la sesión y el nivel alcanzado, lo que permite estimar indirectamente la capacidad de memoria de trabajo visual y secuencial.

Este diseño permite diferenciar entre estudiantes que:

- Baja retención secuencial: alumnos que no lograron mantener secuencias estables ni superar el primer nivel del juego.
- Memoria funcional adecuada: alumnos que lograron completar parcialmente el primer nivel, evidenciando memoria operativa básica.
- Niveles superiores de memoria: alumnos que completaron satisfactoriamente el primer nivel e incluso avanzaron al tercer nivel, demostrando una memoria secuencial sólida.

Este tipo de dinámica ha sido destacada en investigaciones cognitivas como un marcador eficaz de dificultades en el aprendizaje matemático (Geary, 2011), ya que involucra componentes clave como memoria de trabajo, atención sostenida, procesamiento secuencial y control inhibitorio (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004).

Juego de reflejos

El segundo juego digital implementado como parte del diagnóstico integral fue el Juego de Reflejos, desarrollado en la plataforma www.discalculiaclub.com. Este instrumento fue diseñado con el propósito de evaluar, de manera sencilla y lúdica, la velocidad de reacción motriz y visual, así como la concentración sostenida durante periodos breves, habilidades clave dentro de los procesos atencionales vinculados al aprendizaje matemático.

La dinámica del juego se hace evidente en la figura 5 y consiste en hacer clic sobre un círculo verde que aparece y desaparece de forma aleatoria en distintas ubicaciones dentro de un recuadro en la pantalla. El estudiante debe detectar visualmente el estímulo y responder con rapidez, intentando realizar el mayor número de aciertos posibles en un intervalo total de 10 segundos. Cada clic exitoso es registrado y contabilizado automáticamente por el sistema, permitiendo obtener una medición precisa del tiempo de reacción, como se ve en la imagen.

Figura 5

Juego de reacción



Nota. Imagen tomada de *Discalculia Club* (2024). <https://www.discalculiaclub.com>

Una vez completado el ejercicio, el sistema clasifica el desempeño del alumno en tres niveles, que reflejan el grado de eficacia en su capacidad de reacción. Estos niveles permiten distinguir entre:

- Estudiantes que presentan baja capacidad de reacción, con dificultades para mantener la atención o responder ante estímulos visuales inmediatos.
- Estudiantes con una reacción funcional adecuada, que mantienen un rendimiento dentro de los rangos esperados para su edad y nivel académico.
- Estudiantes que exhiben reflejos rápidos y altamente eficientes, lo cual se asocia con una mejor capacidad de atención, procesamiento visual y coordinación ojo- mano.

Este tipo de prueba permite observar con claridad aspectos clave del funcionamiento atencional en contextos escolares, y aporta información relevante para el diseño de intervenciones diferenciadas, especialmente en alumnos con dificultades específicas de aprendizaje como la discalculia.

Juego de Conteo de Cantidades y Calculo Mental

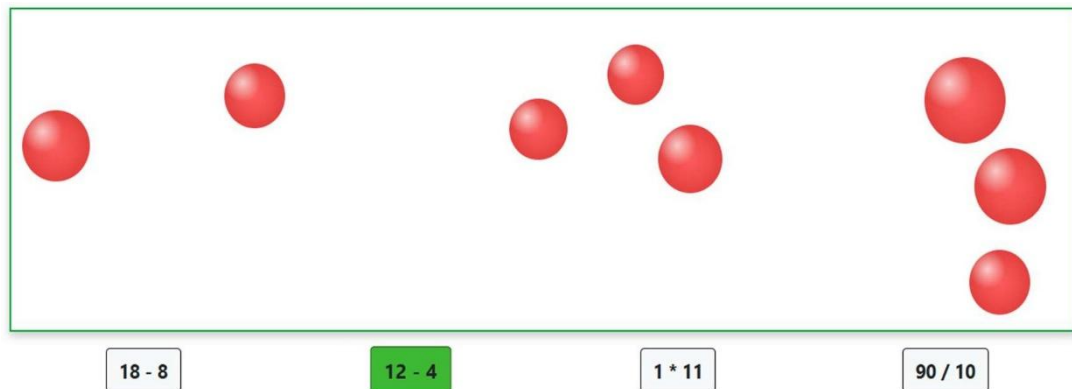
El Juego de Conteo y Cálculo Mental fue uno de los instrumentos digitales aplicados dentro de la plataforma www.discalculiaclub.com, diseñado específicamente para evaluar la capacidad del estudiante para contar objetos y relacionar esa cantidad con operaciones matemáticas básicas. A diferencia de actividades de comparación de cantidades, este juego requiere un conteo exacto seguido de un proceso de resolución mental de operaciones aritméticas.

En cada ronda del juego, el estudiante observa un conjunto de círculos distribuidos en pantalla. Su tarea consiste en contar cuántos objetos hay en total y luego seleccionar, entre varias opciones, la operación matemática cuya solución coincide exactamente con el número contado.

Las operaciones presentadas abarcan suma, resta, multiplicación, división, potencias y raíces, tal como se muestra en la figura 6.

Figura 6

Juego de conteo de cantidades y operaciones mentales



Nota. Imagen tomada de *Discalculia Club* (2024). <https://www.discalculiaclub.com>

Esta actividad pone a prueba no solo el reconocimiento numérico visual y la precisión en el conteo, sino también la capacidad para realizar cálculos mentales rápidos y abstraer relaciones simbólicas a partir de estímulos concretos. Es particularmente útil para detectar dificultades en estudiantes con discalculia practognóstica o ideognóstica, donde se observa una afectación en el procesamiento simbólico y visoespacial.

El juego está estructurado en 10 rondas consecutivas. Para fines de evaluación, se definieron tres niveles de desempeño en función del número de aciertos:

- Bajo; de 0 a 5 aciertos el cual indica problemas de conteo y cálculo mental, con una fuerte dificultad para asociar cantidades visuales con operaciones simbólicas.
- Medio; de 6 a 8 aciertos y determina el desempeño intermedio, sugiere que el estudiante posee habilidades parciales de razonamiento aritmético.
- Alto; de 9 o 10 aciertos y denota buen dominio del conteo y cálculo mental, con alta precisión en la resolución simbólica y buena asociación entre cantidad concreta y expresión numérica.

Este juego representa un recurso diagnóstico integral para identificar perfiles de estudiantes con dificultades en la estructuración del sentido numérico, proporcionando evidencia útil para el diseño de intervenciones pedagógicas diferenciadas.

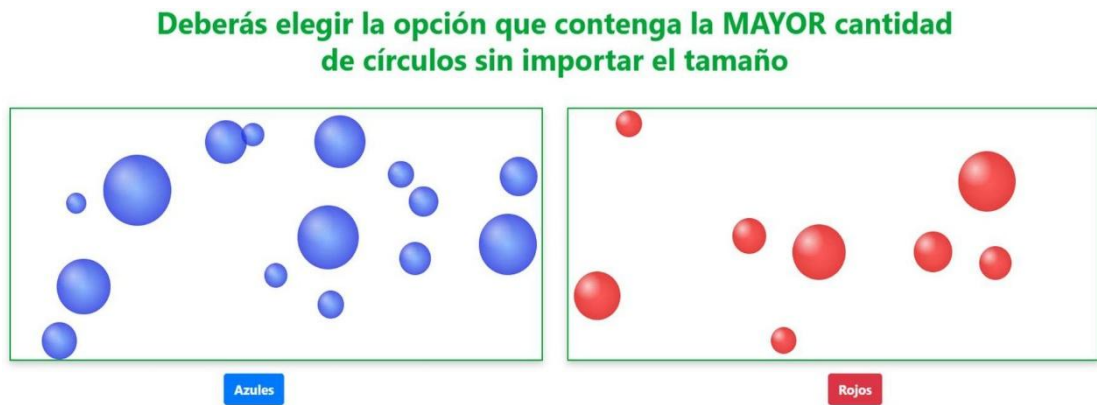
Juego de Comparación de Cantidades

Este juego tiene como finalidad evaluar la capacidad del estudiante para comparar cantidades presentadas de forma visual, sin dejarse influenciar por aspectos irrelevantes como el tamaño o color de los elementos. Fue aplicado a través de la plataforma www.discalculiaclub.com como parte de la evaluación digital integral.

En cada ejercicio, se presentan dos grupos de círculos en pantalla, con variaciones en tamaño y color. El estudiante debe seleccionar el grupo que contiene la mayor cantidad de círculos, sin importar las dimensiones visuales de los objetos. Este tipo de tarea pone a prueba la habilidad para realizar estimaciones rápidas, identificar patrones y abstraer el concepto de cantidad. En la figura 7 se observa a detalle el juego.

Figura 7

Juego de comparación de cantidades



Nota. Imagen tomada de *Discalculia Club* (2024). <https://www.discalculiaclub.com>

Cada estudiante debe resolver un total de 10 ejercicios, seleccionando en cada uno la opción que considere correcta. Con base en los resultados obtenidos, se clasifica el desempeño en tres niveles diagnósticos:

- Desempeño insuficiente (0 a 5 respuestas correctas): Baja proporción de aciertos y tiempos de respuesta prolongados, lo que sugiere dificultades importantes para comparar cantidades en contextos no simbólicos.
- Desempeño adecuado (6 a 8 respuestas correctas): Proporción moderada de respuestas correctas y tiempos de reacción dentro de parámetros funcionales. Refleja una capacidad aceptable para realizar comparaciones, aunque con posibles áreas de mejora.

- Desempeño sobresaliente (9 a 10 respuestas correctas): Alto porcentaje de aciertos acompañado de tiempos de respuesta rápidos, lo que indica una habilidad consolidada para abstraer y comparar cantidades de manera eficiente.

Además, esta actividad permite observar si el alumno se guía por el tamaño visual en lugar de la cantidad real, lo cual puede ser un indicio de procesamiento visoespacial inmaduro o de dificultades para abstraer el concepto de número en contextos no verbales.

Comentarios del docente

Como parte del enfoque cualitativo de la metodología, se incorporó un instrumento de observación docente accesible desde la plataforma www.discalculiaclub.com. Esta guía estructurada permite al profesor registrar aspectos conductuales, cognitivos y emocionales de sus estudiantes, con base en su experiencia diaria en el aula.

El sistema fue diseñado para que cada docente pueda acceder únicamente a sus grupos asignados, visualizar el listado de alumnos por grado y grupo, e ingresar observaciones individuales. La finalidad principal de esta herramienta es complementar el diagnóstico digital con el juicio profesional del maestro, quien puede identificar comportamientos o dificultades específicas no captadas directamente por las pruebas automatizadas.

La guía incluye indicadores como:

- Dificultades en el reconocimiento de números o símbolos matemáticos.
- Uso frecuente de apoyos visuales como los dedos para contar.
- Problemas para diferenciar izquierda y derecha o leer relojes.

- Frustración excesiva al resolver operaciones matemáticas.
- Dificultades en cálculo mental o razonamiento matemático.
- Diagnósticos previos (discalculia, dislexia, TDAH).
- Comportamientos emocionales como evasión, dispersión o autolesiones.

Los resultados de esta observación no se interpretan de forma aislada, sino como un insumo valioso para triangular los datos con las evaluaciones DISC-A, DISC-C, y los juegos digitales. Este cruce de información mejora la precisión del diagnóstico y refuerza el enfoque integral de la propuesta.

Intervención pedagógica y psicológica

Posterior a la aplicación de los instrumentos diagnósticos, los estudiantes clasificados con riesgo medio o alto de discalculia fueron canalizados para recibir una intervención más profunda, en dos niveles: pedagógico y psicológico. Esta etapa fue desarrollada únicamente con los estudiantes que, tras el análisis global, mostraron indicios consistentes de presentar una tipología de discalculia, excluyendo aquellos casos relacionados únicamente con rezago escolar.

Tanto la intervención pedagógica como la psicológica estuvieron a cargo de especialistas capacitados, quienes realizaron un seguimiento personalizado en función de los resultados obtenidos en las fases anteriores. La atención se centró exclusivamente en problemáticas relacionadas con el aprendizaje de las matemáticas.

Desde el enfoque pedagógico, se observaron múltiples manifestaciones de dificultades asociadas a la comprensión, procesamiento y ejecución de contenidos matemáticos. Estas fueron sistematizadas en las categorías de la tabla 3.

Tabla 3

Categorías de dificultades pedagógicas observadas en estudiantes con discalculia

Categoría			Descripción
Dificultades en el Entendimiento de Conceptos Básicos			Problemas para comprender conceptos matemáticos fundamentales como suma, resta, multiplicación y división.
Errores en Cálculos Simples			Frecuentes errores en operaciones aritméticas básicas, incluso con números pequeños.
Problemas con la Secuenciación			Dificultad para seguir pasos en un proceso matemático o para recordar la secuencia correcta de operaciones.
Dificultades con la Memoria de Trabajo			Problemas para retener información numérica en la memoria de trabajo mientras se realizan cálculos.
Confusión con Símbolos Matemáticos			Dificultad para reconocer y utilizar correctamente los símbolos matemáticos (por ejemplo, +, -, ×, ÷).
Problemas de Espacialidad y Organización			Dificultades para alinear números correctamente en operaciones de suma y resta, y problemas para organizar el trabajo matemático en la página.

Lentitud en la Realización de Tareas Matemáticas	Tiempo significativamente mayor para completar tareas matemáticas en comparación con sus compañeros.
Dependencia de Ayudas Visuales y Manipulativas	Necesidad constante de usar objetos físicos o ayudas visuales para comprender y resolver problemas matemáticos.

Nota: Elaboración propia.

En el componente psicológico, se detectaron patrones emocionales y conductuales vinculados con el rechazo, la frustración o el estrés hacia las matemáticas. Estos factores no solo afectan el rendimiento académico, sino también el bienestar integral del estudiante. En la tabla 4, se detallan las categorías más relevantes observadas:

Tabla 4

Categorías de dificultades psicológicas observadas en estudiantes con discalculia

Categoría	Descripción
Ansiedad Matemática	Sentimientos de ansiedad o miedo intenso al enfrentarse a tareas matemáticas.
Baja Autoestima	Baja confianza en sus habilidades matemáticas y en general, debido a repetidos fracasos y dificultades.
Frustración y Evitación	Tendencia a evitar tareas relacionadas con las matemáticas debido a la frustración y el estrés asociado con ellas.
Desmotivación	Falta de interés y motivación para aprender matemáticas, afectando su rendimiento general en la materia.

Problemas de Concentración	Dificultad para concentrarse en las tareas matemáticas debido a la ansiedad y el estrés.
Aislamiento Social	Sensación de aislamiento o exclusión de sus compañeros debido a sus dificultades académicas, afectando sus interacciones sociales.
Impacto en el Bienestar Emocional	Aumento de síntomas depresivos o de estrés emocional relacionados con las dificultades académicas continuas.
Dependencia de la Ayuda Externa	Necesidad constante de apoyo de maestros, tutores o padres para completar tareas matemáticas, afectando su independencia académica.

Nota: Elaboración propia.

Validación de los instrumentos

Con el objetivo de asegurar la calidad metodológica, claridad conceptual y pertinencia diagnóstica de los instrumentos utilizados en esta investigación —el cuestionario DISC-A, el diagnóstico DISC-C y los juegos digitales cognitivos— se llevó a cabo un proceso riguroso de validación basado en criterios pedagógicos, lingüísticos, psicológicos y estadísticos.

Validez de contenido y revisión por expertos

La validación fue realizada por un grupo de 51 especialistas, integrados por:

10 maestros en didáctica de las matemáticas

13 docentes de matemáticas de nivel secundaria

15 doctores en educación

7 pedagogos

5 psicólogos con especialidad en trastornos del aprendizaje

1 experto en estadística aplicada

Cada uno de los expertos evaluó criterios de claridad, coherencia, relevancia, viabilidad y alineación curricular de los reactivos, considerando tanto su pertinencia pedagógica como su capacidad para distinguir entre dificultades matemáticas propias de un rezago escolar y síntomas específicos de discalculia.

La valoración de los ítems se realizó utilizando una escala tipo Likert de 5 puntos, compuesta por las siguientes categorías:

- Totalmente en desacuerdo (1)
- En desacuerdo (2)
- Indiferente (3)
- De acuerdo (4)
- Totalmente de acuerdo (5)

El análisis de consistencia interna del cuestionario DISC-A (Autoevaluación para la detección de discalculia) se realizó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniendo un resultado de 0.953, lo cual indica una muy alta confiabilidad del cuestionario. Cabe señalar que esta validación fue realizada por 17 expertos, dado que este instrumento representó la primera iteración dentro del proceso metodológico basado en Investigación Basada en Diseño (IBD). Esta etapa inicial sirvió como base para el desarrollo posterior del resto de los instrumentos.

Por su parte, el cuestionario DISC-C (Diagnóstico de Discalculia por Contenidos Curriculares) fue validado por un total de 51 especialistas, incluyendo docentes de matemáticas, pedagogos, psicólogos y doctores en educación. En particular, los especialistas en didáctica de las matemáticas revisaron que cada reactivo estuviera alineado con los aprendizajes esperados establecidos por la SEP para nivel secundaria, y que además se vinculara directamente con alguna tipología de discalculia reconocida en la literatura.

En cuanto a su consistencia, el DISC-C obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach de 0.974, lo que evidencia un excelente nivel de coherencia entre los ítems evaluados. Este resultado respalda la confiabilidad y solidez diagnóstica del instrumento, al identificar con precisión diferentes tipologías de discalculia a partir del desempeño del estudiante frente a contenidos curriculares clave.

Las tablas completas del análisis de consistencia interna aplicadas a ambos instrumentos —DISC-A y DISC-C— se incluyen en el Anexo III de este documento. En la tabla 5 se presenta los resultados obtenidos para el coeficiente Alfa de Cronbach.

Tabla 5

Validación de instrumentos

Instrumento	Número de ítems	Alfa de Cronbach
DISC-A (Autoevaluación)	40	0.953
DISC-C (Diagnóstico por Contenidos Curriculares)	24	0.974

Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, la validación lingüística y redacción se realizó con apoyo de un especialista en lingüística, se llevó a cabo una revisión minuciosa del lenguaje empleado en los instrumentos, con el fin de asegurar:

- Claridad y comprensión para adolescentes de nivel secundaria
- Redacción neutral y libre de ambigüedades
- Uso correcto del lenguaje técnico-educativo sin dificultar la comprensión del estudiante

Esta revisión garantizó que los ítems no generaran confusión, fueran accesibles para toda la población escolar participante y reflejaran con fidelidad las habilidades cognitivas que se pretendía evaluar.

Aplicación

El procedimiento de aplicación se organizó en cuatro fases secuenciales, siguiendo el modelo de Investigación Basada en Diseño (IBD), y fue implementado en escuelas secundarias públicas del estado de Querétaro, México. El objetivo fue aplicar un diagnóstico integral de discalculia utilizando tecnología educativa desarrollada específicamente para este estudio.

- Fase 1: Aplicación del cuestionario DISC-A

Esta fase consistió en la autoevaluación por parte de los estudiantes a través del instrumento DISC-A, disponible en la plataforma www.discalculiaclub.com. Su propósito fue detectar el nivel

de riesgo de discalculia o bajo desempeño escolar, clasificando a los estudiantes en riesgo bajo, medio, alto o sin evidencia de discalculia.

- Fase 2: Aplicación del cuestionario DISC-C

Aquellos estudiantes clasificados con riesgo medio o alto pasaron a esta segunda fase, en la cual se aplicó el cuestionario DISC-C. Este instrumento evaluó el desempeño de los estudiantes en contenidos curriculares específicos de matemáticas, alineados a los aprendizajes esperados de la SEP, y permitió identificar la tipología de discalculia en cada caso.

- Fase 3: Aplicación de juegos digitales complementarios

Se utilizaron cuatro actividades digitales interactivas con fines diagnósticos complementarios:

- Juego de memoria visual
- Juego de reflejos
- Juego de conteo de cantidades y cálculo mental
- Juego de comparación de cantidades sin operaciones

En el caso específico del Juego de comparación de cantidades, se realizaron dos momentos clave de depuración de la muestra para identificar con mayor precisión a los estudiantes con posibles indicios de discalculia.

En primer lugar, antes de la aplicación del juego, se excluyeron de la prueba a aquellos estudiantes con perfiles cognitivos que, por sus características, no presentaban riesgo significativo. Este primer filtro eliminó a los estudiantes con memoria con niveles superiores, así como a

quienes, contando con memoria funcional adecuada, mostraban además un desempeño alto en capacidad de reacción. La exclusión de estos casos se fundamentó en la hipótesis de que sus habilidades cognitivas podrían compensar las dificultades propias de la discalculia, reduciendo la validez diagnóstica del instrumento para estos perfiles.

Posteriormente, una vez aplicado el juego y analizados los resultados, se realizó una segunda depuración. En esta etapa, se excluyó de los análisis posteriores a aquellos estudiantes que alcanzaron un desempeño sobresaliente en la comparación de cantidades, dado que su rendimiento evidenció un dominio consolidado en la abstracción del concepto de cantidad. Estos estudiantes, al no manifestar dificultades significativas en esta área, quedaron fuera de la muestra destinada al análisis cualitativo y a la triangulación con las observaciones docentes.

De esta manera, los juegos digitales, además de evaluar funciones cognitivas específicas como atención, memoria de trabajo, rapidez de procesamiento y habilidades de visualización numérica, sirvieron como herramienta clave para seleccionar únicamente a aquellos estudiantes con perfiles de riesgo real para las fases posteriores de observación e intervención pedagógica.

- Fase 4: Comentarios del docente e intervención psicopedagógica

En esta última fase, se incorporó la perspectiva cualitativa a través de la observación directa del desempeño académico y conductual de los estudiantes seleccionados. Para ello, se solicitó a los docentes responsables que completaran un cuestionario de observación específicamente diseñado para registrar las dificultades observadas en los alumnos con riesgo identificado de discalculia. Este instrumento permitió recolectar información detallada sobre aspectos como la

resolución de problemas matemáticos, la comprensión de instrucciones, la organización espacial en los trabajos escritos, entre otros indicadores relevantes para el diagnóstico.

De manera complementaria, los casos fueron revisados por un equipo de especialistas en pedagogía y psicología, quienes analizaron de forma integral los resultados obtenidos en las fases anteriores. Este análisis incluyó tanto los desempeños cuantitativos en los juegos digitales como las observaciones docentes. La finalidad de esta revisión fue detectar patrones consistentes de dificultad y determinar las necesidades particulares de intervención de cada estudiante.

A partir de este proceso, se identificaron aspectos clave que sirvieron de base para diseñar estrategias de intervención individualizadas. Dichas estrategias fueron orientadas a atender las tipologías específicas de discalculia detectadas, así como a favorecer el desarrollo de habilidades matemáticas básicas a través de apoyos psicopedagógicos adecuados al perfil de cada alumno.

Técnicas de análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante un enfoque mixto, integrando procedimientos cuantitativos y cualitativos con el propósito de garantizar una comprensión profunda, estructurada y contextualizada de los resultados obtenidos en las distintas fases del diagnóstico.

Análisis cuantitativo

Los datos obtenidos de los cuestionarios DISC-A y DISC-C, así como de los juegos digitales, fueron almacenados automáticamente en la plataforma web desarrollada en lenguaje PHP. Esta base de datos fue posteriormente depurada utilizando comandos estructurados en

lenguaje SQL para eliminar registros incompletos, respuestas duplicadas, o intentos fallidos por errores técnicos (como interrupciones del servidor o cierres prematuros del navegador).

Una vez depurada la base, se realizó lo siguiente:

- Cálculo de frecuencias y porcentajes para clasificar a los alumnos en riesgo bajo, medio, alto o sin evidencia de discalculia, tanto en el DISC-A como en el DISC-C.
- Cálculo de promedios, puntuaciones ponderadas y tiempos de respuesta en los juegos digitales (memoria, reflejos, comparación de cantidades y cálculo mental), para determinar patrones de desempeño que apoyaran la identificación de tipologías de discalculia.
- Construcción de tablas cruzadas por escuela, grado escolar y nivel de riesgo, con el objetivo de detectar distribuciones anómalas o concentraciones significativas de ciertos tipos de discalculia.

Análisis cualitativo

El componente cualitativo fue especialmente relevante en la interpretación pedagógica y emocional del fenómeno observado. Para ello:

Se sistematizaron los comentarios docentes, recogidos mediante el cuestionario específico al que accedieron en la misma plataforma. Estos fueron organizados en categorías predefinidas como: reconocimiento numérico, razonamiento matemático, frustración académica, dispersión en clase, y uso de estrategias compensatorias (uso de dedos, esquemas, ayuda externa, etc.).

Se procesaron las observaciones de los especialistas (psicólogo y pedagogo) mediante un análisis temático enfocado en: indicadores de ansiedad matemática, bloqueo cognitivo, dependencia del adulto, comprensión simbólica y organización espacio-numérica. Cada observación fue triangulada con los resultados de los test previos.

Además, se integraron criterios de validación de contenido provenientes de los expertos que participaron en la evaluación inicial de los instrumentos, lo cual permitió ajustar la interpretación de ciertos patrones de respuesta y reforzar la validez interna del análisis.

Ambos enfoques fueron triangulados para consolidar un modelo diagnóstico robusto, que considera no solo el desempeño observable en pruebas automatizadas, sino también los factores contextuales, pedagógicos y emocionales que inciden en la manifestación de la discalculia. Esta integración permitió una clasificación más precisa y una propuesta de intervención más ajustada a las necesidades reales de cada estudiante.

Capítulo 6. Resultados

Resultados de la primera iteración IBD

La presente investigación se estructuró bajo la metodología de Investigación Basada en Diseño (IBD), cuyo principio fundamental es la mejora continua a través de fases iterativas que permiten ajustar los instrumentos y estrategias a partir de la experiencia directa en contextos reales. En este sentido, la primera fase de iteración constituyó un momento crucial para el proyecto, ya que ofreció la primera aproximación diagnóstica para identificar estudiantes con discalculia y, al mismo tiempo, permitió detectar las áreas de oportunidad en el proceso evaluativo.

Esta fase inicial se llevó a cabo en la Escuela Secundaria “15 de mayo de 1867”, ubicada en el estado de Querétaro, donde se implementó por primera vez la plataforma digital desarrollada para el proyecto: www.discalculiaclub.com. A través de esta herramienta, se aplicaron de manera sistemática los instrumentos DISC-A (autoevaluación) y DISC-C (diagnóstico por contenidos curriculares).

La evaluación se aplicó a los tres grados de secundaria, con una muestra total de 806 estudiantes. A partir del análisis de los instrumentos aplicados, fue posible clasificar a los participantes según su nivel de riesgo de presentar discalculia. Los resultados preliminares revelan que un porcentaje significativo de estudiantes mostró indicios compatibles con este trastorno del aprendizaje, como se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6.

Resultados primera iteración IBD en escuela 15 de mayo de 1867

Grado	Primero	Segundo	Tercero
Alumnos	336	211	259
Alumnos con discalculia	51	39	42
Porcentaje	15%	18%	16%

Nota: Elaboración propia.

En términos generales, los resultados muestran que el 15% de los estudiantes de primer grado, el 18% de segundo y el 16% de tercero presentaron indicios compatibles con discalculia. Estos datos permiten establecer una línea base sobre la prevalencia del trastorno en esta población escolar y refuerzan la importancia de su detección temprana. La aplicación práctica de esta primera iteración permitió identificar varias áreas de mejora relevantes:

- Simplificación del lenguaje de los instrumentos DISC-A y DISC-C, ya que se observaron dificultades de comprensión en algunos estudiantes, lo que pudo afectar la validez de sus respuestas.
- Reestructuración del formato de observaciones docentes, sustituyendo el texto libre por categorías predeterminadas que facilitan el análisis sistemático de la información cualitativa.
- Incorporación de juegos digitales centrados en habilidades cognitivas clave, como memoria operativa y velocidad de reacción, los cuales ofrecieron evidencia complementaria sobre limitaciones en procesos básicos del pensamiento matemático.

- Ampliación de la evaluación hacia competencias aritméticas aplicadas, mediante el diseño de actividades específicas de cálculo mental y comparación de cantidades.

En síntesis, esta fase inicial fue fundamental no solo para identificar casos con riesgo de discalculia, sino también para rediseñar y fortalecer los instrumentos y estrategias diagnósticas. Estos aprendizajes fueron esenciales para consolidar un enfoque de intervención más integral, cuya implementación se llevó a cabo en la fase posterior del proyecto.

Resultados de la segunda iteración IBD

Durante esta segunda fase se implementaron los ajustes definidos en la iteración anterior, con el objetivo de mejorar la precisión diagnóstica y ampliar el alcance de la evaluación. Se incorporaron los juegos digitales de cálculo mental y comparación de cantidades, se estructuraron las observaciones docentes mediante categorías fijas integradas en la plataforma web, y se realizó un análisis más detallado segmentando a los estudiantes por tipologías específicas de discalculia. Además, se cruzaron los datos obtenidos de los instrumentos DISC-A y DISC-C, los juegos digitales y los indicadores cognitivos (memoria y reacción), con el fin de construir un perfil individualizado y más completo de cada alumno.

Resultados de la escuela secundaria general “Centenario 5 de mayo”

La Escuela Secundaria General “Centenario 5 de mayo” se ubica en Cadereyta de Montes, Querétaro, específicamente en la calle José María Morelos, en el Barrio San Gaspar. Es una institución pública con una plantilla de entre 51 y 100 empleados, registrada bajo la clave

22DES0003Z. La escuela ha sido reconocida por su compromiso con la educación y ha sido sede de eventos que promueven el bienestar emocional y académico de su comunidad estudiantil.

Resultados DISC-A

A través de la plataforma DiscalculiaClub.com, se aplicó el test DISC-A a un total de 1,174 estudiantes de primero, segundo y tercer grado de secundaria en esta institución. Este instrumento permite detectar niveles de desempeño en habilidades matemáticas básicas y categorizar a los estudiantes en niveles Bajo, Medio o Alto según su riesgo de presentar dificultades numéricas. Los resultados globales de la aplicación se muestran en la tabla 7.

Tabla 7

Resultados DISC-A

Grado	Riesgo			Total
	Bajo	Medio	Alto	
Primero	348	75	10	433
Segundo	271	88	18	377
Tercero	264	92	8	364
Total	883	255	36	1174

Nota: Elaboración propia.

Del total de estudiantes evaluados mediante el test DISC-A, se encontró:

El 75.2% (883 estudiantes) se ubicó en el nivel Bajo.

El 21.7% (255 estudiantes) se ubicó en el nivel Medio.

El 3.1% (36 estudiantes) se ubicó en el nivel Alto.

Aunque la mayoría de los estudiantes se clasificaron en el nivel Bajo, para efectos del análisis de riesgo se consideran prioritariamente los estudiantes en niveles Medio y Alto, por su mayor probabilidad de presentar discalculia o dificultades numéricas relevantes. Sumando ambos niveles, se detectó un total de 291 estudiantes en situación de riesgo, lo que representa un 24.8% de la población evaluada en esta escuela.

Resultados DISC-C

A partir de la aplicación del test DISC-C a los 291 estudiantes en riesgo detectados mediante el DISC-A, se identificó la presencia de diferentes tipologías de discalculia que afectan de manera diferenciada a los alumnos según su grado escolar, tal como se puede ver en la tabla 8.

Tabla 8.

Resultados DIS-C

Grado	Discalculia Practognóstica	Discalculia		
		Verbal y Léxica	Discalculia Gráfica	Discalculia Ideognóstica
Primero	29	13	10	33
Segundo	22	16	18	50
Tercero	35	12	9	44
Total	86	41	37	127

Nota: Elaboración propia.

Del total de casos evaluados:

- La discalculia ideognóstica fue la más frecuente, con 127 casos (43.6%).
- Le sigue la discalculia practognóstica, con 86 casos (29.5%).
- La discalculia verbal y léxica se presentó en 41 estudiantes (14.1%).
- La discalculia gráfica se identificó en 37 casos (12.7%).

Estas cifras sugieren que las mayores dificultades se relacionan con la comprensión conceptual de los números y operaciones (ideognóstica), así como con la manipulación concreta de cantidades y resolución práctica de problemas (practognóstica).

Resultados juegos de memoria

Con el propósito de profundizar en los perfiles cognitivos de los estudiantes identificados con discalculia, se realizó un cruce entre los resultados del test DISC-C y el desempeño obtenido en el juego de memorización. Este análisis permite observar cómo varía la capacidad de memoria según la tipología de discalculia detectada y el grado escolar del alumno tal como se puede ver en la tabla 9.

Tabla 9.

Resultados de memoria por tipo de discalculia

Grado	Discalculia Practognóstica		
	Memoria con baja retención	Memoria funcional adecuada	Memoria con niveles superiores
Primero	5	20	4

Segundo	5	17	0
Tercero	7	22	6
Total	17	59	10

Discalculia Verbal y Léxica

Grado	Memoria con baja retención	Memoria funcional adecuada	Memoria con niveles superiores
Primero	2	11	0
Segundo	3	9	4
Tercero	4	7	1
Total	9	27	5

Discalculia Gráfica

Grado	Memoria con baja retención	Memoria funcional adecuada	Memoria con niveles superiores
Primero	2	8	0
Segundo	4	11	3
Tercero	1	7	1
Total	7	26	4

Discalculia Ideognóstica

Grado	Memoria con baja retención	Memoria funcional adecuada	Memoria con niveles superiores
-------	-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

Primero	15	17	1
Segundo	20	26	4
Tercero	17	20	7
Total	52	63	12

Nota: Elaboración propia.

Respecto a la discalculia practognóstica, los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes (59 casos) presentan una memoria funcional adecuada, mientras que 17 estudiantes reportaron baja retención y 10 alcanzaron niveles superiores de memoria. Este patrón sugiere que, aunque los alumnos tienen buena capacidad para retener información, presentan dificultades en la manipulación concreta de cantidades o en la interacción con objetos reales, que es el núcleo de esta tipología.

En el caso de la discalculia verbal y léxica, también predomina la memoria funcional adecuada (27 estudiantes), seguida de un menor número de casos con baja retención (9) y memoria superior (5). Esto indica que, en esta tipología, los problemas no se derivan principalmente de fallas en la memoria, sino más bien de dificultades en el procesamiento verbal de los contenidos matemáticos, tales como la comprensión de enunciados o el lenguaje numérico.

Para la discalculia gráfica, se observa una tendencia similar, con 26 estudiantes ubicados en el nivel de memoria funcional adecuada, 7 en baja retención y 4 en niveles superiores. Estos resultados sugieren que la mayoría de los estudiantes tienen una capacidad de memoria adecuada,

pero sus principales dificultades se encuentran en la representación gráfica o visual de la información matemática, como la escritura de números, operaciones y diagramas.

Finalmente, la discalculia ideognóstica presenta un perfil distinto. Es en esta tipología donde se concentra el mayor número de estudiantes con memoria con baja retención (52 casos), a pesar de que también se reportan 63 casos con memoria funcional adecuada y 12 con niveles superiores. Estos resultados indican que la discalculia ideognóstica está más estrechamente vinculada a problemas de retención conceptual y razonamiento abstracto, reflejando una dificultad mayor en la comprensión y memorización de conceptos matemáticos no concretos.

En conjunto, los resultados muestran que en la mayoría de las tipologías de discalculia los estudiantes mantienen una memoria funcional adecuada, lo que implica que sus dificultades se centran más en aspectos específicos de cada tipo de discalculia que en un problema global de memoria. Sin embargo, en el caso de la discalculia ideognóstica, la alta proporción de estudiantes con baja retención destaca la necesidad de estrategias pedagógicas centradas en el fortalecimiento de la memoria conceptual y el razonamiento lógico.

Resultados juego de reacción

Como parte de los instrumentos digitales aplicados para el diagnóstico integral de la discalculia, se utilizó el juego de reflejos, desarrollado en la plataforma www.discalculiaclub.com. Este recurso evaluó la rapidez de reacción motriz y visual de los estudiantes frente a estímulos cambiantes. Esta actividad permite identificar posibles déficits atencionales y de procesamiento visomotor que pueden influir negativamente en el aprendizaje matemático.

Resultados asociados a la discalculia del tipo practognóstica

En el grupo de estudiantes con discalculia practognóstica (n=86), se analizaron los resultados obtenidos en el juego de reflejos. Esta actividad permitió identificar tres niveles de desempeño según la memoria funcional del estudiante: baja retención secuencial, memoria funcional adecuada y niveles superiores de memoria organizados en la tabla 10.

Tabla 10.

Resultados de la discalculia practognóstica, nivel de memoria y reacción

Discalculia Practognóstica			
Memoria con baja retención			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	4	1	0
Segundo	5	0	0
Tercero	5	2	0
Total	14	3	0

Memoria funcional adecuada			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	6	13	1
Segundo	8	9	0

Tercero	7	14	1
Total	21	36	2

Memoria con niveles superiores

Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	0	4	0
Segundo	0	0	0
Tercero	0	5	1
Total	0	9	1

Nota: Elaboración propia.

Los resultados del juego de reflejos en estudiantes con discalculia practognóstica muestran una relación clara entre el nivel de memoria funcional y la capacidad de respuesta ante estímulos. En el grupo con baja retención, predominó ampliamente la baja capacidad de reacción (14 de 17 casos), sin registros de reflejos rápidos, lo que sugiere una asociación directa entre escasa retención secuencial y lentitud en las respuestas.

En contraste, los estudiantes con memoria funcional adecuada mostraron una distribución más equilibrada: aunque persistieron casos con baja reacción (21), la mayoría alcanzó niveles funcionales (36) y algunos incluso lograron reflejos rápidos (2). Esto indica una mayor capacidad para gestionar estímulos visuales y motrices con eficacia.

Finalmente, en el grupo con niveles superiores de memoria, todos los estudiantes se ubicaron en los dos niveles más altos de desempeño (reacción funcional o reflejos rápidos), sin presencia de respuestas deficientes. Este perfil refuerza la relación positiva entre una memoria sólida y una mejor capacidad de atención y respuesta inmediata.

En conjunto, los datos evidencian que, a mayor nivel de memoria funcional, mejor desempeño en tareas de reacción, lo que subraya la necesidad de fortalecer estas habilidades en los procesos de intervención dirigidos a estudiantes con discalculia practognóstica.

Resultados asociados a la discalculia del tipo verbal y léxica

Los resultados del grupo de estudiantes diagnosticados con discalculia verbal y léxica están desglosados en la tabla 11.

Tabla 11

Resultados de la discalculia verbal y léxica, nivel de memoria y reacción

Discalculia Verbal y Léxica			
Memoria con baja retención			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	2	0	0
Segundo	2	1	0
Tercero	2	2	0
Total	6	3	0

Memoria funcional adecuada			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	5	5	1
Segundo	6	3	0
Tercero	5	2	0
Total	16	10	1

Memoria con niveles superiores			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	0	0	0
Segundo	3	0	0
Tercero	1	0	0
Total	4	0	0

Nota: Elaboración propia.

En el grupo con memoria con baja retención, predominó la baja capacidad de reacción, sin registros de reflejos rápidos. Esto sugiere que las dificultades en la retención verbal también afectan la velocidad de respuesta ante estímulos.

Los estudiantes con memoria funcional adecuada mostraron mayor variabilidad: aunque 16 presentaron baja reacción, 10 lograron un desempeño funcional y uno alcanzó reflejos rápidos.

Este perfil indica que, si bien persisten dificultades, algunos estudiantes con memoria estable pueden responder satisfactoriamente en tareas de reacción. En cambio, los estudiantes con niveles superiores de memoria no evidenciaron un desempeño destacado. Todos los casos se ubicaron en baja capacidad de reacción, sin registros en niveles altos, lo que podría indicar que, en esta tipología, las habilidades de retención no compensan las dificultades de procesamiento verbal que afectan la comprensión y respuesta ante estímulos.

En conjunto, los resultados reflejan que en la discalculia verbal y léxica la lentitud en la respuesta es frecuente, especialmente cuando existe baja retención. No obstante, los casos con memoria funcional muestran cierto potencial de mejora, lo que enfatiza la necesidad de intervenciones que refuercen tanto el procesamiento verbal como la agilidad en la respuesta motriz y visual.

Resultados asociados a la discalculia del tipo gráfica

En esta sección se presentan los resultados del juego de reflejos aplicados a estudiantes con discalculia gráfica, tipología asociada a dificultades en la representación visual y escrita de la información matemática. El objetivo fue observar el comportamiento de la capacidad de reacción motriz y visual según el nivel de memoria secuencial de los estudiantes. La muestra incluyó 37 casos, clasificados en tres niveles: baja retención, memoria funcional adecuada y niveles superiores. Los datos se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12

Resultados de la discalculia gráfica, nivel de memoria y reacción

Discalculia Gráfica			
Memoria con baja retención			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	2	0	0
Segundo	2	2	0
Tercero	1	0	0
Total	5	2	0
Memoria funcional adecuada			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	3	5	0
Segundo	2	8	1
Tercero	2	5	0
Total	7	18	1
Memoria con niveles superiores			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	0	0	0
Segundo	0	2	1

Tercero	0	1	0
Total	0	3	1

Nota: Elaboración propia.

En el grupo con memoria con baja retención, se observó un predominio claro de respuestas lentas ante estímulos: 5 de los 7 estudiantes mostraron baja capacidad de reacción y ninguno alcanzó reflejos rápidos. Esta tendencia sugiere que una memoria secuencial limitada impacta negativamente la agilidad para responder visual y motrizmente.

Entre los estudiantes con memoria funcional adecuada, el desempeño mejora de forma significativa. La mayoría (18 de 26) logró mantener una reacción funcional adecuada, y un caso alcanzó reflejos rápidos. Esto evidencia que, con una base de memoria estable, los estudiantes con discalculia gráfica pueden responder de forma más eficiente, incluso si conservan ciertas dificultades en la representación escrita.

En el grupo con niveles superiores de memoria, todos los casos se concentraron en los niveles de mayor desempeño: ninguno presentó baja capacidad de reacción, tres lograron respuestas funcionales y uno obtuvo reflejos rápidos. Este perfil confirma la tendencia ya observada en otras tipologías: a mayor desarrollo de la memoria, mayor eficiencia en la respuesta a estímulos.

En conjunto, los resultados refuerzan la correlación positiva entre el nivel de memoria secuencial y el desempeño en tareas de reacción. En el caso particular de la discalculia gráfica, fortalecer la memoria puede contribuir a compensar parcialmente las limitaciones en la

representación visual, mejorando así la fluidez y la precisión en la resolución de tareas matemáticas.

Resultados asociados a la discalculia del tipo ideognóstica

En el grupo de estudiantes identificados con discalculia ideognóstica (127 casos en total), se observó una distribución más amplia en las distintas categorías de memoria y reacción, lo que permite analizar con mayor claridad la relación entre el desempeño cognitivo y las habilidades de respuesta visual y motriz como se puede ver en la tabla 13.

Tabla 13

Resultados de discalculia ideognóstica, nivel de memoria y reacción

Discalculia Ideognóstica			
Memoria con baja retención			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	3	11	1
Segundo	5	15	0
Tercero	2	15	0
Total	10	41	1
Memoria funcional adecuada			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos

Primero	3	12	2
Segundo	4	20	2
Tercero	4	15	1
Total	11	47	5

Memoria con niveles superiores			
Grado	Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos
Primero	0	0	1
Segundo	0	3	1
Tercero	0	5	2
Total	0	8	4

Nota: Elaboración propia.

En el subgrupo de estudiantes con memoria con baja retención, compuesto por 52 casos, se identificó un comportamiento mixto. Si bien 10 estudiantes presentaron baja capacidad de reacción, un número considerable (41) alcanzó un desempeño adecuado, clasificándose en la categoría de reacción funcional adecuada. Solamente un caso logró reflejos rápidos. Estos resultados indican que, aunque las dificultades de memoria impactan en la agilidad de las respuestas, existe un segmento importante de estudiantes que, a pesar de sus limitaciones en la retención de información abstracta, son capaces de mantener un desempeño aceptable en tareas de reacción visual y motriz.

En cuanto a los estudiantes con memoria funcional adecuada (63 casos), los datos muestran una tendencia más favorable. La mayoría (47 estudiantes) demostró una reacción funcional adecuada, mientras que 11 presentaron baja capacidad de reacción y 5 alcanzaron el nivel de reflejos rápidos. Este patrón sugiere que un funcionamiento adecuado de la memoria favorece de manera significativa la rapidez y eficiencia en las respuestas ante estímulos, lo que resulta especialmente relevante en una tipología como la ideognóstica, en la que las deficiencias conceptuales suelen afectar el procesamiento ágil de la información.

Por último, en el grupo de estudiantes con niveles superiores de memoria (12 casos), se identificó el perfil más positivo. Ningún estudiante se ubicó en la categoría de baja capacidad de reacción, ocho lograron mantener una reacción funcional adecuada y cuatro alcanzaron reflejos rápidos. Este desempeño refuerza la relación positiva entre una memoria altamente desarrollada y la capacidad para responder con rapidez y precisión en tareas que exigen atención, procesamiento y ejecución inmediata.

Resultados de conteo y calculo mental

Con el objetivo de explorar cómo la capacidad de memoria funcional influye en el desempeño matemático, se aplicó un juego específico de conteo y cálculo mental a los estudiantes diagnosticados con discalculia practognóstica que presentaban niveles adecuados de memoria operativa. Esta prueba buscó evaluar su habilidad para realizar operaciones básicas de manera rápida y precisa, así como su capacidad para asociar cantidades visuales con representaciones simbólicas.

Resultado de alumnos con discalculia del tipo practognóstica

En esta fase del estudio, se analizó el desempeño de los estudiantes con discalculia practognóstica en el juego de conteo y cálculo mental, evaluando su capacidad para asociar cantidades visuales con operaciones simbólicas. Este ejercicio permitió explorar cómo interactúan tres factores clave en esta tipología: el nivel de memoria secuencial (baja retención, memoria funcional adecuada y memoria con niveles superiores), la capacidad de reacción (baja, funcional adecuada y reflejos rápidos) y el rendimiento específico en la tarea (bajo, medio y alto). A través de este enfoque integral, se buscó identificar patrones que pudieran dar cuenta de las habilidades y limitaciones de los estudiantes en relación con las demandas cognitivas de la tarea. La tabla 13 muestra los resultados.

Tabla 14.

Resultados de discalculia practognóstica, nivel de memoria y reacción

Discalculia Practognóstica									
Memoria con baja retención									
Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos			
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	2	2	0	0	1	0	0	0	0
Segundo	3	2	0	0	0	0	0	0	0
Tercero	4	1	0	1	1	0	0	0	0
Total	9	5	0	1	2	0	0	0	0

Memoria funcional adecuada									
Grado	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	2	4	0	1	10	2	0	1	0
Segundo	2	6	0	1	8	0	0	0	0
Tercero	1	6	0	2	11	1	0	0	1
Total	5	16	0	4	29	3	0	1	1

Memoria con niveles superiores									
Grado	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Segundo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tercero	0	0	0	0	3	2	0	0	1
Total	0	0	0	0	5	4	0	0	1

Nota: Elaboración propia.

La tabla 14 muestra que en el subgrupo de estudiantes con memoria con baja retención, predominó claramente el bajo rendimiento. De aquellos con baja capacidad de reacción (n=14), el 64% obtuvo un desempeño bajo y el 36% alcanzó un nivel medio, mientras que ningún alumno se ubicó en el nivel alto. En el caso de los estudiantes que lograron una reacción funcional adecuada (n=3), dos obtuvieron un desempeño medio y uno bajo. No se registraron casos de reflejos rápidos. Estos

resultados evidencian que los estudiantes con menor capacidad de memoria secuencial y reacciones lentas enfrentan serias dificultades para procesar y resolver operaciones que requieren cálculo mental, incluso en condiciones donde su reacción es adecuada.

En el grupo con memoria funcional adecuada, se observó una mejora considerable en el desempeño. Entre los estudiantes con baja capacidad de reacción ($n=21$), cinco alcanzaron un nivel bajo y 16 un nivel medio, sin casos en el nivel alto. No obstante, dentro de aquellos con reacción funcional adecuada ($n=36$), el rendimiento fue más favorable: la mayoría se ubicó en el nivel medio (29 casos), aunque también hubo tres casos en nivel alto. En los casos con reflejos rápidos, aunque escasos, se reportaron dos estudiantes en nivel medio y uno en nivel alto. Estos datos indican que, cuando la memoria funcional alcanza un nivel adecuado, los estudiantes muestran un mayor dominio en la tarea de conteo y cálculo mental, especialmente cuando su capacidad de reacción es funcional o rápida.

Finalmente, en el grupo con niveles superiores de memoria, se observa el perfil más favorable. No se registraron casos en niveles bajos de desempeño. Los estudiantes con reacción funcional adecuada ($n=5$) se distribuyeron entre niveles medio y alto, mientras que los casos con reflejos rápidos mostraron rendimientos similares, destacando un estudiante que alcanzó el nivel alto. Esto sugiere que, en los niveles más altos de memoria y capacidad de reacción, los estudiantes logran no solo procesar adecuadamente las operaciones simbólicas, sino también responder con agilidad y precisión.

Resultado de alumnos con discalculia del tipo verbal y léxica

En esta etapa del estudio se analizó el desempeño de los estudiantes diagnosticados con discalculia verbal y léxica durante la tarea de conteo y cálculo mental. Esta actividad evaluó su capacidad para procesar y resolver operaciones básicas, especialmente considerando las particularidades de esta tipología de discalculia, caracterizada por dificultades en la comprensión y uso del lenguaje numérico y verbal. El análisis se organizó con base en tres niveles de memoria secuencial (baja retención, memoria funcional adecuada y niveles superiores) y en el tipo de reacción motriz y visual (baja capacidad de reacción, reacción funcional adecuada y reflejos rápidos), así como los niveles de desempeño alcanzados (bajo, medio y alto), los resultados se pueden ver en la tabla 15.

Resultados de discalculia verbal y léxica, nivel de memoria y reacción

Grado	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	3	2	0	3	2	0	0	1	0
Segundo	1	5	0	1	2	0	0	0	0
Tercero	1	4	0	1	1	0	0	0	0
Total	5	11	0	5	5	0	0	1	0

Memoria con niveles superiores

Grado	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segundo	0	3	0	0	0	0	0	0	0
Tercero	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	4	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Elaboración propia.

En el subgrupo con memoria con baja retención, el desempeño fue mayormente bajo. La mayoría de los estudiantes se ubicaron en los niveles bajos y medios, sin que ninguno alcanzara un nivel alto o reflejos rápidos, lo que refleja importantes dificultades para interpretar y resolver operaciones básicas. Por su parte, los estudiantes con memoria funcional adecuada mostraron un perfil más equilibrado: aunque muchos se mantuvieron en niveles bajos, varios lograron desempeños medios e incluso un caso aislado en reflejos rápidos, lo que sugiere que este nivel de

memoria permite mayor flexibilidad, aunque no garantiza un rendimiento alto. Finalmente, en los casos con niveles superiores de memoria, el patrón fue similar: predominio de desempeños bajos y medios sin alcanzar niveles altos. Esto indica que en la discalculia verbal y léxica las dificultades no dependen exclusivamente de la memoria, sino que están fuertemente vinculadas al procesamiento del lenguaje numérico y simbólico.

Resultado de alumnos con discalculia del tipo gráfica

En esta sección se analizó el desempeño de los estudiantes diagnosticados con discalculia gráfica durante el juego de conteo y cálculo mental. Esta tipología, caracterizada por las dificultades en la representación visual, simbólica y escrita de conceptos numéricos, fue evaluada considerando tres dimensiones clave: el nivel de memoria secuencial (baja retención, memoria funcional adecuada y niveles superiores), la capacidad de reacción (baja capacidad de reacción, reacción funcional adecuada y reflejos rápidos) y el nivel de desempeño alcanzado en la tarea de cálculo mental y conteo (bajo, medio y alto). El propósito fue identificar patrones que permitieran comprender cómo inciden estas variables en la resolución de operaciones básicas dentro de este perfil de discalculia, los resultados se ven en la tabla 16.

Tabla 16.

Resultados de discalculia gráfica, nivel de memoria, reacción y cálculo mental

Discalculia Gráfica		
Memoria con baja retención		
Baja capacidad de reacción	Reacción funcional adecuada	Reflejos rápidos

Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Segundo	1	1	0	1	1	0	0	0	0
Tercero	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	4	1	0	1	1	0	0	0	0

Memoria funcional adecuada

	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	1	2	0	2	3	0	0	0	0
Segundo	1	1	0	2	5	1	0	1	0
Tercero	1	1	0	3	2	0	0	0	0
Total	3	4	0	7	10	1	0	1	0

Memoria con niveles superiores

	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Segundo	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Tercero	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Total	0	0	0	1	2	0	0	1	0

Nota: Elaboración propia.

En el subgrupo de estudiantes con memoria con baja retención, se observó un claro predominio de los niveles bajos de desempeño. Aproximadamente el 80% de los casos con baja capacidad de reacción se ubicaron en este nivel, mientras que solo 20% alcanzaron un desempeño medio con reacción funcional adecuada. No se registraron casos en el nivel alto ni en reflejos rápidos, lo que evidencia importantes limitaciones para vincular la representación visual con el cálculo simbólico cuando la memoria secuencial es deficiente.

En los estudiantes con memoria funcional adecuada, el perfil de desempeño fue más variado. Aunque los niveles bajos seguían presentes, alrededor del 40% de los casos lograron desempeños medios, e incluso se registró un caso aislado (aproximadamente el 3% del total en esta categoría) en el nivel alto. También aparecieron reflejos rápidos en algunos estudiantes con desempeño medio. Estos resultados sugieren que, al contar con una memoria más consolidada, los alumnos con discalculia gráfica pueden compensar parcialmente sus dificultades visuales y responder con mayor eficacia.

Finalmente, en los estudiantes con niveles superiores de memoria, aunque el tamaño del grupo fue reducido, se observaron los mejores resultados. Cerca del 75% de los casos se situaron en niveles medios de desempeño y también se identificaron respuestas con reflejos rápidos, lo que confirma que un nivel elevado de memoria secuencial favorece la integración entre la representación visual y las operaciones simbólicas.

Resultado de alumnos con discalculia del tipo ideognóstica

En esta sección se analizaron los resultados de los estudiantes con discalculia ideognóstica en relación con el juego de conteo y cálculo mental. Esta tipología, caracterizada por dificultades para comprender conceptos abstractos matemáticos, fue evaluada considerando tres dimensiones principales: el nivel de memoria secuencial (baja retención, memoria funcional adecuada y niveles superiores), la capacidad de reacción (baja capacidad de reacción, reacción funcional adecuada y reflejos rápidos) y el nivel de desempeño (bajo, medio y alto). Los resultados se ven en la tabla 16.

Tabla 17.

Resultados de discalculia ideognóstica, nivel de memoria, reacción y cálculo mental

Discalculia Ideognóstica									
Memoria con baja retención									
	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	3	0	0	5	5	1	0	1	0
Segundo	3	2	0	8	6	1	0	0	0
Tercero	2	0	0	8	7	0	0	0	0
Total	8	2	0	21	18	2	0	1	0

Memoria funcional adecuada									
	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	2	1	0	6	5	1	0	2	0

Segundo	2	2	0	10	10	0	0	2	0
Tercero	1	2	1	8	4	1	1	0	0
Total	5	5	1	24	19	2	1	4	0

Memoria con niveles superiores

	Baja capacidad de reacción			Reacción funcional adecuada			Reflejos rápidos		
Grado	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Primero	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Segundo	0	0	0	0	3	0	0	1	0
Tercero	0	0	0	0	4	1	0	2	0
Total	0	0	0	0	7	1	0	3	1

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 17 se observa que el subgrupo con memoria con baja retención concentró niveles bajos, especialmente entre los estudiantes con baja capacidad de reacción, de los cuales aproximadamente el 80% obtuvo resultados bajos. Solo un pequeño porcentaje alcanzó niveles medios o altos, e incluso entre quienes presentaron reflejos rápidos solo se registró un caso. Esto sugiere que, en este nivel de memoria, las dificultades son significativas, aunque una reacción funcional adecuada puede compensar parcialmente estas limitaciones.

En los estudiantes con memoria funcional adecuada, el rendimiento fue más favorable. Cerca del 47% de quienes tuvieron una reacción funcional adecuada lograron desempeños medios o altos, observándose además algunos casos con reflejos rápidos. Esto indica que la mejora en la

memoria contribuye a un procesamiento más efectivo, aunque no garantiza el acceso a los niveles más altos.

Finalmente, en el grupo con niveles superiores de memoria, se alcanzaron los mejores resultados. Aproximadamente el 57% de los estudiantes con reacciones funcionales adecuadas o reflejos rápidos lograron niveles medio o alto, incluyendo algunos con desempeño alto. Esto confirma que, en esta tipología, el fortalecimiento de la memoria secuencial y conceptual mejora notablemente la capacidad para operar con conceptos abstractos y simbólicos.

Resultados de comparación de cantidades

Posterior a la aplicación de las pruebas digitales y tras depurar la base de datos con base en los criterios metodológicos previamente definidos, se obtuvieron los resultados del Juego de Comparación de Cantidades, organizados según la tipología de discalculia identificada.

Para cada tipología —practognóstica, verbal y léxica, gráfica e ideognóstica— se clasificó a los estudiantes en tres categorías de desempeño:

Desempeño insuficiente: estudiantes con un número bajo de aciertos, indicando dificultades importantes en la comparación de cantidades.

Desempeño adecuado: estudiantes con un número moderado de aciertos, lo que refleja una capacidad funcional para realizar la tarea.

Desempeño sobresaliente: estudiantes con un número elevado de aciertos, que sugieren una consolidación en la abstracción del concepto de cantidad.

La tabla 18 muestra la distribución de los estudiantes de acuerdo con estas categorías para cada tipología.

Tabla 18.

Resultados de discalculia practognóstica y comparación de cantidades

Discalculia Practognóstica			
Grado	Desempeño insuficiente	Desempeño adecuado	Desempeño sobresaliente
Primero	10	2	0
Segundo	9	4	1
Tercero	8	8	0
Total	27	14	1
Discalculia Verbal y Léxica			
Grado	Desempeño insuficiente	Desempeño adecuado	Desempeño sobresaliente
Primero	4	6	0
Segundo	5	5	0
Tercero	3	7	0
Total	12	18	0
Discalculia Gráfica			

Grado	Desempeño insuficiente	Desempeño adecuado	Desempeño sobresaliente
Primero	5	2	0
Segundo	4	3	1
Tercero	3	3	0
Total	12	8	1

Discalculia Ideognóstica			
Grado	Desempeño insuficiente	Desempeño adecuado	Desempeño sobresaliente
Primero	18	4	0
Segundo	20	12	1
Tercero	15	14	0
Total	53	30	1

Nota: Elaboración propia.

Como se describió previamente en la Fase 3 del protocolo metodológico, se realizó un proceso de depuración en el cual fueron excluidos los estudiantes que obtuvieron un desempeño sobresaliente en el Juego de Comparación de Cantidades. Esta decisión se sustentó en la evidencia de que su rendimiento reflejaba un dominio consolidado en la representación no simbólica del número, lo que disminuía significativamente la probabilidad de presentar discalculia.

En consecuencia, los análisis cualitativos posteriores —que incluyeron la revisión de los comentarios emitidos por los docentes, así como las intervenciones pedagógicas y psicológicas diseñadas para cada caso— se centraron exclusivamente en los estudiantes clasificados con desempeño insuficiente o adecuado. Esta delimitación metodológica garantizó que el análisis se enfocara en los casos con mayor pertinencia para los objetivos de este estudio, es decir, en aquellos que, conforme a los resultados de las pruebas digitales, presentaban indicios relevantes de dificultades asociadas a las distintas tipologías de discalculia, los resultados finales se muestran en la tabla 19.

Tabla 19.

Resultados escuela 5 de mayo

Grado	Discalculia Practognóstica	Discalculia Verbal y Léxica	Discalculia Gráfica	Discalculia Ideognóstica
Primero	12	10	7	22
Segundo	13	10	7	32
Tercero	16	10	6	29
Total	41	30	20	83

Nota: Elaboración propia.

Tras la aplicación de los instrumentos DISC-A y DISC-C, la utilización de los juegos digitales diagnósticos y la revisión de las observaciones docentes, se obtuvieron los siguientes

resultados globales para la Escuela Centenario 5 de mayo, la cual cuenta con un total de 1,174 estudiantes distribuidos en tres grados escolares.

De manera general, los hallazgos permitieron identificar la presencia de diversas tipologías de discalculia en la población evaluada, destacando lo siguiente:

Discalculia Ideognóstica: Se identificó en 83 estudiantes, lo que representa el 7.07% del total de la población. Su incidencia fue mayor en segundo (8.49%) y tercero (7.97%) grados, lo que sugiere que las dificultades para abstraer conceptos numéricos se vuelven más evidentes conforme avanza el nivel académico.

Discalculia Practognóstica: Se detectó en 41 estudiantes, equivalentes al 3.49% de la población total. La mayor proporción se observó en tercer grado (4.40%), reflejando posibles dificultades en la manipulación práctica de cantidades en operaciones más complejas.

Discalculia Verbal y Léxica: Se registró en 30 estudiantes, lo que corresponde al 2.56% del total. Su distribución fue relativamente homogénea entre los tres grados.

Discalculia Gráfica: Se presentó en 20 estudiantes, alcanzando un 1.70% de la población escolar. Aunque su incidencia fue baja, su detección es relevante, dado que implica dificultades en la representación escrita de números y operaciones.

En conjunto, los resultados muestran que aproximadamente el 14.8% de la población escolar evaluada presentó indicios de algún tipo de discalculia, lo que subraya la importancia de contar con estrategias de intervención educativa focalizadas en estas dificultades específicas. Estos

datos constituyen la base para la propuesta de acciones pedagógicas y psicopedagógicas orientadas a atender las diversas tipologías de discalculia detectadas.

Resultados resumidos por escuela de la segunda fase

Así como se hizo en la Escuela Secundaria “Centenario 5 de mayo”, se aplicó la misma metodología en las demás instituciones participantes. Esto incluyó el uso de los instrumentos DISC-A y DISC-C, así como los juegos digitales complementarios y los comentarios de docentes, pedagógicos y psicológicos. Los resultados generales por escuela y tipo de discalculia se presentan en la Tabla 19, permitiendo una visión comparativa del comportamiento de cada tipología según el contexto escolar y el grado académico.

Por un lado, la discalculia ideognóstica fue la tipología más frecuente, con un total de 83 casos en la Escuela Secundaria General “Centenario 5 de mayo”, 47 en la Escuela “Ezequiel Montes”, y cifras menores en las demás instituciones. Esta tipología, que implica dificultad para realizar operaciones mentales y comprender conceptos matemáticos, representa un desafío prioritario para la intervención educativa.

La discalculia practognóstica, relacionada con el manejo de objetos y cantidades concretas, también mostró alta incidencia, con un total de 41 casos en “Centenario 5 de mayo”, seguida de 33 en “Ezequiel Montes” y 24 en “Bernal”. Estos datos sugieren que una proporción importante del estudiantado presenta limitaciones en el manejo de representaciones físicas y visuales, lo que puede limitar su desempeño en tareas de conteo, agrupamiento o estimación.

Por otro lado, las tipologías verbal y léxica (dificultades en la comprensión y uso del lenguaje matemático) y gráfica (dificultad para escribir símbolos matemáticos) fueron menos recurrentes, aunque se mantienen presentes en todos los contextos escolares analizados. Por ejemplo, la discalculia verbal y léxica sumó 30 casos en “Centenario 5 de mayo”, mientras que la gráfica se presentó en 20 casos.

En la tabla 20 se evidencia los resultados hacia una tendencia marcada en la cual la discalculia ideognóstica tiende a incrementarse en los grados superiores, especialmente en segundo y tercer año de secundaria. Esto puede asociarse al aumento en la complejidad de los contenidos curriculares y a una acumulación de vacíos formativos no atendidos en etapas previas.

Tabla 20.

Resultados por escuela

Centenario 5 de mayo				
Grado	Discalculia Practognóstica	Discalculia Verbal y Léxica	Discalculia Gráfica	Discalculia Ideognóstica
Primero	12	10	7	22
Segundo	13	10	7	32
Tercero	16	10	6	29
Total	41	30	20	83
Encarnación cabrera				
Primero	3	1	1	3

Segundo	2	2	0	3
Tercero	2	1	1	5
Total	7	4	2	11

Ezequiel Montes

Primero	8	5	2	13
Segundo	11	7	1	15
Tercero	14	6	2	19
Total	33	18	5	47

Teresa de Calcuta

Primero	4	2	1	7
Segundo	5	1	0	7
Tercero	4	2	1	8
Total	13	5	2	22

Tolimán

Primero	3	2	0	4
Segundo	5	1	0	6
Tercero	4	3	1	5
Total	12	6	1	15

Bernal

Primero	7	3	1	8
----------------	---	---	---	---

Segundo	9	3	0	9
Tercero	8	2	1	11
Total	24	8	2	28

Nota: Elaboración propia.

Capítulo 7. Discusión

Interpretación general de los hallazgos

Los resultados obtenidos a través de la plataforma DiscalculiaClub.com revelan una marcada prevalencia de la discalculia ideognóstica entre los estudiantes evaluados, especialmente en grados superiores. Esta tendencia confirma lo señalado en la literatura neuroeducativa: a medida que los contenidos matemáticos se vuelven más abstractos, se hacen más evidentes las dificultades de conceptualización numérica no atendidas en etapas anteriores (Dehaene, 2019; Geary, 1993). La acumulación de vacíos en la comprensión profunda de los conceptos matemáticos fundamentales parece actuar como una barrera invisible que se intensifica conforme avanza la escolaridad.

Asimismo, la discalculia practognóstica —relacionada con la manipulación concreta de cantidades— mostró una incidencia importante, sobre todo en escuelas con mayor población estudiantil. Este resultado puede interpretarse como un indicio de que los procesos sensoriomotores no están siendo suficientemente estimulados en las prácticas de aula, afectando el aprendizaje experiencial del número (Sousa, 2014).

Las tipologías verbal-léxica y gráfica, aunque menos frecuentes, se mantuvieron presentes en todas las escuelas. Lo anterior sugiere que las dificultades en la codificación lingüística y en la representación simbólica de la información matemática son transversales a los distintos contextos escolares, y requieren abordajes específicos, como se ha documentado en trabajos de Tamayo (2017) y Santos Fabelo (2006).

Análisis por tipología

A continuación, se presenta un análisis general de los resultados obtenidos en la detección de discalculia, clasificados por tipología y por escuela participante. La Tabla 21 resume la cantidad de casos identificados en cada una de las instituciones educativas, distribuidos según las cuatro tipologías diagnosticadas: Discalculia Practognóstica, Discalculia Verbal y Léxica, Discalculia Gráfica y Discalculia Ideognóstica.

El estudio contempló a seis escuelas de nivel secundaria pertenecientes a distintos contextos dentro del municipio de Ezequiel Montes y sus alrededores: Centenario 5 de Mayo, Encarnación Cabrera, Ezequiel Montes, Teresa de Calcuta, Tolimán y Bernal. Esta diversidad de centros educativos permitió observar patrones diferenciados en la prevalencia de las tipologías de discalculia, lo cual resulta clave para diseñar intervenciones ajustadas al perfil específico de cada comunidad escolar.

Tabla 21.

Resultados generales por escuela y tipología de discalculia

Escuela	Discalculia Practognóstica	Discalculia Verbal y Léxica	Discalculia Gráfica	Discalculia Ideognóstica
Centenario 5 de mayo	41	30	20	83
Encarnación Cabrera	7	4	2	11
Ezequiel Montes	33	18	5	47
Teresa de Calcuta	13	5	2	22
Tolimán	12	6	1	15
Bernal	24	8	2	28
Total	130	71	32	206

Discalculia ideognóstica

Con un 46.9% del total de casos, esta fue la tipología más frecuente en las seis escuelas evaluadas, lo cual coincide con los hallazgos de Geary (2004) y Butterworth (2010), quienes afirman que la discalculia más prevalente es aquella asociada a la comprensión conceptual del número. Esta forma de discalculia no se manifiesta necesariamente en errores formales, sino en una estructura cognitiva débil sobre el sistema numérico, las propiedades aritméticas y la abstracción matemática.

Los resultados muestran que su incidencia aumenta progresivamente en los grados superiores, lo cual sugiere un efecto acumulativo de vacíos formativos no abordados oportunamente. A pesar de que algunos estudiantes con esta tipología poseían memoria funcional adecuada, los desempeños bajos en tareas de comparación y cálculo mental indican que el problema no es de memoria per se, sino de codificación y manipulación simbólica del número sin anclajes concretos.

Estos hallazgos refuerzan lo expuesto por Desoete y Roeyers (2005), quienes señalan que la discalculia ideognóstica requiere una intervención basada en la reconstrucción lógica del número desde el razonamiento inductivo y deductivo, más que en la repetición de algoritmos. La enseñanza debe fomentar la construcción del número como objeto mental, no solo como código que opera.

Discalculia practognóstica

Representando el 29.6% de los casos totales, esta tipología se asocia a dificultades en la manipulación concreta de cantidades y en la asociación entre lo físico y lo simbólico. Lo llamativo en los datos es que una proporción considerable de estudiantes presentó memoria funcional adecuada, lo que indica que su dificultad no es cognitiva en sentido estricto, sino formativa: una escasa exposición a recursos visuales, concretos y manipulativos durante su aprendizaje inicial.

Este hallazgo respalda lo señalado por Dowker (2005), quien describe que los estudiantes con discalculia de este tipo suelen tener una representación mental imprecisa de las cantidades, lo que afecta habilidades como el conteo, la estimación o la subitización. Además, Fuchs et al. (2008) apuntan que este perfil puede desarrollarse como consecuencia de un aprendizaje centrado únicamente en símbolos y operaciones sin base sensorial ni manipulativa.

Los bajos niveles de desempeño en el juego de comparación de cantidades, así como en tareas de reacción visual, confirman la necesidad de una intervención que integre materiales concretos (regletas, bloques, fracciones físicas) y una progresión gradual hacia lo abstracto. Este tipo de discalculia es particularmente sensible a programas basados en la teoría de Bruner: en los estudiantes con practognóstica, el paso por los estadios enactivo–icónico–simbólico no ha sido completo.

Discalculia verbal y léxica

Con un 16.2% de prevalencia, esta tipología afecta el acceso y manejo del lenguaje matemático: vocabulario específico, comprensión de consignas, relación entre texto y número. A pesar de que muchos estudiantes con este perfil contaban con memoria funcional adecuada, los

resultados en cálculo mental y reacción fueron deficientes, lo que refuerza que el problema no está en la retención, sino en el procesamiento simbólico y semántico del discurso matemático.

Autores como Jordan et al. (2003) y Mazzocco y Myers (2003) señalan que este tipo de discalculia puede coexistir con dificultades de lenguaje general, pero también puede aparecer de manera específica en el contexto del razonamiento matemático. En este estudio, el patrón de resultados apoya esta postura: los estudiantes no fracasan por no recordar, sino por no saber interpretar el sentido del número en el lenguaje escrito y oral.

En este contexto, se hace urgente incorporar estrategias de alfabetización numérica, lectura compartida de problemas, glosarios visuales y análisis semántico de enunciados. La práctica de la aritmética aislada —sin comprensión— no solo no resuelve el problema, sino que puede enmascararlo, produciendo avances mecánicos sin significado duradero.

Discalculia gráfica

Aunque con menor incidencia (7.3%), esta tipología tiene una gran relevancia en el aula, ya que afecta la manera en que el estudiante escribe, estructura y representa el contenido numérico. Los datos muestran que incluso con buena memoria, muchos estudiantes con esta tipología tienen dificultades al traducir ideas numéricas en símbolos escritos. Como sugieren Gross-Tsur et al. (1996), se trata de una afectación en la dimensión visoconstructiva de las matemáticas.

Además, el 62.5% de los estudiantes con discalculia gráfica presentó baja capacidad de reacción visual, lo que podría indicar una comorbilidad con dificultades visomotoras o de integración sensorial. Esta situación puede llevar a confusiones diagnósticas, donde los errores en

cálculo escrito son interpretados como déficit lógico, cuando en realidad tienen origen perceptual o grafo-motor.

La intervención recomendada debe incluir tareas de coordinación ojo-mano, trazado dirigido de símbolos, uso de plantillas, entrenamiento visual, y prácticas que permitan desarrollar seguridad en la estructuración gráfica de operaciones y procedimientos.

Discusión de la memoria secuencial

Los resultados evidencian que la memoria funcional secuencial desempeña un papel central en la dinámica de las tipologías de discalculia. En particular, se identificó una asociación directa entre baja retención de memoria y la presencia de discalculia ideognóstica, tipología que requiere un dominio conceptual y abstracto del número. Del total de casos ideognósticos ($n=206$), un 25.2% presentó baja memoria secuencial, y apenas el 5.8% logró niveles superiores. Esta distribución concuerda con lo reportado por Swanson et al. (2008) y Geary (2011), quienes destacan la importancia de la memoria de trabajo para el razonamiento aritmético y la representación mental del número.

Por otro lado, en la discalculia practognóstica, aunque un gran número de estudiantes mostró memoria funcional adecuada, su desempeño en tareas prácticas fue deficiente. Esto sugiere que la memoria no es suficiente por sí sola, sino que debe integrarse con experiencias manipulativas que permitan construir sentido numérico. Esta observación coincide con los estudios de Raghubar et al. (2010) sobre la disociación entre memoria y uso eficiente de representaciones matemáticas.

Discusión de reacción visual y motriz

La velocidad de respuesta frente a estímulos visuales y motrices, evaluada mediante el juego de reflejos, mostró una clara tendencia: a mayor nivel de memoria, mejor desempeño en términos de reacción. Sin embargo, lo relevante es cómo esta dimensión interactúa diferencialmente según la tipología.

En la discalculia gráfica, la baja capacidad de reacción fue prevalente (más del 60%), lo que indica una posible afectación visomotriz, asociada no al razonamiento numérico, sino al proceso de traducción simbólica y ejecución física de la respuesta. Este patrón también se observó en los casos de discalculia verbal y léxica, donde una buena memoria no garantizó una respuesta rápida, sugiriendo una interferencia semántica entre el estímulo visual y su procesamiento lingüístico.

Estos hallazgos se alinean con lo propuesto por Andersson y Lyxell (2007), quienes señalan que el procesamiento visomotor lento no siempre responde a entrenamiento algorítmico, sino que requiere abordajes específicos que consideren los tiempos de integración visual y ejecución física del número.

Discusión de cálculo mental

El rendimiento en el juego de cálculo mental mostró una fuerte relación con la tipología diagnóstica. Los estudiantes con discalculia ideognóstica y practognóstica concentraron la mayor cantidad de casos con desempeño bajo, incluso cuando contaban con reacción funcional adecuada.

Esto sugiere que, para estos perfiles, el problema no es la velocidad de procesamiento, sino la calidad de las estructuras internas del número, es decir, su representación mental y lógica.

En cambio, en las tipologías verbal y gráfica, el desempeño en cálculo mental fue más variado, pero dominado por niveles medios, indicando que el procedimiento podía ejecutarse, pero con baja automatización. Esto es consistente con lo propuesto por Butterworth (2005), quien afirma que el cálculo mental exitoso requiere una codificación simbólica precisa y una representación estable del número, ambas alteradas en distintos grados según la tipología.

Discusión de comparación de cantidades

El juego de comparación de cantidades evidenció una clara brecha entre los casos con y sin consolidación del concepto de magnitud. Los estudiantes con discalculia ideognóstica fueron los que más frecuentemente presentaron un desempeño insuficiente, incluso entre quienes tenían memoria adecuada o reacción funcional. Esta dimensión, al requerir una representación no simbólica del número, deja en evidencia las fallas más profundas en la intuición numérica.

La comparación de cantidades es considerada por autores como Dehaene (2011) y Piazza et al. (2004) como una habilidad fundacional del sentido numérico. Su deterioro puede interpretarse como un marcador cognitivo temprano de discalculia, particularmente en perfiles ideognósticos y practognósticos, donde el juicio comparativo no depende solo de memoria o lenguaje, sino de una intuición numérica básica.

Discusión de los comentarios docentes como fuente diagnóstica

Uno de los elementos más innovadores del presente estudio fue la incorporación sistemática de comentarios estructurados de docentes a través de la plataforma [DiscalculiaClub.com](https://www.discalculiaclub.com). Esta decisión metodológica permitió trascender la evaluación estandarizada y acercarse a una lectura más contextualizada del desempeño del estudiante, basada en la experiencia cotidiana del profesorado.

En esta fase final, los comentarios ya no se recogieron en formato de texto libre —como ocurrió en la primera iteración—, sino mediante categorías predeterminadas que facilitaron su codificación y análisis. Esta mejora permitió identificar patrones de comportamiento recurrentes, como:

- Dificultades sostenidas para resolver operaciones incluso tras múltiples explicaciones.
- Ansiedad o evitación frente a actividades numéricas.
- Uso inadecuado o desordenado del espacio en cuadernos y pizarras (en casos de discalculia gráfica).
- Confusión frecuente en problemas verbales, aún con vocabulario simplificado.

Estos insumos cualitativos complementaron la interpretación cuantitativa, reforzando la validez diagnóstica de las tipologías asignadas. Además, los docentes expresaron que la estructura de observación les ayudó a comprender mejor el origen de las dificultades, permitiéndoles diferenciar entre falta de estudio y un posible trastorno específico del aprendizaje.

Discusión de intervenciones pedagógicas

Con base en los resultados obtenidos, se propusieron acciones pedagógicas diferenciadas para cada tipo de discalculia. Estas fueron diseñadas de forma colaborativa con docentes y pedagogos, con énfasis en estrategias accesibles dentro del aula:

Para la discalculia ideognóstica, se recomendó el uso de esquemas de razonamiento lógico, material visual abstracto (diagramas de Venn, rectas numéricas), y actividades de descubrimiento de patrones.

En la tipología practognóstica, se enfatizó el empleo de materiales manipulativos, actividades de conteo físico, estimación con objetos reales y simulaciones interactivas.

En el caso de la discalculia verbal y léxica, las estrategias se centraron en la lectura comprensiva de problemas, análisis semántico de enunciados, creación de glosarios numéricos y uso de pictogramas.

Para la discalculia gráfica, se incorporaron ejercicios de coordinación visomotriz, trazado guiado y estructuración del espacio gráfico, complementados con apps de caligrafía matemática.

Estas intervenciones fueron evaluadas mediante retroalimentación docente, quien reportó mejoras parciales en atención, participación y seguridad del estudiante al enfrentar tareas matemáticas, particularmente cuando las actividades incluían recursos visuales y andamiaje verbal.

Discusión de intervención psicológica

Además de la dimensión pedagógica, el proyecto contempló el acompañamiento psicológico, particularmente en los casos con signos de ansiedad matemática, baja autoestima

académica o resistencia activa a la materia. En coordinación con las áreas de orientación educativa, se aplicaron entrevistas semiestructuradas y sesiones de seguimiento.

Entre los principales hallazgos cualitativos, se identificó que varios estudiantes con discalculia ideognóstica y verbal presentaban síntomas de frustración, sensación de inadecuación y desconexión emocional con las matemáticas, lo que coincidía con lo expresado en los comentarios de sus docentes. En muchos casos, las emociones negativas eran más limitantes que el déficit específico, confirmando lo señalado por Chinn (2015) sobre el impacto afectivo de las dificultades matemáticas.

A partir de estas observaciones, se propusieron talleres de autorregulación emocional, sesiones de reencuadre positivo de la experiencia matemática, y orientación a las familias para generar un entorno de apoyo fuera del aula.

Capítulo 8. Conclusiones

Aportaciones del modelo DIDL para la detección de la discalculia

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se propone el Diagnóstico Integral de Discalculia Lizarazu (DIDL) como un modelo innovador y sólido para la identificación y caracterización de las diversas tipologías de discalculia. Este modelo responde a la necesidad de contar con un enfoque diagnóstico más amplio y preciso, que articule tanto las dimensiones cognitivas —como la memoria secuencial, la reacción visual y motriz, el cálculo mental y la comparación de cantidades— como las observaciones pedagógicas, emocionales y docentes del entorno escolar.

Asimismo, el DIDL se encuentra alineado con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, al promover una atención personalizada, inclusiva y centrada en el desarrollo integral del estudiante, permitiendo identificar barreras específicas para el aprendizaje matemático y orientar intervenciones oportunas desde un enfoque humanista, equitativo y situado.

Además, el DIDL representa un avance significativo en la detección y comprensión de las dificultades matemáticas específicas desde una perspectiva multidimensional. A diferencia de los modelos tradicionales centrados únicamente en pruebas psicométricas estandarizadas, el DIDL articula cinco niveles de análisis complementarios:

- Test DISC-A y DISC-C, junto con los juegos digitales, ofrecen un diagnóstico inicial basado en desempeño cognitivo.

- Los comentarios docentes estructurados contextualizan el desempeño desde la observación directa del aula, validando o cuestionando la evidencia cuantitativa.
- El diagnóstico pedagógico permite trazar rutas de intervención específicas según la tipología detectada.
- El acompañamiento psicológico, particularmente en casos de ansiedad matemática o desmotivación, aporta una mirada emocional indispensable.
- Finalmente, el análisis integrado permite tomar decisiones más justas, focalizadas y sostenidas en el tiempo.

Este enfoque escalonado no busca etiquetar, sino comprender. El DIDL permite distinguir entre una dificultad pasajera y una alteración estructural, entre una carencia didáctica y una necesidad educativa especial. Así, el modelo no solo diagnostica, sino que construye condiciones para intervenir con equidad y eficacia.

En suma, la experiencia acumulada en este estudio confirma que el diagnóstico de la discalculia no puede reducirse a una única prueba ni a un solo momento. La combinación de herramientas digitales, juicios profesionales, análisis pedagógico y atención emocional conforma un ecosistema diagnóstico coherente, aplicable en entornos reales y replicable a mayor escala.

En este sentido, y a manera de respuesta a la pregunta central de esta investigación, se concluye que el modelo DIDL que se observa en la figura 8, ofrece una alternativa eficaz, accesible y multidimensional para la identificación oportuna de este trastorno. A través de la combinación de instrumentos digitales, observación estructurada y análisis pedagógico-psicológico, el DIDL permite reconocer con mayor

precisión las tipologías de discalculia, superando las limitaciones de los enfoques tradicionales que tienden a reducir el diagnóstico a pruebas aisladas o criterios médicos rígidos.

Figura 8

Metodología DIDL



Nota. Elaboración propia.

Implicaciones pedagógicas y curriculares

Los resultados apuntan a la necesidad de replantear cómo se enseñan las matemáticas en el nivel secundario. El diagnóstico temprano es clave, pero también lo es la diversificación metodológica. Se recomienda:

Diseñar actividades específicas según la tipología de discalculia predominante, considerando los patrones detectados en esta investigación.

Integrar el uso de juegos digitales interactivos como medio de evaluación continua y como herramienta de intervención lúdica.

Promover un enfoque gradual de lo concreto a lo simbólico, como lo propuso Jerome Bruner (1966), fortaleciendo primero las representaciones manipulativas.

Capacitar a docentes no solo en contenidos matemáticos, sino en habilidades para reconocer y atender necesidades especiales del aprendizaje numérico.

Fomentar una cultura institucional de inclusión matemática, que reconozca la diversidad cognitiva en el aula.

Además, se sugiere que el modelo DIDL sea incorporado como herramienta de diagnóstico escolar, especialmente en escuelas públicas donde el acceso a evaluaciones psicopedagógicas especializadas suele estar limitado. La digitalización de los instrumentos permite su aplicación masiva con retroalimentación inmediata y personalizada.

Recomendaciones para intervención psicológica y emocional

Los datos revelaron que una proporción significativa de estudiantes con discalculia también presentaban signos de ansiedad matemática, sentimientos de incapacidad, o historial de fracaso escolar. Por ello, se sugiere:

- Integrar el trabajo con psicólogos escolares desde el inicio del proceso diagnóstico.

- Ofrecer acompañamiento emocional personalizado a los estudiantes con perfiles más severos.
- Desarrollar talleres grupales de autorregulación emocional y estrategias de afrontamiento frente a la frustración.
- Involucrar a las familias en el proceso de intervención para fomentar un entorno emocionalmente seguro y comprensivo en casa.
- Capacitar al personal docente en primeros auxilios emocionales y estrategias de contención ante episodios de ansiedad durante las clases.

Es importante considerar que la mejora del desempeño matemático no se logra únicamente mediante refuerzos académicos, sino también a través de la reconstrucción de la autoconfianza y del sentido de logro de los estudiantes.

Limitaciones del estudio

Aunque esta investigación logró resultados significativos y replicables, es necesario reconocer algunas limitaciones:

- La población evaluada se concentró en escuelas secundarias del estado de Querétaro, lo que limita la generalización a otros niveles y contextos educativos.
- La plataforma digital aún requiere ajustes técnicos para ser plenamente accesible en zonas con conectividad limitada.
- No se realizó un seguimiento longitudinal para evaluar el impacto a mediano o largo plazo de las intervenciones sugeridas.

- El estudio no incluyó variables contextuales como rendimiento previo en matemáticas o historial clínico completo, que podrían enriquecer los análisis.

Estas limitaciones serán abordadas en futuras fases del proyecto mediante expansión territorial, mejoras tecnológicas y la integración de variables contextuales más amplias.

Proyecciones y líneas futuras de investigación

La implementación del modelo DIDL abre múltiples oportunidades para continuar investigando en el campo de las dificultades matemáticas. Algunas líneas prioritarias incluyen:

- Validación ampliada: Aplicar el DIDL en niveles de educación primaria y media superior para explorar su eficacia en distintas etapas del desarrollo cognitivo.
- Aplicación en entornos diversos: Evaluar el modelo en contextos rurales, urbanos marginados y escuelas privadas, para analizar su adaptabilidad.
- Integración de inteligencia artificial: Desarrollar algoritmos que aprendan de los datos acumulados en la plataforma para generar diagnósticos automáticos y sugerencias personalizadas de intervención.
- Estudios de intervención longitudinal: Aplicar tratamientos pedagógicos específicos basados en cada tipología y evaluar su eficacia a lo largo del ciclo escolar.
- Formación docente a gran escala: Crear diplomados o certificaciones en detección e intervención de la discalculia a partir del modelo DIDL.

Con estas líneas se busca consolidar el DIDL no solo como una herramienta diagnóstica, sino como un referente metodológico para transformar la enseñanza de las matemáticas desde una perspectiva verdaderamente inclusiva, basada en evidencia y sostenida por la colaboración entre docentes, psicólogos, investigadores y familias.

Referencias

- Aguaded Gómez, J. I., & Fandos Igado, M. (2009). Las plataformas educativas en el e-learning en la educación secundaria: Análisis de la plataforma EDUCANS. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 12(1), 125–168.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427210008>
- Almenara, J. C., Cabero-almenara, J., & Ruiz-palmero, J. (2018). *Página 17*. 16–30.
- Alsina, Á., & Planas, N. (2008). Matemática Inclusiva. Propuesta para una educación matemática accesible. *Profesorado: Revista de Curriculum y Formación Del Profesorado*, 13(2), 302–308. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7241885>
- Álvarez, J., Morán, V., & Málaga, I. (2010). La intervención psicopedagógica
Psychopedagogical intervention. *Boletín de Pediatría*, 50.
- Álvarez-Espinoza, A., & Balmaceda, C. S. (2018). El concepto dialéctico de internalización en Vygotski: aproximaciones a un debate. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, 8(1), 5–35.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475855171003>
- Amar, V. (2018). Aprendizaje escolar desde la psicología. *Hachetetepé. Revista científica de educación y comunicación*, 16, 163–164.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=683772564010>
- American Psychiatric Association. (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales DSM-5* (5a. edición). Editorial Médica Panamericana.
- Arnal, M., & Batres, A. (2020). La discalculia en la Educación Infantil: Un estudio de Caso. *Varela*, 20(57), 366–380. <https://doi.org/ISSN: 1810-3413>
- Avendaño C, W. R. (2013). Un modelo pedagógico para la educación ambiental desde la perspectiva de la modificabilidad estructural cognitiva. *Revista Luna Azul*, 36, 110–133.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321728584009>
- Bakker, A., Cai, J., Zenger, L., Bakker, A., Cai, J., & Zenger, L. (2023). Temas futuros de la investigación en educación matemática: una encuesta internacional antes y durante la pandemia. *Educación Matemática*, 35(2), 9–46. <https://doi.org/10.24844/EM3502.01>
- Bausela Herreras, E. (2010). Cognitive neuroscience; the biology of the mind. *Cuadernos de Neuropsicología / Panamerican Journal of Neuropsychology*, 4(1), 87–90.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=439642485006>
- Becerra Traver, M.-T., & Vegas, F. M. (2015). Visión de las plataformas virtuales de enseñanza y las redes sociales por los usuarios estudiantes universitarios. Un estudio descriptivo. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 47, 223–230.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=36841180015>
- Bozkurt, A., Jung, I., Xiao, J., Vladimirschi, V., Schuwer, R., Egorov, G., Lambert, S. R., Al-freih, M., Pete, J., Olcott, D., & Rodes, V., Aranciaga, I., Bali, M., Alvarez, A. v, Roberts, J., Pazurek, A., Raffaghelli, J. E., Panagiotou, N., Coëtlogon, P. de, Shahadu, S., Brown, M., Asino, T. I., Tumwesige, J., Reyes, R., Ipenza, E. B., ... Paskevicius, M. (2020). A

- global outlook to the interruption of education due to COVID-19 Pandemic: Navigating in a time of uncertainty and crisis. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1–126.
- Bravo-Valdivieso, L., Milicic-Müller, N., Cuadro, A., Mejía, L., & Eslava, J. (2009). Trastornos del aprendizaje: investigaciones psicológicas y psicopedagógicas en diversos países de Sudamérica. *Ciencias Psicológicas*, III(2), 203–218.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=459545420009>
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. del C. (2015). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC): escenarios formativos y teorías del aprendizaje. *Revista Lasallista de Investigación*, 12(2), 186–193. <https://scielo.org.co/pdf/rlsi/v12n2/v12n2a19.pdf>
- Caro, G. M., & Polanco, Á. (2018). Learning difficulties and their incidence in adolescence. *Prisma Social*, 23, 366–387. <https://revistaprismasocial.es/article/view/278>
- Castañeda, L., Salinas, J., & Adell, J. (2020). Hacia una visión contemporánea de la Tecnología Educativa. *Digital Education Review*, 37, 240–268.
<https://doi.org/10.1344/der.2020.37.240-268>
- Cepeda Armijos, G. (2014). Psicología: La ciencia de las ciencias. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 16, 25–45.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441846097002>
- Chacón-Arteaga, N. L. (2014). El enfoque ético, axiológico y humanista aplicado a la educación. *VARONA*, 59, 14–22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360636905004>
- Chadwick, C. B. (2001). La psicología de aprendizaje del enfoque constructivista. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XXXI(4), 111–126.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27031405>
- Chenot, Q., Lepron, E., De Boissezon, X., & Scannella, S. (2021). Functional connectivity within the fronto-parietal network predicts complex task performance: A fNIRS study. *Frontiers in Neuroergonomics*, 2. <https://doi.org/10.3389/fnrgo.2021.718176>
- Chick, R. C., Clifton, G. T., Peace, K. M., Propper, B. W., Hale, D. F., Alseidi, A. A., & Vreeland, T. J. (2020). Using technology to maintain the education of residents during the COVID-19 pandemic. *Journal of Surgical Education*, 77(4), 729–732.
<https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.03.018>
- Colorado-Aguilar, B. L., & Edel-Navarro, R. (2015). La usabilidad de TIC en la práctica educativa. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 30.
<https://revistas.um.es/red/article/view/232611>
- Corvalán, J. (2018). El fundamento epistemológico común del análisis estructural y de la antropología cognitiva. *Cinta de Moebio*, 63, 391–405.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10159420011>
- Crawford, J., Henderson, K. B., Rudolph, J., Malkawi, B., Glowatz, M., Burton, R., Magni, P. A., & Lam, Sophia. (2020). Journal of Applied Learning & Teaching COVID-19 : 20 countries ' higher education intra-period digital pedagogy responses. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 3(1), 1–20.

- Daniel, S. J. (2020). Education and the COVID-19 pandemic. *Prospects*, 49(1–2), 91–96.
<https://doi.org/10.1007/s11125-020-09464-3>
- Dansilio, S. (2009). Cerebro y dislexia: Una revisión. *Ciencias Psicológicas*, III(2), 225–240.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=459545420011>
- Dehaene, S. (2016). El cerebro matemático. *Buenos Aires, Argentina*.
- Dehaene, S. (2019). *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven ya veces mueren los números en nuestra mente*. Siglo XXI Editores.
- Delgado Fernández, M., & Solano González, A. (2009). Estrategias didácticas creativas en entornos virtuales para el aprendizaje. *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación,”* 9(2), 1–21. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/aie>
- Díaz-Noguera, M. D., & Barragán-Sánchez, R. (2021). Centros educativos. Transformación digital y organizaciones sostenibles: Aprender y enseñar en tiempos de pandemia. In *Centros educativos: transformación digital y sostenibilidad*. Dykinson.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=792353>
- Echeita Sarrionandia, G. (2017). Educación inclusiva. Sonrisas y lágrimas. *Aula Abierta*, 46, 17–24. <https://doi.org/10.17811/rifie.46.2017.17-24>
- Estacio Cedeño, R. L., Toapanta Tonato, S. L., Quevedo Arnaiz, N. V., & Ortiz Aguilar, W. (2024). Estrategia para mejorar la disgrafía en los niños de cuarto año de la escuela Francisco de Orellana, Orellana, Ecuador. *Uniandes Episteme. Revista digital de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 11(2), 231–244.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=564677539006>
- Fisher, P. W., Reyes-Portillo, J. A., Riddle, M. A., & Litwin, H. D. (2022). Systematic Review: Nonverbal learning disability. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 61(2), 159–186. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2021.04.003>
- Fonseca, F., López, P., & Massagué, L. (2019). Modelo didáctico de tratamiento a la discalculia en escolares de la Educación Primaria. *Olimpia: Publicación Científica de La Facultad de Cultura Física de La Universidad de Granma*, 16(54), 254–268.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6981112>
- Fonseca, F., Rodríguez, L., López, P., & Massagué, L. (2019). La discalculia un trastorno específico del aprendizaje de la matemática. *ROCA. Revista Científico- Educativa de La Provincia Granma*, 15, 212–224.
- García Cedillo, I. (2018). La educación inclusiva en la Reforma Educativa de México. *Revista Nacional e Internacional de Educación Inclusiva*, 11(2), 49–62.
- García Planas, M. I., & García-Camba Vives, M. V. (2019). Evaluación del aprendizaje en los alumnos con discalculia. *Debates y Prácticas En Educación*, 4(1), 6–13.
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Proceedings TEEM 2022: Tenth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality. Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-981-99-0942-1>

- Geary, D. C. (2011). Consequences, Characteristics, and Causes of Mathematical Learning Disabilities and Persistent Low Achievement in Mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32(3), 250–263.
<https://doi.org/10.1097/DBP.0b013e318209edef>
- Ginsburg, Herbert. (2007). *Matemática básica: Test de competencia (Manual)*. TEA Ediciones.
- Goikoetxea, E. (2012). Las dificultades específicas del aprendizaje en el albor del siglo XXI. *RELIEVE - Revista Electronica de Investigacion y Evaluacion Educativa*, 18(1), 1–16.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91624440002>
- González Blanca, L. (2018). Trastorno específico del lenguaje (TEL): concepto y características. *Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad*, 4(4), 166–174. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=574660908014>
- González Zepeda, A. (2004). Aportaciones de la psicología conductual a la educación. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, 25, 15–22.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99815899003>
- Grégoire, J., Noël, M.-P., & Nieuwenhoven, C. van. (2015). TEDI-MATH -Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas. *TEA Ediciones*.
- Gros, B., & Durall, E. (2020). Retos y oportunidades del diseño participativo en tecnología educativa. *Edutec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 74, 12–24.
<https://doi.org/10.21556/edutec.2020.74.1761>
- Hernández, R. M. (2017). Impacto de las TIC en la educación: Retos y Perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325. <https://doi.org/10.20511/pyr2017.v5n1.149>
- Hernández Rojas, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles Educativos*, 30(122), 38–77.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13211181003>
- Hitt, F., & Quiroz Rivera, S. (2017). Aprendizaje de las matemáticas a través de la modelación matemática en un medio sociocultural ligado a la teoría de la actividad. *Revista Colombiana de Educación*, 73, 151–175. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413651843008>
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación [INEE]. (2017). Planea Resultados nacionales 2017 Educación. In *Media Superior Lenguaje y Comunicación Matemáticas*. <http://publicaciones.inee.edu.mx/buscadorPub/P2/A/328/P2A328.pdf>
- Janzen, W. F. W. (2020). The theoretical genesis of a teaching model at university. *Revista Tópicos Educacionais*, 26(2), 20–34.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672770904002>
- Kaufmann, L., & Von-Aster, M. (2012). Diagnostik und intervention bei rechenstörung. *Deutsches Arzteblatt International*, 109(45), 767–778.
<https://doi.org/10.3238/arztebl.2012.0767>
- Kharbat, F. F., Alshawabkeh, A., & Woolsey, M. L. (2021). Identifying gaps in using artificial intelligence to support students with intellectual disabilities from education and health

- perspectives. *Aslib Journal of Information Management*, 73(1), 101–128.
<https://doi.org/10.1108/AJIM-02-2020-0054>
- Lancheros Cuesta, D., & Carrillo Ramos, A. (2012). Modelo adaptativo para la caracterización de dificultades/discapacidades en un ambiente virtual educativo. *Dyna*, 79(175), 52–61.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49624958007>
- Landerl, K., & Moll, K. (2010). Comorbidity of learning disorders: prevalence and familial transmission. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(3), 287–294.
<https://doi.org/10.1111/J.1469-7610.2009.02164.X>
- Lebrija Trejos, A. (2012). Psicopedagogía aplicada a la enseñanza matemática. *Universidades*, 53, 57–71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37331092006>
- Lehmann, S. (2019). Fundamental structures in temporal communication networks. In P. Holme & J. Saramäki (Eds.), *Temporal network theory* (pp. 25–48). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-23495-9_2
- López Carreño, R. (2007). Los portales educativos: clasificación y componentes. *Anales de Documentación*, 10, 233–244. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63501013>
- López, M. (2016). Peso diferencial que ostentan variables cognitivas y no cognitivas en el rendimiento matemático. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 11(1), 53–64. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273346440006>
- Lu, Y., Ma, M., Chen, G., & Zhou, X. (2021). Can abacus course eradicate developmental dyscalculia. *Psychology in the Schools*, 58(2), 235–251. <https://doi.org/10.1002/pits.22441>
- Madsen, S. R., & Wilson, I. K. (2012). Humanistic Theory of Learning: Maslow. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (pp. 1471–1474). Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1022
- Margalef-Ciurana, I., & García-Tamarit, C. (2016). La aplicación de un recurso educativo digital en la dificultad de aprendizaje de la resta: Un estudio de caso. *Revista Electrónica Educare*, 20(1), 1–22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194143011013>
- Martínez-Abad, F., & León, J. (2023). Inferencia causal en investigación educativa: Análisis de la causalidad en estudios observacionales de carácter transversal. *RELIEVE*, 29(2), Artículo 3. <https://doi.org/10.30827/relieve.v29i2.26843>
- Mejía Pérez, O. (2014). La importancia de la examinación en matemáticas: un enfoque sistémico. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XLIV(2), 39–72.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27031268003>
- Mejía Salazar, G. (2020). La aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior en Tepic, Nayarit. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 11(21).
<https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.694>
- Miranda López, F. (2018). Infraestructura escolar en México: brechas traslapadas, esfuerzos y límites de la política pública. *Perfiles Educativos*, 40(161), 32–52.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13258436003>

- Miranda López, F., & Miranda López, F. (1978). Perfiles educativos. *Perfiles Educativos*, 40(161), 32–52. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982018000300032&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Moeller, K., Willmes, K., & Klein, E. (2015). A review on functional and structural brain connectivity in numerical cognition. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00227>
- Monrroy, J. F. (2015). Intervención pedagógica en la discalculia en estudiantes del segundo grado de primaria. [Trabajo académico]. Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/2170>
- Montoya, O. L., Serna, G. I., & Martínez, O. (2022). Procesos de percepción auditiva y aprendizaje motor. Revisión bibliográfica. *MHSalud*, 19(1), 1–12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237068652006>
- Mujica-Stach, A. M., & Mujica-Stach, A. M. (2001). Edusol. *EduSol*, 24(88), 117–130. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912024000300117&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2020). *La educación en un mundo tras la COVID: nuevas ideas para la acción pública*. 1–26. www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp
- Organización Mundial para la Salud. (2019). *Clasificación Internacional de Enfermedades para Estadísticas de Mortalidad y Morbilidad (CIE-11)*. Clasificación Internacional de Enfermedades Para Estadísticas de Mortalidad y Morbilidad. <https://icd.who.int/browse11>
- Ospina Carmona, J. F., Tobón Vásquez, G. del C., Montoya Londoño, D. M., & Taborda Chaurra, J. (2022). Filosofía de la mente y algunos paradigmas del aprendizaje en Psicología de la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 33, 43–69. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441871852001>
- Packer, M. J. (2019). Psicología cultural: introducción y visión general. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 37(3), 232–246. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79962488002>
- Papageorgi, I. (2018). Operant Conditioning. In T. K. Shackelford & V. A. Weekes-Shackelford (Eds.), *Encyclopedia of Evolutionary Psychological Science* (pp. 1–9). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16999-6_1047-1
- Parada-Trujillo, A. E., & Avendaño C., W. R. (2013). Ámbitos de Aplicación de la Teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva de Reuven Feurstein. *El ágora USB*, 13(2), 443–458. <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Agora/index>
- Park, J., Park, D. C., & Polk, T. A. (2013). Parietal Functional Connectivity in Numerical Cognition. *Cerebral Cortex*, 23(9), 2127–2135. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs193>
- Passiatore, Y., Costa, S., Grossi, G., Carrus, G., & Pirchio, S. (2024). Mathematics self-concept moderates the relation between cognitive functions and mathematical skills in primary school children. *Social Psychology of Education*, 27(3), 1143–1159. <https://doi.org/10.1007/s11218-023-09854-3>

- Patricia, B. L., & Sara, R. C. (2019). Dyscalculia: Clinical Manifestations, Evaluation and Diagnosis. Current Perspectives of Educational Intervention. *RELIEVE - Revista Electronica de Investigacion y Evaluacion Educativa*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.7203/relieve.25.1.10125>
- Perea, E. (2018). *Estudio comparativo de la discalculia en aulas del tercer y sexto grado del nivel primario en la Institución Educativa N° 64911 Oswaldo Lima Ruiz del distrito de Manantay – 2018*. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/169>
- Pherez, G., Vargas, S., & Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Civilizar. Ciencias Sociales y Humanas*, 18(34), 149–166. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=100258345012>
- Pinheiro-Chagas, P., Daitch, A., Parvizi, J., & Dehaene, S. (2018). Brain Mechanisms of Arithmetic: A Crucial Role for Ventral Temporal Cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 30(12), 1757–1772. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01319
- Prendes Espinosa, M. P. (2018). La Tecnología Educativa en la Pedagogía del siglo XXI: una visión en 3D. *Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 4, 6–16. <https://doi.org/10.6018/riite/2018/335131>
- Prescott, J., Gavrilescu, M., Cunnington, R., O’Boyle, M. W., & Egan, G. F. (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study using mental rotation. *Cognitive Neuroscience*, 1(4), 277–288. <https://doi.org/10.1080/17588928.2010.506951>
- Pressman, R. S. (2010). *Software Engineering: A Practitioner’s Approach* (7, Ed.). McGraw-Hill.
- Puente, A. G. (2001). Dificultades de aprendizaje y TIC: dislexia, disgrafía y discalculia. [Trabajo fin de máster, Universidad Internacional de La Rioja]. <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/528/Puente.AnaGema.pdf>
- Radford, L., & André, M. (2009). Cerebro, cognición y matemáticas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, RELIME*, 12(2), 215–250. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33511498004>
- Rodríguez A., W. C. (2003). Interacción Social y Mediación Semiótica: Herramientas para reconceptualizar la relación desarrollo-aprendizaje. *Educere*, 6(20), 369–379. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35662003>
- Rodríguez Santos, F. (2009). Educación y Neurociencia. *Psicología Educativa. Revista de los Psicólogos de la Educación*, 15(1), 27–38. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=613765489005>
- Rohizan, R., Soon, L. H., & Mubin, S. A. (2020). MathFun: A Mobile App for Dyscalculia Children. *Journal of Physics: Conference Series*, 1712(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1712/1/012030>
- Rubiales, J., Bakker, L., Russo, D., & González, R. (2016). Desempeño en funciones ejecutivas y síntomas comórbidos asociados en niños con Trastorno por déficit de atención con

- hiperactividad (TDAH). *CES Psicología*, 9(2), 99–113.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=423548400007>
- Ruiz Rastrepo, I. J., & Castro Medina, J. R. (2006). Desórdenes del procesamiento auditivo. *Iatreia*, 19(4), 368–376. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180513855004>
- Sabina Roméu, B., Saéz, Z. M., & Roméu Escobar, M. (2010). Factores de riesgo asociados a trastornos en el aprendizaje escolar: un problema sociomédico. *MediSur*, 8(4), 30–39.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180016115006>
- Salinas, D., de Moraes, C., & Schwabe, M. (2018). Programa Para La Evaluación Internacional De Alumnos (Pisa) Pisa 2018 - Resultados - Nota País México. *Ocde, I–III*, 1–12.
https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_MEX_Spanish.pdf
- Sandoval Moya, J. (2010). Construccinismo, conocimiento y realidad: una lectura crítica desde la Psicología Social. *Revista Mad. Revista del Magíster en Análisis Sistemico Aplicado a la Sociedad*, 23, 31–37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311224771005>
- Santos Fabelo, M. del C. (2006). Prevención de las disgrafías escolares: necesidad de la escuela actual para la atención a la diversidad: una mirada desde Cuba. *NÓESIS. Revista de ciencia sociales y humanidades*, 15(29), 117–133.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85902906>
- Scrich Vázquez, A. J., Cruz Fonseca, L. de los Á., Bembibre Mozo, D., & Torres Céspedes, I. (2017). La dislexia, la disgrafia y la discalculia: Sus consecuencias en la educación. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 21(1), 766–772.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552017000100003&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- SEGOB. (2020). *Diario Oficial*.
- Segura Castillo, M. (2005). El ambiente y la disciplina escolar desde el conductismo y el constructivismo. *Revista Electrónica “Actualidades Investigativas en Educación,”* 5, 1–18.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44720504001>
- Serrano, F., & Defior, S. (2004). Dislexia en español: Estado de la cuestión. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 2(2), 13–34.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293152879003>
- Serrano González-Tejero, J. M., & Pons Parra, R. M. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 13(1), 1–27. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15519374001>
- Silva Quiroz, J. (2010). El rol del tutor en los entornos virtuales de aprendizaje. *Innovación Educativa*, 10(52), 13–23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179420763002>
- Solis del Moral, S. S., & Tinajero Villavicencio, M. G. (2022). La reforma educativa inclusiva en México. Análisis de sus textos de política. *Perfiles Educativos*, XLIV(176), 120–136.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13275463008>
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software* (9, Ed.). Pearson Educación.
- Sophia, S., Viviana, E., Zárate, L., Eduardo, S., Ardila, G., Eduardo, R., & Porras, S. (2017). *Sofia- sophia*. 13, 82–95.

- Sousa, D. A. (2014). Neurociencia educativa: Mente, cerebro y educación. In *Educación Hoy Estudios*. Narcea Ediciones.
- Sousa, D. A., Jensen, E., Marina, J. A., & Alcina Zayas, S. (2016). Neurociencia educativa: mente, cerebro y educación / David A. Sousa (editor) ; con la colaboración de, Eric Jensen [y otros 6] ; prólogo a la edición española de, José Antonio Marina ; traducción, Sara Alcina Zayas. In *Neurociencia educativa: mente, cerebro y educación*. Narcea Ediciones.
- Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 96(3), 471–491.
<https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.471>
- Tamayo Lorenzo, S. (2017). La dislexia y las dificultades en la adquisición de la lectoescritura. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21(1), 423–432.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56750681021>
- Torres Cañizález, P. C., & Cobo Beltrán, J. K. (2017). Tecnología educativa y su papel en el logro de los fines de la educación. *Educere*, 21(68), 31–40.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35652744004>
- Torres Landa López, A. (2010). ¿La infraestructura educativa en las Instituciones de Educación Superior públicas mexicanas cumple con las nuevas demandas del Siglo XXI? *Apertura*, 2(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=68820827010>
- Tran, C., Smith, C., & Buschkuehl, M. (2017). Support of mathematical thinking through embodied cognition. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 2(1), 16.
<https://doi.org/10.1186/s41235-017-0053-8>
- Tustón, D. (2009). “La discalculia y el aprendizaje de la matemática en los niños/as del 5to. año de educación básica del centro escolar “Ecuador” de la ciudad de Ambato, Año lectivo 2008-8009” [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato].
https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2265/1/tebp_2009_21.pdf
- Uribe, A. E., Elliud, D., Autónoma, U., Autónoma De Yucatán, A., Yucatán, Y., Exico, M. ', Jos', J., Israel, J., & ' Endez Ojeda, M. (2022). Strategies for Inclusive Teaching of Mathematics in Basic Education: Systematic Review. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, 23(1). <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/matematica>
- Uribe Dorantes, A. E., & Méndez Ojeda, J. I. (2023). Estrategias de Enseñanza Inclusiva de las Matemáticas en Educación Básica: Revisión Sistemática. *Revista Digital: Matemática, Educación e Internet*, 23(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=607970262002>
- Valerazo, D., & Vieiro, P. (2021). Modelos mentales en alumnado con TDAH: Competencias lectora y matemática. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 8(1), 127–138. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=695273865008>
- Vidal Ledo, M., Nolla Cao, N., & Diego Olite, F. (2009). Plataformas didácticas como tecnología educativa. *Educación Médica Superior*, 23(3), 0–0.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412009000300013&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Xiangkui, Z. (2024). Humanistic Learning Theory. In *The ECPH Encyclopedia of Psychology* (pp. 1–2). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-6000-2_1089-1
- Zuñiga Sanchez, S. Y. Z. (2011). *Incidencia de la discalculia en los procesos cognitivos lógicos matemáticos* [Universidad Estatal de Milagro].

ANEXO I - TEST DISC-A

El instrumento DISC-A está compuesto por 40 preguntas dicotómicas (Sí/No). De estas, 26 ítems están ponderados con un valor de 1 cuando la respuesta indica presencia de dificultades matemáticas o cognitivas asociadas, a continuación se enlista las 40 preguntas.

1. ¿Cómo consideras tu desempeño escolar?
2. ¿Se te dificultan las matemáticas? (Sí = 1)
3. ¿Tienes problemas en saber la secuencia siguiente en series numéricas? (Sí = 1)
4. ¿Tienes problema en reconocer por nombre las figuras geométricas? (Sí = 1)
5. ¿Tienes algún tipo de apoyo para aprender matemáticas, como algún maestro externo a tu escuela?
6. ¿Tienes dificultades para leer cantidades de más de seis dígitos? (Sí = 1)
7. ¿Tienes un bajo promedio en la materia de matemáticas?
8. ¿Tienes dificultades para reconocer símbolos matemáticos? (Sí = 1)
9. ¿Usas anteojos?
10. ¿Tienes un bajo promedio en la asignatura de español?
11. ¿Escribes con la mano izquierda?
12. ¿Alguien de tu familia tiene dificultades en matemáticas? (Sí = 1)
13. ¿Puedes decir que tienes buena memoria? (No = 1)
14. ¿Prefieres una clase de una hora a una de dos horas?
15. ¿Prefieres tomar tus clases de forma presencial en lugar de en línea?

16. ¿Tienes alguna dificultad para utilizar dispositivos electrónicos?
17. ¿Tienes alguna dificultad para concentrarte en clase? (Sí = 1)
18. ¿Siempre has tenido problemas con los cálculos? (Sí = 1)
19. ¿Tienes alguna dificultad para comparar tamaños de objetos? (Sí = 1)
20. ¿Tienes alguna dificultad para comparar distancias? (Sí = 1)
21. ¿Tienes alguna dificultad para comparar pesos de objetos? (Sí = 1)
22. ¿Tienes alguna dificultad para hacer cálculos mentales? (Sí = 1)
23. ¿Gozas de buen estado físico?
24. ¿Gozas de buen estado psicológico? (Sí = 1)
25. ¿Puedes reconocer y usar correctamente los símbolos +, -, x, entre otros? (No = 1)
26. ¿Te han diagnosticado con Dislexia? (Sí = 1)
27. ¿Te han diagnosticado con Discalculia? (Sí = 1)
28. ¿Puedes leer y comprender de forma natural?
29. ¿Las dificultades en matemáticas empezaron desde temprana edad? (Sí = 1)
30. ¿Tienes problemas en relacionar términos como “dividir”, “proporcional”, “sustraer”, entre otros? (Sí = 1)
31. ¿Tienes dificultades para analizar un problema matemático? (Sí = 1)
32. ¿Sueles usar la calculadora para operaciones simples, como suma y resta?
33. ¿Usas videos tutoriales para resolver tus tareas de matemáticas?

34. ¿Te aburres frecuentemente en la clase de matemáticas?
35. ¿Tienes dificultades para leer cantidades grandes? (Sí = 1)
36. ¿Tienes dificultades para relacionar conceptos matemáticos? (Sí = 1)
37. ¿Tienes problemas para tomar la clase de matemáticas debido a factores externos o internos de tu salón de clases?
38. ¿Consideras que la pandemia hizo que tuvieras un rezago escolar?
39. ¿Tienes un bajo promedio en la mayoría de las materias?
40. ¿Consideras que necesitas clases extra en matemáticas?

ANEXO II - TEST DISC-C

El test DISC-C está compuesto por una batería de reactivos diseñados para evaluar contenidos matemáticos del currículo de secundaria en México, vinculados con las distintas tipologías de discalculia. Cada pregunta está formulada en formato de opción múltiple y mide dos aspectos principales: la precisión de la respuesta (correcta o incorrecta) y el tiempo de respuesta registrado automáticamente por la plataforma www.discalculiaclub.com.

Cada opción tiene asignado un peso diagnóstico según la calidad de la respuesta, y se complementa con una escala temporal que penaliza o bonifica el desempeño con base en el tiempo de reacción. Este análisis cruzado permite identificar bloqueos cognitivos o automatizaciones deficientes, características frecuentes en casos de discalculia. Las preguntas son las siguientes:

1. ¿Cuánto es 5 al cuadrado?
 - a) 25
 - b) 10
 - c) 20
 - d) 100
 - e) 15
 - f) 5
2. Convierte $\frac{1}{2}$ a número decimal.
 - a) 0.5
 - b) 0.05
 - c) 0.10
 - d) 0.12

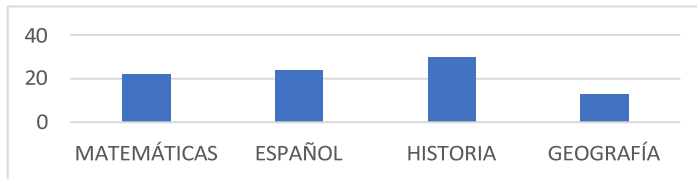
- e) 0.1
 - f) 0.2
3. Si un avión tarda 2 horas en recorrer 1600 km, ¿cuántos kilómetros recorrerá en 4 horas?
- a) 3200
 - b) 32000
 - c) 4200
 - d) 40000
 - e) 2400
 - f) 1600
4. Resuelve la operación: $8 + 13 + 21$
- a) 42
 - b) 52
 - c) 41
 - d) 42
 - e) 31
 - f) 32
5. ¿Cómo se le llama a una figura con 4 lados?
- a) Rectángulo
 - b) Trapecio
 - c) Cuadrado
 - d) Rombo
6. ¿ $\frac{4}{5}$ es más grande que $\frac{7}{8}$?
- a) No, $\frac{4}{5}$ no es más grande que $\frac{7}{8}$
 - b) Sí, $\frac{4}{5}$ es más grande que $\frac{7}{8}$
 - c) No, $\frac{4}{5}$ y $\frac{7}{8}$ son fracciones equivalentes
7. ¿Qué número sigue en la sucesión 3, 6, 9, 12, 15, __, __?
- a) 18, 21

- b) 20, 25, 30
 - c) 12, 9, 6
8. ¿Qué número sigue en la sucesión $1/5$, $1/25$, $1/125$, _?
- a) $1/625$
 - b) $1/500$
 - c) $1/250$
9. ¿Qué tipo de triángulo es el siguiente?
- a) Equilátero
 - b) Isósceles
 - c) Agudo
10. ¿Cómo se lee 1.8?
- a) Un entero ocho décimos
 - b) Uno punto ocho
 - c) Uno punto ochocientos
11. ¿Cómo se lee el resultado de $-4 - 19$?
- a) Veintitrés negativo "-23"
 - b) Quince negativo "-15"
 - c) Veintitrés positivo "23"
12. ¿Es la letra más usada para representar una variable y también es el nombre que se le da al eje horizontal de un plano cartesiano?
- a) "X"
 - b) Cualquier letra se puede utilizar
 - c) "Y"
13. ¿Cómo se le llama al símbolo π ?
- a) Se llama "pi" y tiene el valor aproximado a 3.14
 - b) Es una variable
 - c) Se llama "pi" y representa el diámetro

14. Resuelve mentalmente: ¿Cuánto es $11 + 23$?

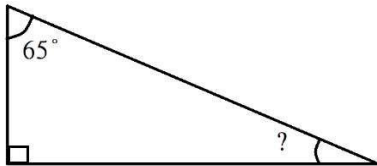
- a) 34
- b) 44
- c) 33
- d) 43

15. ¿Cuál es el dato que más se repite?



- a) Historia
- b) Español
- c) Geografía

16. ¿Cuánto vale el ángulo faltante si sabemos que la suma de los ángulos internos de un triángulo es 180° ?



- a) 25°
- b) 35°
- c) 65°

17. Encuentra la secuencia de la siguiente figura.



- a) Se repite la primera figura
 - b) Se repite la segunda figura
18. Resuelve mentalmente: ¿Cuánto es 11×7 ?
- a) 77
 - b) 70
 - c) 76
 - d) 78
19. Resuelve mentalmente: ¿Cuánto es $5a + 5a$?
- a) $10a$
 - b) 10
 - c) $2a$
 - d) No tiene solución
20. Resuelve mentalmente: Si en un salón el 40% son niños, ¿qué porcentaje serán niñas?
- a) 60%
 - b) 50%
 - c) 70%
21. ¿Cuál es el equivalente a $2/10$?
- a) 0.20
 - b) 2.00
 - c) 0.02
22. Si la temperatura de un aire acondicionado está en 21.5 grados y le disminuyen 0.80 grados, ¿a qué temperatura se encuentra?
- a) 20.7 grados

b) 20.8 grados

c) 13.5 grados

23. Carlos gana 1000 pesos a la semana. Si la mitad la usa para alimento y del resto gasta una quinta parte en internet, ¿cuánto dinero le queda?

a) 400

b) 200

c) 300

24. ¿Cuál es el perímetro de un espejo rectangular que mide 80 cm de alto y 40 cm de base?

a) 240 cm

b) 200 cm

c) 300 cm

ANEXO III – Validación de expertos de los test DISC-A Y DISC-C

Las puntuaciones dadas para el test DISC-A para el cálculo del alfa de Cronbach son las siguientes:

Expertos																	
Preguntas	E 1	E 2	E 3	E 4	E 5	E 6	E 7	E 8	E 9	E 0	E1 1	E1 2	E1 3	E1 4	E1 5	E1 6	E1 7
1	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
2	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
3	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
6	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
11	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
13	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
14	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5

15	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5
16	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
17	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5
18	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
19	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5
21	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
22	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
23	5	5	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
26	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5
31	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5
32	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5
33	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5	4	5
34	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5

35	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5
36	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
37	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
38	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
39	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
40	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Las puntuaciones dadas para el test DISC-C para el cálculo del alfa de Cronbach son las siguientes:

Items																								
Exper tos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	
											0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3
E1	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5	
E2	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	5	5	4	5	4	5
E3	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5
E4	5	5	5	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	4
E5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5
E6	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
E7	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5
E8	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	4	5

E9	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4
E10	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	5
E11	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5
E12	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	4
E13	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4
E14	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
E15	5	5	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5
E16	5	5	5	4	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4
E17	5	5	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
E18	4	4	5	4	4	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4
E19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	4	5	4
E20	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5
E21	4	4	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5
E22	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4
E23	5	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	4	5	4
E24	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4
E25	5	5	5	4	4	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4
E26	5	5	4	4	4	5	5	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	4
E27	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	4	5	4
E28	5	4	5	4	5	5	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	4

E29	4	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4
E30	4	5	5	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4
E31	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5	4	4	5	5
E32	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	4
E33	5	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5
E34	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5
E35	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5
E36	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	5
E37	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	4	4	4
E38	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	4	4
E39	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4
E40	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	
E41	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	4	5
E42	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4
E43	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	4
E44	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5
E45	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	4
E46	4	5	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	4	4
E47	5	4	4	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4
E48	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	4	4	5	4

E49	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4
E50	5	5	4	4	4	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4
E51	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4	4	5

ANEXO IV – Carta para la capacitación de los docentes

Carta otorgada por la dirección de educación secundaria para la capacitación de los 70 docentes que ayudaron a la aplicación de la detección de la discalculia de este trabajo de investigación.



UNIDAD DE SERVICIOS
PARA LA EDUCACIÓN
BÁSICA EN EL ESTADO
DE QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS, ADELANTE

Dirección de Educación Secundaria
Departamento de Escuelas Secundarias Generales
Zona Escolar 10 CLAVE: 22FIS00010C

OFICIO 058/2022-2023
ASUNTO: CONSTANCIA

EZEQUIEL MONTES, QRO. 05 DE ENERO 2023

A QUIEN CORRESPONDA
PRESENTE

Por medio de la presente hago constar que el **C. Samuel Joseph Lizarazu Cerón** asistió a impartir el Taller de "La discalculia y la tecnología educativa" este **Jueves 05 de Enero del 2023 de 09:00 a 12:00hrs** en la Escuela Secundaria General **Ezequiel Montes**, ubicada en Carr. Fed. Cadereyta s/n Ezequiel Montes, Qro.

El Taller se impartió a un total de 70 docentes de las escuelas pertenecientes a la Supervisión Escolar de Secundarias Generales Zona X con clave 22FIS0010C.

LAS ESCUELAS SON:

CENTENARIO 5 DE MAYO
EZEQUIEL MONTES
15 DE MAYO DE 1867
VILLA BERNAL
TOLLIMANI 1532
ENCARNACION CABRERA Y
TERESA DE CALCUTA

Se extiende la presente constancia para los fines que al interesado convenga, aprovechando para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Mtra. María de Jesús González Olvera
Supervisora General de la Zona Escolar 10
SECUNDARIAS GENERALES



Av. Magisterio No. 1000,
Col. Colinas del Cimantaro,
Santiago de Querétaro, Qro.,
C. P. 76090.