



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

ENTORNO INFORMÁTICO EDUCATIVO PARA NIÑOS CON DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

María Alejandra Hurtado Parra

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación

Manizales, Colombia

2018

ENTORNO INFORMÁTICO EDUCATIVO PARA NIÑOS CON DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

María Alejandra Hurtado Parra

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Administración de Sistemas Informáticos

Director:
Ph.D. Néstor Darío Duque Méndez

Línea de Investigación:
Sistemas de Información
Grupo de Investigación:

Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos - GAIA

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Administración, Departamento de Informática y Computación
Manizales, Colombia

2018

Dedicatoria

A mi ángel, que desde el cielo ha observado todo el camino que he recorrido para llegar hasta aquí.

A mi hijo, por ser la razón por la cual quiero construir un mejor mañana, por ser mi principal motivación.

A mis padres, por el apoyo incondicional que me brindaron y porque sin ellos esto no sería posible.

Agradecimientos

A mi señor Jesús y sus ángeles...

A mi director el profesor Néstor Darío Duque, por su paciencia, su dedicación y su empeño en cada etapa que viví en este proceso

A mi hermana Pilar y mi cuñado Jorge, por el apoyo, motivación y el acompañamiento que me brindaron en cada momento.

A mi hijo, por su paciencia y comprender mis momentos de ausencia. A mis padres, por el amor incondicional que siempre me brindan. Por estar a mi lado cuando más lo necesite.

A mis amigas, que entendieron mis ausencias, pero siempre me motivaban a alcanzar este logro.

A todas las personas que trabajaron a mi lado y contribuyeron para que esto fuera posible, en especial a Alejandro Hernández Valencia por su trabajo de grado que ayudó a que este trabajo tuviera un bonito resultado.

Resumen

Usualmente en los ambientes educativos, tanto virtuales como presenciales, las actividades y estrategias de aprendizaje son generalizadas y buscan atender multimodal y homogéneamente a todos los estudiantes, sin reconocer las diferencias existentes. En el caso particular de la enseñanza primaria, involucran estudiantes con diversas características y ritmos cognitivos, entre ellos niños con dificultades de aprendizaje, que se ven afectados con actividades de enseñanza y aprendizaje únicas y para todos.

Los niños en edad escolar que presentan dificultades de aprendizaje pueden retardar su proceso académico, pues requieren de actividades de aprendizaje acordes a su situación. Si no se identifican y atienden a tiempo estas dificultades el día a día de los niños puede verse afectado negativamente, no solo en lo académico sino en lo social y personal.

El proyecto se orientó al uso de TIC para diseñar y construir un entorno interactivo y las actividades educativas encaminadas a niños con dificultades de aprendizaje relacionadas con la matemática, que apoyen las estrategias específicas para el nivel de dificultad encontrada y así mismo permitan la detección preliminar y realizar el seguimiento de evolución de cada estudiante.

Palabras clave: Discalculia, dificultades de aprendizaje de la matemática, habilidades matemáticas básicas, identificación temprana, tecnologías de información y comunicación.

EDUCATIONAL COMPUTER ENVIRONMENT FOR CHILDREN WITH DIFFICULTIES OF MATH LEARNING

Abstract

Usually in educational atmospheres, like virtual and in-person, the activities and strategies of learning are generalized and try to serve multimodal and homogeneous to all the students without recognizing their existing differences. In the particular case of elementary school teaching involving students with diverse characteristics and cognitive rhythms, children with learning disabilities appear to be affected by activities of education and teaching during individual and group study.

Children of elementary age that show difficulties in learning can fall behind in their academic process. They require learning activities according to their situation. If it is not identified day by day, these difficulties can negatively affect the children, not only academically, but also in their social and personal life.

This proposal is focused to use the TIC to design and construction of an interactive environment with educational activities oriented to children with learning disabilities related to mathematics that help the specific strategies for the level of difficulty found and at the same time allow the preliminary detection and realize the continued evolution of each student

Keywords: **Dyscalculia** – Difficulty in learning mathematics, abilities simple math, early identification, technologies of information and communication.

Contenido

Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	1
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	5
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Preguntas emergentes de investigación.....	6
1.3 Objetivos	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Alcance	7
1.5 Metodología	8
1.6 Cumplimiento de objetivos	9
1.7 Principales contribuciones logradas	10
1.8 Difusión de resultados.....	11
1.9 Organización del documento.....	12
2. MARCO CONCEPTUAL	15
2.1 Marco Teórico	16
2.1.1 Educación inclusiva y TIC: conceptos generales	16
2.1.2 Dificultades específicas de aprendizaje	17
2.1.3 Dificultades Específicas de Aprendizaje de la Matemática (DAM)	19
2.1.4 Clasificación de las DAM	20
2.1.5 Características de las DAM	21
2.1.6 Causas de las DAM.....	24
2.1.7 DAM y el factor cognitivo	26
2.2 Estado del arte	28
2.2.1 Trabajos relacionados.....	28
2.3 Herramientas tecnológicas para identificación de las DAM	39
2.4 Conclusiones del Capítulo	45
3. MODELO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA	47
3.1 Conceptualización del modelo para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática	47
3.2 Niveles Cognitivos en el Modelo DAM.....	57
3.2.1 Nivel espacial	57

3.2.2	Nivel temporal	60
3.2.3	Nivel simbólico	61
3.2.4	Nivel cognitivo	63
3.3	Integración de las actividades con los elementos de evaluación	65
3.3.1	Visualización de resultados	65
3.4	Conclusión del capítulo	66
4.	ENTORNO INFORMÁTICO EDUCATIVO PARA EL MODELO PROPUESTO	69
4.1	Uso del entorno informático educativo	69
4.2	Análisis y diseño del entorno informático educativo	70
4.2.1	Capa de dominio	72
4.2.1.1	Modelos	72
4.2.1.2	Repositorios	72
4.2.1.3	Servicios	73
4.2.2	Capa de aplicación	73
4.2.3	Capa externa	73
4.2.3.1	Infraestructura	73
4.2.3.2	Interfaz de usuario	73
4.3	<i>DIAMANTE</i> - Entorno informático para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática	74
4.4	Conclusiones del capítulo	79
5.	IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN	81
5.1	FASE I – Prueba Piloto 1	81
5.2	FASE II – Prueba Piloto 2	91
5.3	FASE III Validación del Entorno <i>Diamante</i>	95
5.4	Conclusiones del Capítulo	100
6.	CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO	101
6.1	Conclusiones	101
6.2	Trabajo Futuro	102

Lista de figuras	Pág.
Figura 2-1 Evolución concepto matemático	22
Figura 2-2 Factores que influyen en la discalculia	25
Figura 3-1 Modelo propuesto.....	50
Figura 3-2 Asociación categorías de las actividades con los niveles cognitivos y habilidades cognitivas	54
Figura 4-1 Diagrama de casos de uso	71
Figura 4-2 Arquitectura del sistema	72
Figura 4-3 Árbol de componentes, página del docente	74
Figura 4-4 Página inicial <i>Diamante</i>	75
Figura 4-5 Información general de la actividad	76
Figura 4-6 Interfaz de asociación grado académico, nivel y categorías	76
Figura 4-7 Interfaz elección habilidades cognitivas	77
Figura 4-8 Interfaz inicial de la prueba DAM	77
Figura 4-9 Ejemplo de interfaz de actividades de la prueba DAM.....	78
Figura 4-10 Visualización de los resultados de la prueba DAM	78
Figura 5-1 Resultados individuales por niveles, obtenidos el grupo 1 del grado primero	90
Figura 5-2 Resultados individuales por niveles, obtenidos en todos los grupos del grado primero.....	90
Figura 5-3 Resultados individuales por niveles	94
Figura 5-4 Porcentajes obtenidos por el grado 1 evaluado en el entorno informático	98
Figura 5-5 Lista de estudiantes evaluados con Diamante.....	98
Figura 5-6 Ejemplo de resultados en detalle de la estudiante 2.....	99
Figura 5-7 Ejemplo de resultados en detalle de la estudiante 8	99

Lista de tablas	Pág.
Tabla 2-1 Clasificación dificultades específicas de aprendizaje	17
Tabla 2-2 Trabajos revisados y pruebas DAM	37
Tabla 2-3 Trabajos revisados y herramientas tecnológicas DAM.....	44
Tabla 3-1 Asociación grados académicos y puntos evaluados	51
Tabla 3-2 Ejemplo de actividades relacionadas con categorías y habilidades cognitivas para el nivel espacial.....	58
Tabla 3-3 Ejemplo de los valores de cada actividad y el porcentaje de actividades resueltas correctamente.....	59
Tabla 3-4 Ejemplo de asociación de actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel temporal	60
Tabla 3-5 Ejemplo de asociación actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel simbólico	62
Tabla 3-6 Ejemplo de asociación actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel cognitivo	63
Tabla 3-7 Porcentajes equivalentes por niveles y por total de la prueba.....	66
Tabla 5-1 Puntajes de cada nivel cognitivo relacionados con cada grado.....	82
Tabla 5-2 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado primero	84
Tabla 5-3 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado segundo	84
Tabla 5-4 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado tercero.....	85
Tabla 5-5 Resultados de los grupos del grado primero por nivel.....	85
Tabla 5-6 Resultados de los grupos del grado segundo por nivel	86
Tabla 5-7 Resultados de los grupos del grado tercero por nivel	86
Tabla 5-8 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado primero.....	87
Tabla 5-9 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado segundo	88
Tabla 5-10 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado tercero.....	89
Tabla 5-11 Puntajes de cada nivel cognitivo relacionados con grado primero	92
Tabla 5-12 Distribución de frecuencias de los resultados	93
Tabla 5-13 Resultados del grado primero por nivel.....	93
Tabla 5-14 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado primero.....	94
Tabla 5-15 Resultados del grado primero	96
Tabla 5-16 Resultados del grado primero por nivel en porcentaje	97

INTRODUCCIÓN

En la etapa de la educación infantil se incorpora la enseñanza –aprendizaje, técnicas instrumentales tales como la lectura, escritura y la matemática, que sirven como base para avanzar hacia una formación integral. Teniendo en cuenta que, a lo largo del ciclo académico, los estudiantes desarrollan su competencia matemática demostrando ciertas habilidades que con el tiempo se van perfeccionando, pero que en algunos casos existen estudiantes en la cual esas habilidades no se desarrollan de una forma exitosa, teniendo consecuencias en el proceso académico.

Según Rubo (2007) una de las mayores dificultades a las que se enfrenta hoy en día el sistema educativo es la deserción y el fracaso escolar ocasionado por bajo rendimiento académico, dificultades para acceder a la construcción del conocimiento y desmotivación frente al aprendizaje especialmente en los primeros años académicos del estudiante, y que es allí donde se inicia la construcción de los procesos lógicos matemáticos que son fundamentales para aprendizajes futuros (Rubo, 2007).

En algunos casos el origen del fracaso escolar en los estudiantes no tiene nada que ver con el interés y curiosidad, con su comportamiento o su actitud en clase; un estudiante con dificultad de aprendizaje, en especial con una dificultad específica de aprendizaje de la matemática, tienen un coeficiente intelectual promedio. Pero al no tratar, ni identificar dicha dificultad los niños suelen tener bajo rendimiento académico, retrasos educativos, entre otras dificultades.

Es importante tener presente todos los conflictos que pueden llegar a generarse dentro del aula de clase, cuando un docente no tiene las estrategias y prácticas adecuadas para atender a los niños con dificultades de aprendizaje de la matemática (DAM), ya que posiblemente no se encuentra preparado para atender a estudiantes con dicha discapacidad o no cuentan con los instrumentos necesarios para ello.

Según Butterworth, Varma, & Laurillard, (2011) en un estudio del gobierno del Reino Unido llega a la conclusión, la discalculia es actualmente el pariente pobre de la dislexia, con mucho menor perfil público, pero las consecuencias de la discalculia son tan severas como

las de la dislexia (B. Butterworth, Varma, & Laurillard, 2011, p.1049). Por tal motivo, es importante que las instituciones educativas proporcionen en apoyo, implementando metodologías adecuadas a los niños con dificultades de aprendizaje de la matemática que permita un normal desempeño en la actividad escolar dentro del aula de clase, si las estrategias aplicadas para la intervención son adecuadas, se puede orientar las actividades que apoyen a dichos estudiantes.

Las TIC pueden apoyar la labor del docente y a los estudiantes que presentan dificultades de aprendizaje de la matemática generando el desarrollo de las habilidades o competencias. Estas tecnologías llegan a ser herramientas de importancia a la hora de realizar una identificación para los niños que presentan dificultades en el momento de aprender las matemáticas y así mismo genera la intervención necesaria ofreciendo los contenidos académicos y las actividades pedagógicas correspondientes a la necesidad de cada estudiante, para su proceso de aprendizaje y evitar un fracaso en el cumplimiento de los logros establecidos por el docente.

Al realizar la revisión de literatura se observan algunas iniciativas para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática (de ahora en adelante DAM) tomando en cuenta diferentes enfoques. Pero, la mayoría de los test y/o baterías y herramientas tecnológicas consideran solo algunas características de importancia para que la identificación se realice de forma apropiada, dejando una posibilidad de una inadecuada identificación a los estudiantes evaluados.

Para esta tesis de maestría se propone un modelo para realizar una identificación de las DAM, por medio de una prueba que tiene en cuenta actividades académicas asociado a diferentes elementos. Se define información de importancia para tener en cuenta cada elemento que ayuda a realizar una identificación adecuada y también la forma de realizar los cálculos respectivos. Dicho modelo presenta un enfoque por grados académico, categorías, habilidades cognitivas y niveles cognitivos, que ayudan a la construcción de las actividades académicas para prueba DAM, a la vez es posible por medio del actor administrador poder realizar las modificaciones necesarias para ajustar de acuerdo a los intereses y necesidades de los docentes y estudiantes y así mismo él se encarga de realizar la carga de las actividades académicas para la prueba.

La validación del modelo se realizó a través de un entorno informático educativo llamado ***Diamante***. Por medio de este entorno se muestra, una prueba DAM, realizada por estudiantes de acuerdo a los grados académicos propuestos (1°, 2° y 3° de primaria), el cual permite al docente realizar una identificación de las fortalezas y debilidades, para así generar un plan de trabajo que ayude a la mejora de las debilidades encontradas.

Con el fin de analizar los resultados arrojados por la prueba de acuerdo a cada nivel evaluado, para identificar así casos de estudiantes con DAM, se evaluaron, por medio de este entorno informático, 9 estudiantes de grado primero de primaria del Colegio Aspaen Los Cerezos de la ciudad de Manizales. . La aplicación de este entorno informático permitió evidenciar la importancia de aplicar el modelo, no solo para realizar una entrega de resultados, sino para acompañar a los docentes en la detección temprana de las DAM en el aula de clase y orientar así a los estudiantes en aras de fortalecer su proceso académico. La presente investigación se enmarcó en el desarrollo del proyecto para el fortalecimiento de la investigación, creación e innovación de la Universidad Nacional de Colombia titulado «Entorno informático inclusivo para el apoyo a niños con dificultades específicas de aprendizaje», con código 35809.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este capítulo se presenta una breve descripción, presentando el planteamiento del problema y la pregunta de investigación, seguido por las preguntas emergentes de investigación, los objetivos, la metodología planteada para su cumplimiento y los resultados y/o logros obtenidos. Y por último se muestra la discusión de los resultados y la estructura del documento.

1.1 Planteamiento del problema

En los ambientes educativos se encuentran niños que tienen diferentes características, estilos y ritmos de aprendizaje. En esta diversidad los estudiantes pueden presentar algún tipo de dificultad de aprendizaje que los afectan en procesos orientados a la enseñanza y al aprendizaje. Dichas dificultades pueden generar baja autoestima, poca sociabilidad y un posible fracaso escolar.

Según Maciques (2004), los niños en edad escolar que presentan dificultades específicas de aprendizaje en los conceptos básicos de la matemática, son en la actualidad un problema que se incrementa día a día, que genera, a largo plazo dificultades que afectan diferentes áreas de la vida del niño como lo social, cognitivo y emocional. En las instituciones educativas se encuentra una cantidad de estudiantes con vacíos en la resolución de problemas que requieren del pensamiento lógico matemático, en la comprensión de símbolos, en conectar números en una situación real, entre otros, y esto puede retardar su proceso académico, si no se identifican a tiempo y no se implementan actividades acorde a su situación (Maciques Rodríguez, 2004, p.9).

Esta situación puede aumentar debido a la imposibilidad del maestro no especialista en detectar las dificultades, que son múltiples, de diferentes niveles y con manifestaciones heterogéneas (Yáñez Tellez, 2016). Incluso en el caso de percibir estas diferencias, pocas veces tiene la posibilidad de aplicar estrategias y realizar actividades académicas distintas para los estudiantes. Los maestros se enfrentan a estas situaciones sin contar con herramientas tecnológicas que le permita la identificación preliminar temprana y si lo logra, posteriormente tampoco cuenta con un programa de actividades adecuadas.

Las tecnologías de información y comunicación cuando son integradas en el aula de clase, se convierten en un instrumento que ayuda a facilitar en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática: Impacta de forma positiva a los estudiantes, y, en especial, aquellos que tienen dificultades en esta. Dichas tecnologías de información al involucrarse con la gestión pedagógica, generan una ayuda a los docentes para la identificación e intervención temprana de las DAM (Camargo Mércan, 2014).

En este sentido, la pregunta que emerge es la siguiente: *¿Qué características y componentes debe incluir un entorno informático educativo, con el fin de proporcionar apoyo al maestro en la identificación de las dificultades de los niños en el aprendizaje de la matemática, incluyendo un soporte encaminado en las estrategias de aprendizaje diferenciadas?*

1.2 Preguntas emergentes de investigación

Las preguntas que se observan a continuación nacen de la revisión del estado del arte y los problemas identificados:

- ¿Es posible definir un modelo que ayude a la identificación de la discalculia por medio de un entorno educativo informático?
- ¿Se puede representar el conocimiento formal e informal por medio de plataformas informáticas acompañado por actividades académicas que ayuden a la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática?

- ¿Es posible realizar un plan de trabajo a los estudiantes identificados con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática por medio de un entorno informático educativo acompañado por actividades académicas?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar y construir un entorno informático educativo con el fin de proporcionar apoyo al maestro en la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática en niños, el cual incluye un soporte encaminado en las estrategias de aprendizaje diferenciadas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diferenciar, las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, apoyadas desde las TIC.
- Diseñar los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.
- Construir los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.
- Validar la propuesta mediante un caso de estudio.

1.4 Alcance

Con el fin de validar la propuesta, la construcción del entorno informático educativo abarcará únicamente a niños de edad escolar (1ro – 3ro de primaria), con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, que permita dar un respaldo al docente en la identificación de los estudiantes con dicha dificultad. Adicionalmente se pretende llegar a la generación de un apoyo (entorno informático) orientado al desarrollo de estrategias de aprendizaje diferenciadas.

1.5 Metodología

ETAPA	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
<p>Etapa 1: Revisión y caracterización de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, así como los métodos empleados para la detección temprana de estrategias de aprendizaje acordes a las dificultades apoyadas desde las TIC.</p>	<p>Objetivo 1 Diferenciar las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, apoyadas desde las TIC.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificación del método relacionado con la detección temprana de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática desde la revisión bibliográfica. 2. Revisión de la literatura sobre diferentes tipos de dificultades específicas de aprendizaje de la matemática orientada a determinar posibilidades de las TIC en su detección y apoyo a niños que las padezcan. 3. Caracterización con el apoyo de las TIC de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática. 4. Definición de las estrategias de aprendizaje acordes a las dificultades específicas de aprendizaje en niños relacionadas con la matemática.
<p>Etapa 2: Diseño del entorno informático para la detección temprana de las DAM y al apoyo de las estrategias de aprendizaje orientadas a estos estudiantes.</p>	<p>Objetivo 2 Diseñar los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 5. Conceptualización del entorno informático para la detección temprana y al apoyo de las estrategias de aprendizaje orientadas a estos estudiantes. 6. Diseño de los componentes orientados a la detección temprana de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática. 7. Diseño de los componentes orientados al apoyo de las estrategias de aprendizaje para niños con estas dificultades específicas de aprendizaje.
<p>Etapa 3: Implementación y validación del entorno informático.</p>	<p>Objetivo 3 Construir los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 8. Construcción del sistema que soporta la propuesta. 9. Construcción de los recursos que soportan las actividades y estrategias de aprendizaje para niños con estas dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.

	<p>Objetivo 4 Validar la propuesta mediante un caso de estudio.</p>	<p>10. Evaluación del entorno, mediante casos de estudio.</p>
<p>Etapas 4: Informe final y difusión de resultados obtenidos en diferentes medios de divulgación científica.</p>		

1.6 Cumplimiento de objetivos

Se describe a continuación cada uno de los objetivos presentes en la tesis y se da a conocer cómo se dio el cumplimiento de estos:

- **Objetivo 1:** Diferenciar las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, apoyadas desde las TIC.

Para el cumplimiento de este objetivo se realizó una revisión de literatura específicamente de artículos científicos y capítulos de libros, la cual permitió a contextualizar los temas relacionados con las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y los aspectos involucrados con su identificación teniendo en cuenta las tecnologías informáticas. Estos resultados se encuentran en el capítulo 2 titulado «Marco teórico» donde se encuentra el marco conceptual y el estado del arte.

- **Objetivo 2:** Diseñar los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.

Para realizar el diseño de los elementos del entorno, tanto la plataforma como las actividades académicas que ayuden a la detección temprana, se adaptaron a los derechos básicos de aprendizaje de la matemática del Ministerio de Educación Nacional (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016) como guía, asociándolas (actividades académicas) con los niveles cognitivos, habilidades cognitivas, grado de escolaridad, lo cual se muestra en el capítulo 3 titulado «Modelo para la identificación de las DAM».

- **Objetivo 3:** Construir los elementos del entorno informático que permitan la detección preliminar y temprana de niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y que apoyen a los docentes en las estrategias de enseñanza.

Para realizar la construcción de la plataforma y de los elementos del que lo componen (actividades académicas), fue desarrollado en Web aprovechando herramientas y librerías de última generación. En el capítulo 4 se explican los procesos y los componentes en la construcción del entorno.

- **Objetivo 4:** Validar la propuesta mediante un caso de estudio.
Se realizó una prueba piloto y también una prueba de la plataforma para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática a estudiantes del colegio Aspaen los Cerezos. El desarrollo de este objetivo se encuentra consignado en el capítulo 5: «Implementación y validación».

1.7 Principales contribuciones logradas

Se definió un modelo para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, formado por actividades académicas que se encuentran asociadas a grado académico, categorías, niveles y habilidades cognitivas, con el fin de generar un apoyo a los docentes en el aula de clase.

La primera asociación está enfocada en los grados primero, segundo y tercero de primaria, con el objetivo de identificar el tipo de actividades que se deben presentar para la prueba DAM. La segunda asociación está basada en los contenidos académicos de cada grado, esto con el fin de generar categorías que sinteticen dichos contenidos y permitan la identificación de las debilidades y fortalezas se realice de una manera sencilla. Finalmente, la tercera asociación expone sobre los niveles (espacial, temporal, simbólico y cognitivo), que evalúan de forma global los procesos cognitivos que un estudiante debe tener desarrollados, para alcanzar satisfactoriamente los objetivos propuestos en el área de la matemática. La identificación de estos niveles, permite analizar rápidamente en qué procesos el estudiante tiene más falencias y qué habilidades cognitivas ayudan a observar el proceso que realizó el estudiante para resolver cada una de las actividades.

Es importante destacar que el modelo propuesto está definido de tal manera que se pueden realizar modificaciones de acuerdo con las necesidades del docente y del estudiante, dichas modificaciones pueden ser realizadas por el administrador. En el momento en que dicho modelo se implemente en una situación real, los docentes pueden

adquirir información de importancia que permita a la construcción de un plan de trabajo mejorando en función del proceso enseñanza- aprendizaje.

Por otro lado, para que la implementación del modelo fuera posible se realizaron 2 pruebas pilotos que ayudaron a identificar posibles inconvenientes para que la prueba DAM no diera los resultados esperados. La primera prueba piloto fue realizada en el colegio Santa Luisa de Marillac del municipio de Villamaría-Caldas, evaluando así 274 estudiantes de grado primero, segundo y tercero de primaria y la segunda prueba fue realizada en el colegio Aspaen Los Cerezos de la ciudad de Manizales, realizando la evaluación a 9 estudiantes del grado primero de primaria.

Esta propuesta se constituye en una herramienta de apoyo para los docentes en función de la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, ya que los resultados que se obtienen cuando el estudiante realiza la prueba DAM, permiten al docente mejorar los contenidos académicos problemáticos para el estudiante.

Por otro lado, se desarrolló un entorno informático educativo llamado **Diamante**. A través de este entorno se realizó una prueba DAM a las estudiantes de grado primero del Colegio ASPAEN los Cerezos, pero para que esta implementación fuera posible se desarrolló una lista de actividades que son cargadas en el entorno, utilizando como guía los Derechos Básicos del Aprendizaje de Ministerio de Educación Nacional.

La presente investigación se enmarcó en el desarrollo del proyecto para el fortalecimiento de la investigación, creación e innovación de la Universidad Nacional de Colombia titulado «Entorno informático inclusivo para el apoyo a niños con dificultades específicas de aprendizaje», con código 35809.

1.8 Difusión de resultados

Artículos en Revistas

- María Alejandra Hurtado, Néstor Darío Duque «Evaluación de las habilidades matemáticas básicas para detección temprana de discalculia» Revista Brasileña de Educación. ANPEd (Asociación Nacional de Postgrado e Investigación) (Artículo en Revisión).
- Néstor Darío Duque, Valentina Tabares, María Alejandra Hurtado Parra «Actividades de aprendizaje como apoyo al docente en la identificación temprana de discalculia»

Revista de Educación. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte español. (Artículo en Revisión).

Ponencias en Eventos

- María Alejandra Hurtado, Néstor Darío Duque, Alejandra Ríos Cardona «Herramientas tecnológicas virtuales que apoyan a los estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje: un enfoque sobre la discalculia» Evento: Congreso Internacional en Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2016. En: Cartagena 2016.
- María Alejandra Hurtado, Néstor Darío Duque «Identificación de la discalculia: enfoque sobre las áreas cognitivas afectadas en las niñas de 6-7 años» Evento: Congreso Internacional en Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativos y Accesibles – CAVA 2017. En: Argentina 2017.

Participación en Proyectos

- «Entorno informático inclusivo para el apoyo a niños con dificultades específicas de aprendizaje». Proyecto financiado por la Universidad Nacional de Colombia.

1.9 Organización del documento

El documento está organizado de la siguiente manera; en el capítulo 2 se muestra los conceptos asociados con el problema de investigación, dicho capítulo se encuentra dividido en marco teórico que toma en cuenta los conceptos generales de la inclusión y las TIC, las dificultades específicas de aprendizaje y las DAM tomando en cuenta su clasificación, sus características, las causas y su relación con el factor cognitivo y se expone la revisión del estado del arte, presentando aquellos trabajos relacionados y herramientas tecnológicas asociadas a las DAM. En el capítulo 3 se enseña el modelo propuesto, a través de la conceptualización general; los niveles cognitivos, la integración de las actividades académicas y la visualización de los resultados. En el capítulo 4 se expone el proceso de diseño del entorno informático educativo **Diamante**, en el capítulo 5 se encuentra la validación e implementación del modelo por medio de entorno informático **Diamante** y los resultados obtenidos. Finalmente, en el capítulo 6 se presentan las conclusiones y el trabajo a futuro.

2.MARCO TEÓRICO

Las aulas de clase han sido objeto de múltiples estudios enfocados en la identificación de las causas por las cuales los estudiantes no logran avanzar en los procesos curriculares, es por eso que en la actualidad la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje se ha convertido en una necesidad para comprender cuáles son esas diferencias frente al rendimiento del estudiante, sus necesidades, intereses y así mismo las capacidades reales que conlleva a tener una dificultad. En este capítulo se presentan los componentes teóricos más importantes relacionados con la investigación y la revisión de la literatura relacionada con el tema en cuestión. En la primera parte se exponen los conceptos destacados sobre la educación inclusiva y las tecnologías de información y comunicación (TIC). Se abordan las dificultades de aprendizaje y las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática (DAM), enseñando las principales características, señales y síntomas, las causas y las consecuencias. Y se realiza una revisión y una diferenciación de los niveles cognitivos y las habilidades cognitivas involucradas. En la segunda parte del capítulo se reconocen trabajos relevantes que han abordado la identificación de las DAM y las herramientas y/o técnicas utilizadas para dicha identificación. Y, por último, algunas herramientas informáticas utilizadas para la identificación de las DAM y apoya los estudiantes en su proceso escolar a través de actividades académicas; no hacen parte de una literatura científica, abordan el tema y aportan en la práctica educativa.

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Educación inclusiva y TIC: conceptos generales

Educación inclusiva

La educación inclusiva es un fenómeno que va en crecimiento en países desarrollados como en desarrollo, en el que se tiene en cuenta conceptos importantes de organismos internacionales reconocidos como la UNESCO (2008, 2011), en su programa «La educación inclusiva: el camino hacia el futuro», se define la educación inclusiva como:

« Buscar el beneficio de todos los educandos, no sólo el de los excluidos; escolares que puedan estar excluidos; ofrecer acceso igualitario a la educación o desarrollar modalidades de atención para ciertas categorías de niños, con especial cuidado de no excluirlos» (UNESCO, 2008, p.26)

Así mismo, en el portal de la UNESCO (2011), que se encuentra situado en Santiago de Chile, se define la inclusión:

«La educación inclusiva, una cuestión de derecho está relacionado con el acceso, la permanencia, la participación y los logros de todos los estudiantes, con especial énfasis en aquellos que por diferente razones, están excluidos o en riesgo de ser marginados» (UNESCO, 2011, p.1)

Las TIC y la educación inclusiva

A pesar de los avances y los grandes cambios que se han evidenciado en la actualidad en el ámbito educativo, aún se encuentran espacios vacíos respecto a la educación inclusiva en las instituciones, ya que el sistema educativo a pesar de sus esfuerzos aún se sigue caracterizando por ser rígido, e imponer currículos homogéneos que producen una exclusión en el aula de clase (Ayensa, Almenara, Moreno, & Sanmillán, 2018, p.88).

La incorporación de las nuevas tecnologías de la información ha permitido cambios significativos, ofrecen oportunidades para la educación y en especial, a la población estudiantil con dificultades de aprendizaje en el aula de clase. Estas tecnologías están ligadas a los métodos utilizados para acompañar a estos estudiantes en su proceso de aprendizaje, abre posibilidades en torno a los recursos de apoyo en los que los estudiantes

tienen la posibilidad de interactuar, observar y aprender de una manera más significativa y motivante. (Miranda Núñez, Muñoz Muñoz, & Porras Pareja, 2006; Delgado, Arrieta, & Riveros, 2009; Suriá Martínez, 2011)

2.1.2 Dificultades específicas de aprendizaje

De acuerdo a la bibliografía consultada, se puede plantear que dicho término está relacionado con los problemas que generan obstáculos al rendimiento académico o escolar. «Son individuos normales intelectualmente, que poseen capacidad de esfuerzo en la ejecución de conductas observables, pero en la práctica carecen de una satisfactoria capacidad de asimilación de conceptos. Al observar un rendimiento muy por debajo de lo esperado de acuerdo a su edad y escolaridad, el docente puede encontrar con dificultades específicas de aprendizaje ya sea en el ámbito de la lectura, escritura o matemáticas, llamado también trastornos de aprendizaje» (Magaña & Ruiz-lázaro, 2015, p.21)

Al encontrar una definición indicada, se halla una clasificación de las dificultades específicas de aprendizaje teniendo en cuenta el tipo de dificultad y sus características para así tener un acercamiento y comprender lo que abarca tener una dificultad. En la tabla 2-1 se muestra la clasificación de las dificultades específicas de aprendizaje relacionadas con la escritura, lectura y la matemática, propuesta por (Romero & Cerv, 2005)

Tabla 2-1 Clasificación dificultades específicas de aprendizaje

	NOMBRE	CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAJE CON LA ESCRITURA	DISGRAFÍA	DISGRAFÍA MOTRIZ	*Se manifiesta en lentitud *Movimientos gráficos disociados *Signos gráficos indiferenciados *Manejo incorrecto del lápiz y *Postura inadecuada al escribir
		DISGRAFÍA ESPECÍFICA	*Dificultad para reproducir las letras o palabras *Mala percepción de las formas, espacial y temporal, a los trastornos de ritmo *Compromete a toda la motricidad fina
	DISORTOGRAFÍA		* No respeta la estructuración gramatical del lenguaje *En sus escritos se observan faltas de ortografía en palabras que son familiares, omisiones o cambios en artículos y acentos.

DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAJE CON LA LECTURA	DISLEXIA	DISLEXIA FONOLÓGICA	*Estas alteraciones suelen estar asociadas a problemas de dislexia. Incluye la dificultad para dividir las palabras en sílabas y en unidades de sonido más pequeñas llamadas fonemas.
		DISLEXIA SUPERFICIAL	No reconocen palabras familiares a simple vista.
DIFICULTADES ESPECÍFICAS DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA	DISCALCULIA	DISCALCULIA VERBAL	Dificultades en nombrar las cantidades matemáticas, los números, los términos, los símbolos y las relaciones.
		DISCALCULIA PRACTONÓSTICA	Dificultades para enumerar, comparar, manipular objetos matemáticamente
		DISCALCULIA LÉXICA	Dificultades en la lectura de símbolos matemáticos
		DISCALCULIA GRÁFICA	Dificultades en la escritura de símbolos matemáticos
		DISCALCULIA IDEOGNÓSTICA	Dificultades en hacer operaciones mentales y en la comprensión de conceptos matemáticos.

Fuente: (Romero & Cerv, 2005)

Al tener la clasificación de las dificultades específicas de aprendizaje, en donde se incluyen las que se encuentran relacionadas con la escritura, de la lectura y de la matemática, teniendo en cuenta que dichas dificultades de aprendizaje pueden darse a lo largo de la vida, en el curso del proceso académico, en aprendizajes formales o no formales y que impiden el logro del aprendizaje.

El deficiente desarrollo de ciertos requisitos relacionados con las áreas cognitivas, motoras y afectivas podrán generar dificultades específicas de aprendizaje a medida que se avance en el proceso académico, por esto es importante definir e identificar las dificultades específicas de aprendizaje y así mismo, caracterizar la tipología de dificultades específicas de aprendizaje que se encuentran en un aula de clase. (Herrera & Juan Carlos Jaramillo Dueñas, 2010, p.2)

2.1.3 Dificultades Específicas de Aprendizaje de la Matemática (DAM)

Existen una serie de dificultades específicas de aprendizaje, una de ellas, de interés para esta tesis, es la discalculia, el término más utilizado para hacer referencia a las dificultades específicas de aprendizaje en la matemática. Etimológicamente significa un trastorno de la habilidad para calcular (Hijón, 2008, p.241; De Visscher & Noël, 2013, p.62). También es muy común usar la sigla DAM.

La discalculia también es definida como «dificultades que presentan estudiantes de inteligencia normal pero que rinden por debajo de su capacidad en tareas de cálculo y de solución de problemas» (Romero Pérez & Lavigne Cerván, 2004, p.75). Es importante tener en cuenta que los bajos logros aritméticos se han atribuido especialmente al déficit en las capacidades cognitivas generales, como la memoria de trabajo y la función ejecutiva (Butterworth, 2011, p.252). En este orden de ideas, es relevante examinar el funcionamiento de distintas habilidades cognitivas ya que estas subyacen a los déficits aritméticos, teniendo en cuenta así habilidades intelectuales, ejecutivas, de razonamiento y de atención (Iglesias Sarmiento, 2008, p.22).

Piaget (1981) considera de importancia vital para el desarrollo de las habilidades numéricas las habilidades de razonamiento lógico. Estas habilidades de razonamiento se evalúan en la mayor parte de los test de inteligencia actuales por lo que esperaríamos encontrar relaciones significativas entre las habilidades aritméticas y el coeficiente intelectual (Piaget, 1981).

Bernal Rodríguez (2009) expone que, la característica esencial de la discalculia se refleja en una capacidad aritmética que se sitúa sustancialmente por debajo de la esperada en individuos de edad cronológica, coeficiente de inteligencia y escolaridad acordes con la edad. Se manifiesta a través de la dificultad que tiene los niños en ejecutar, reconocer y resolver problemas matemáticos que exigen un razonamiento lógico matemático.

La discalculia, afecta a alrededor del 5% de los niños en edad escolar, ha recibido mucha menos atención de investigación frente a otras dificultades de aprendizaje, por ejemplo, la dislexia. En dos tercios de los niños afectados, la discalculia se asocia con otro trastorno del desarrollo como la dislexia, el trastorno por déficit de atención, el trastorno de ansiedad, el trastorno visual y espacial o la privación cultural (Rapin, 2016, p.13).

2.1.4 Clasificación de las DAM

En el portal de CogniFit, se observa los tipos de DAM , teniendo en cuenta que en algunas ocasiones los síntomas de la discalculia pueden llegar a ser iguales en los diferentes tipos de dificultades de aprendizaje, por ejemplo la dislexia , pero este tipo de dificultad de aprendizaje enmarca cinco tipos importantes de discalculia (CogniFit, 2015):

Discalculia verbal: representa la dificultad en nombrar y comprender los conceptos matemáticos presentados verbalmente. Los niños pueden llegar a leer o escribir los números, pero no reconocerlos cuando son pronunciados por otras personas.

Discalculia practognóstica: atiende a la dificultad para traducir su conocimiento sobre los conceptos abstracto-matemáticos a conceptos netos o reales. Estas personas son capaces de entender conceptos matemáticos, pero tienen dificultades para enumerar, comparar y manipular las operaciones matemáticas en la práctica.

Discalculia léxica: se presenta cuando existe una dificultad en la lectura de los símbolos matemáticos, los números, así como las expresiones matemáticas o ecuaciones. El niño con este tipo de discalculia puede entender los conceptos relacionados con la matemática cuando se habla de ellos, pero tiene dificultades para leerlos y comprenderlos.

Discalculia gráfica: es la dificultad para escribir símbolos matemáticos, los niños que padecen este tipo de discalculia pueden entender los conceptos matemáticos, pero no tiene la capacidad para leerlos, así como escribir o usar los símbolos matemáticos.

Discalculia ideognóstica: el niño realiza operaciones mentales, sin usar los números para llegar al resultado y para comprender conceptos o ideas relacionadas con la matemática o la aritmética. Además, el niño con este tipo de discalculia tiene dificultades para recordar los conceptos matemáticos después de aprenderlos.

Discalculia operacional: corresponde a la dificultad para ejecutar operaciones aritméticas o cálculos matemáticos tanto verbales como escritos. Una persona con discalculia operacional, será capaz de entender los números y las relaciones entre ellos, pero su dificultad se encuentra a la hora de manipular números y símbolos matemáticos para el proceso de cálculo.

Al tener la clasificación de las DAM, es importante tener en cuenta los dos grandes grupos de discalculia que existen, las cuales son: la discalculia del desarrollo, la cual se ha mencionado en los párrafos anteriores y también, la discalculia adquirida que se conoce como acalculia. Esta última, se debe a la pérdida o el deterioro de la capacidad para llevar a cabo tareas de cálculo y para manejar los números consecuentes a la patología cerebral adquirida. Los déficits de otras funciones cognitivas como la atención, la memoria a corto o largo plazo, el lenguaje, la lectura y la escritura, así como las habilidades espaciales, conducen a problemas específicos en el manejo de números o aritmética (Willmes, 2008). La acalculia es un trastorno adquirido como resultado de una lesión cerebral, posterior a la adquisición de las habilidades matemáticas (Coronado Hijón, 2015). Se divide en dos tipos:

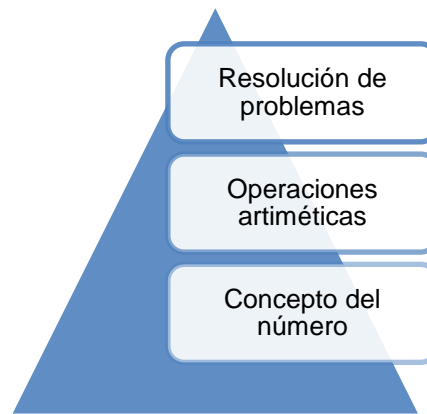
Acalculia primaria: se presenta solo en el ámbito de la matemática, sin que tenga ninguna alteración en funciones tales como el lenguaje, la memoria o las habilidades visoespaciales.

Acalculia secundaria: las dificultades matemáticas van asociadas a trastornos en otras áreas, diferenciándose la acalculia secundaria atáxica (unida a alexia y/o agrafía de número) y acalculia secundaria visoespacial (unida a alteraciones visoespaciales).

Es importante tener presente que, en este trabajo, solo se tendrá en cuenta la *discalculia del desarrollo o llamada normalmente discalculia*.

2.1.5 Características de las DAM

Smith y Rivera (1991) citado por Sánchez, J. N. G. (1995) exponen que los contenidos que cubren la enseñanza de la matemática elemental a los estudiantes con DAM se ven envueltas en una serie de categorías, y que al menos tres de ellas son esenciales para realizar una evolución adecuada en el concepto matemático (Ruiz Ahmed, 2008). La figura 2-1 presenta las 3 categorías para la evolución del concepto matemático.

Figura 2-1 Evolución concepto matemático

Fuente: Sánchez, J. N. G. (1995)

- **Concepto del número:** las primeras dificultades de la matemática surgen en el momento de adquirir las nociones básicas y los principios numéricos que son importantes para realizar una comprensión adecuada del número ya que constituye la base de toda actividad matemática, en las que se encuentran incluidas la conservación, el orden estable, clasificación, seriación, reversibilidad, etc. Los niños con DAM en este periodo donde es importante adquirir estos conocimientos, están más ligados a las percepciones con un pensamiento intuitivo (Hijón, 2008b).
- **Operaciones aritméticas:** la habilidad numérica juega un papel importante al momento de realizar las combinaciones numéricas básicas de forma correcta. Dichas combinaciones se realizan de tal manera que son automatizadas y permiten a la persona adquirir la habilidad de la resolución de problemas. En el caso específico de los niños con DAM se encuentra la dificultad de realizar estas combinaciones y así mismo, la identificación de los signos matemáticos para realizar las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación y división) (Hijón, 2008b).
- **Resolución de problemas:** para realizar una interpretación adecuada de los problemas matemáticos se requieren una serie de habilidades lingüísticas que implican que el estudiante pueda realizar una comprensión y asimilación de un conjunto de conceptos, procesos relacionados con la simbolización, así mismo la representación, la aplicación de reglas generales y la traducción de un lenguaje a otro. Se encuentran las dificultades en los estudiantes con DAM en la incapacidad de comprender, representar los problemas y seleccionar las operaciones adecuadas (Hijón, 2008b).

A medida que los estudiantes van creciendo, estas dificultades se van mostrando con más fuerza, por ello es primordial la detección temprana para evitar el fracaso escolar. La detección temprana en los casos de discalculia puede contribuir a evitar a que se llegue a una adolescencia, e incluso a una edad adulta con estas dificultades, es por eso que los docentes y los padres de familia deben estar alerta para identificar las dificultades y síntomas que pueden indicar el trastorno (CogniFit, 2015).

De acuerdo con lo comentado anteriormente, son considerados como principales características de la discalculia las que se muestran a continuación (E. P. Pérez, López, & Álvarez, 2016):

- Números espejo: Los símbolos (frecuentemente números) que son escritos al revés o rotados.
- Los dígitos de apariencia similar (6 y 9, 3 y 8) son confundidos uno con otro.
- Dificultad para tomar en cuenta correctamente la distancia entre dígitos, por ejemplo, los números 8 y 12 cuando aparecen en sucesión son leídos como 812.
- Dificultad en el reconocimiento y uso de los símbolos para los cuatro tipos de operaciones aritméticas básicas.
- Problemas para comprender los mapas.
- Problemas para prestar atención a símbolos cuando estos aparecen junto a otros símbolos.
- Dificultad para copiar números o figuras geométricas o reproducirlos de memoria.
- Problemas para entender cuestiones relacionadas con pesos, dirección, espacio o tiempo.
- Dificultad para escribir o leer el valor correcto de un número que tiene dos o más dígitos.
- Dificultad para cambiar de un tipo de operación aritmética a otra.
- Problemas para entender diferencias de magnitud entre los diferentes números, por ejemplo, darse cuenta que 93 es 4 más que 89.
- Dificultad para tomar la posición de un número con relación a otros, por ejemplo, decir qué número inmediatamente precede o sigue al 19.
- «Mala memoria» para los hechos numéricos.

- Dificultad para hacer cálculos mentales.
- Inhabilidad para hallar la vía satisfactoria de solucionar un problema matemático.
- Problemas para recordar que pasos seguir al realizar un cálculo aritmético particular.
- Dificultad para entender y responder (de manera oral o escrita) los problemas matemáticos presentados de forma verbal o visual.
- Problemas para trabajar con figuras geométricas.
- Problemas para tratar con varias unidades matemáticas.
- Incapacidad para la clasificación y medición: resulta muy complicado asociar un número con una situación de la vida real, por ejemplo, conectar el número dos «2» con la posibilidad de tener 2 caramelos, 2 libros, 2 platos, etc.

2.1.6 Causas de las DAM

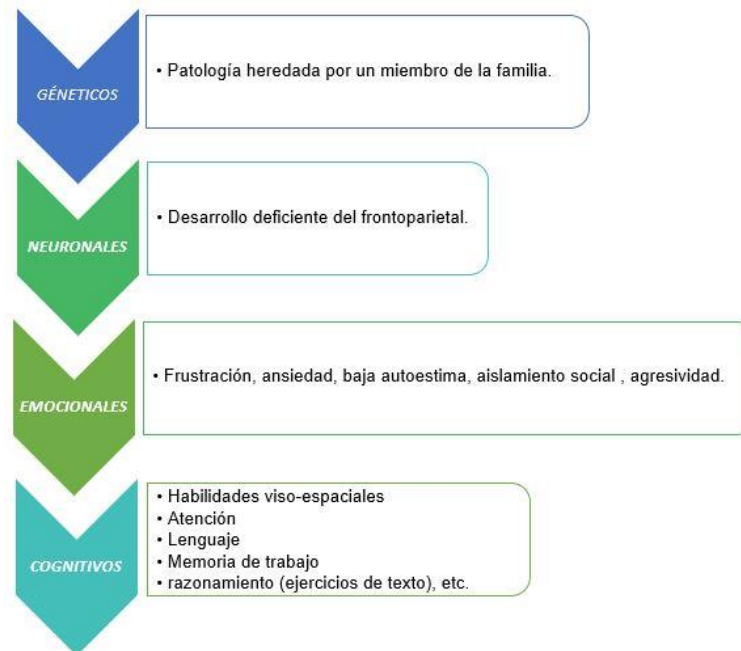
Las causas de la discalculia son diversas, por lo que en algunas ocasiones no es sencillo detectarlas, pero realizando una identificación temprana en el aula de clase, se pueden detener muchos conflictos entre el estudiante y su acercamiento a la matemática. Los factores que más se asocian con esta situación son factores genéticos, ambientales, cognitivos y afectivos, o en algunas ocasiones puede ser generada por vacíos conceptuales adquiridos en otros grados (Paucar Mendoza, 2017).

Así mismo, las situaciones que el niño atraviesa en su desarrollo, como por ejemplo la ansiedad a enfrentarse a la matemática y esto acompañado con un bajo rendimiento académico, pueden desencadenar este tipo de dificultad. Situaciones de este tipo pueden afectar la convivencia familiar que se refleja en una disminución de su autoestima (Teruel & Latorre, 2014).

Una de las causas probables para que un estudiante sufra de discalculia está relacionada con el déficit cognitivo, el cual afecta no sólo las habilidades de razonamiento lógico, sino también el pensamiento abstracto, a la percepción viso-espacial y todos los procesos relacionados con la memoria, atención organización, percepción y la falta de cuidado para realizar procesos matemáticos (Paucar Mendoza, 2017).

En resumen, los factores que influyen en un niño con discalculia, se pueden observar en la Figura 2-2, donde se presenta 5 tipos, de factores, de los cuales solo uno será desarrollado en el presente documento: el cognitivo.

Figura 2-2 Factores que influyen en la discalculia



Fuente: Elaboración propia

- *El factor genético*, la demostración clínica propone la presencia de un componente heredado en la discalculia, encontrar estas patologías es muy frecuente, ya que se presenta en más de un miembro de la familia (García-Orza, 2012,p.5).
- *Factor neuronal*, El síndrome de disfunción hemisférica derecha genera síntomas discalculícos. El síndrome hemisférico se determina por los trastornos del aprendizaje y la conducta social, y estos pueden presentarse de forma conjunta o disociada (Castaño, 2002, p.1).
- *El factor emocional*, los niños desarrollan factores que pueden desarrollar miedo por la matemática, ya que su dificultad les genera una serie de síntomas que llegan a afectar el rendimiento académico, esos síntomas pueden ser la frustración, la ansiedad y la baja autoestima (Guitart & Lateralidad y psicomotricidad, 2016).
- *Factor cognitivo*, hay que tener en cuenta que los bajos logros aritméticos se han atribuido especialmente al déficit en las capacidades cognitivas generales, como la memoria de trabajo y la función ejecutiva (Brian Butterworth, 2011). Es importante examinar el funcionamiento de distintas habilidades cognitivas ya que estas subyacen

a los déficits aritméticos, teniendo en cuenta así habilidades intelectuales, ejecutivas, de razonamiento y de atención (Iglesias Sarmiento, 2008). Piaget consideraba de importancia vital para el desarrollo de las habilidades numéricas las habilidades de razonamiento lógico. Estas habilidades de razonamiento se evalúan en la mayor parte de los test de inteligencia actuales por lo que sería esperable encontrar relaciones significativas entre las habilidades aritméticas y el coeficiente intelectual (Piaget, 1981).

2.1.7 DAM y el factor cognitivo

Para el desarrollo del presente documento se tuvo en cuenta el factor cognitivo, definido, como el encargado de desarrollar las habilidades para un procesamiento matemático correcto, al considerar dicho factor con sus habilidades cognitivas, los docentes pueden llegar a tener elementos de importancia, como actividades académicas y/o material, para así ayudar a los estudiantes enfrentar la discalculia de una manera positiva y evitar un retraso en el proceso académico.

La discalculia se presenta como una disfunción que desarrolla un patrón de deterioro cognitivo y suele identificarse con déficits en habilidades cognitivas (CogniFit, 2015). Los estudiantes desde una edad temprana desarrollan la manera de enfrentarse a situaciones cotidianas que lo llevan a dar respuesta y resolver problemas de la vida real y estas tareas son de tipo cognitivo, desarrollando destrezas que favorecen su proceso de aprendizaje (Moreno Arias, 2016).

Piaget (1941) citado por Bravo (2016) resalta que desde el punto de vista cognitivo y pedagógico, los conceptos matemáticos de mayor relevancia para el aprendizaje inicial son la comprensión de las cifras o números, los conceptos de unidad y pluralidad, adición y sustracción, el ordenamiento cuantitativo y espacial; las proporciones y la seriación (Bravo, 2016).

Las habilidades cognitivas generales incluyen la inteligencia, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento que, en cierta combinación, afectan el aprendizaje en muchos dominios académicos, incluidas la matemática. Por lo tanto, las medidas de estas habilidades tienden a correlacionarse moderada a fuertemente entre sí, la fuente de la cual se debate vigorosamente pero cada una parece evaluar algunas competencias únicas (Geary, Hoard, Nugent, & Bailey, 2012).

Un estudiante con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática de acuerdo con lo mencionado anteriormente, presenta un conjunto de problemas añadidos, como los siguientes (Andalucía, 2012):

a) *Déficits perceptivos*: generalmente, con especial incidencia en el área perceptivo-visual y más concretamente, en las habilidades de discriminación, figura-fondo y orientación espacial.

b) *Déficit de memoria*: en particular, en el funcionamiento y resultados de la memoria a corto plazo o memoria de trabajo, que dificulta mantener activas en el almacén de memoria informaciones durante un cierto tiempo. Algo, sin duda, problemático para la realización de operaciones mínimamente complejas y para la solución de problemas.

c) *Déficits simbólicos*: especialmente en el ámbito lingüístico general, pero que también se registran en las actividades de lectura y escritura.

d) *Déficits cognitivos*: que afectan a los procesos elementales del pensamiento: comparación, clasificación, deducción de inferencias, etc.

Butterworth citado por Roselli & Matute, 2011, se explica que un niño con DAM, es el resultado de defectos de la memoria, en el manejo espacial y en las habilidades lingüísticas, siendo el trastorno algo secundario a los efectos causados por los defectos cognitivos. Sin embargo, Roselli & Matute (2011), exponen una segunda posición sobre el origen de las DAM «la carencia en el concepto básico de magnitud que impide la adquisición de las habilidades matemáticas» (Roselli & Matute, 2011).

Los defectos cognitivos que se expone en el apartado anterior, se pueden evidenciar en el momento de realizar una simple operación matemática ya que intervienen una serie de habilidades matemáticas y cognitivas que ayudan a resolverla, algunas de ellas son (Tenecela Ordoñez & Abad Toral, 2014).

- Mecanismos de procesamiento verbal y/o gráfico de la información.
- Percepción, reconocimiento y producción de la caligrafía y ortografía numérica y algebraica.
- Representación número / símbolo.
- Discriminación viso-espacial (alineación de los dígitos y colocación de estos adecuadamente en el espacio).

Es fundamental que tanto los padres de familia como los docentes tengan presente de una manera más clara cuáles son esos procesos cognitivos que afectan a los estudiantes con DAM. Estos se agrupan en 4 niveles importantes teniendo en cuenta todos los procesos cognitivos afectados: espacial, temporal, simbólico y cognitivo (Cañete Blanco, 2010).

La intervención a nivel espacial deberá ir enfocada al trabajo con los números y seriación, ejercicios de esquema corporal, dibujo geométrico y delimitación gráfica de columnas. Para mejorar la orientación temporal habrá que dirigir los esfuerzos al trabajo de memoria. A nivel simbólico, el reconocimiento de los símbolos matemáticos. Por último, a nivel cognitivo habrá que reforzar los conceptos de conservación, interiorización y reversibilidad en operaciones y problemas matemáticos (Cañete Blanco, 2010).

2.2 Estado del arte

2.2.1 Trabajos relacionados

- Kernoli, Nachiman y Prichet, 1976 crearon un examen de reconocimiento llamado IRAN KIMAT y fue retomado para una evaluación realizada en la provincia de Teherán (Rajaie, Allahviridiyani, Khalili, & Sadeghi, 2011). El objetivo de este examen es distinguir el efecto de la enseñanza de la atención al desempeño matemático de los estudiantes con discalculia. Mediante 10 sesiones de trabajo los estudiantes con bajo nivel matemático entraron bajo interferencia de atención con el docente, los resultados se analizan mediante estadística descriptiva y métodos de presunción estadística (attached T). Al realizar estas sesiones de trabajo con los estudiantes se evidenció una mejora en el rendimiento matemático y en los niveles de contención de los estudiantes.

Fortalezas

- La realización de sesiones de trabajos con los estudiantes con bajo nivel matemático y los docentes, se evidenció una mejora en el rendimiento académico ya que se refuerza de forma concisa las temáticas en las cuales los estudiantes tienen falencia, sin afectar el ritmo de aprendizaje de los estudiantes que no tienen ninguna dificultad.

Limitaciones

- La enseñanza de la atención requiere de un uso del tiempo del docente fuera del aula de clase, para que dichos estudiantes con dificultades obtengan una nivelación adecuada con el resto del grupo.
- Blanco Pérez (1990) desarrolla un instrumento para la evaluación, diagnóstico y orientación en el área de matemáticas (PRECUMAT), capaz de reconocer a estudiantes con necesidades especiales educativas y/o también aquellos con problemas conductuales. Este instrumento ha sido utilizado por la autora para la realización de pruebas (Bermejo & Blanco, 2009; Pérez & Bermejo, 2009) para observar si las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática se asocian con las puntuaciones bajas en las pruebas para evaluar el coeficiente intelectual (CI). Dicho instrumento es adaptado al currículo de los distintos ciclos escolares que evalúa tanto la matemática formal como la informal, y aporta información cuantitativa como cualitativa. Consta de tres niveles que corresponden con tres ciclos de nuestro sistema educativo: segundo ciclo de educación.

Fortalezas

- Este tipo de instrumento, ayuda a realizar las modificaciones pertinentes al currículo, recogiendo el docente la información oportuna que lo apoye a realizar dicha modificación con el fin de saber a qué edad los niños deben conseguir distintas competencias en matemáticas según los objetivos de cada etapa.

Limitaciones

- Para la prueba es importante contar con el apoyo de personal capacitado que recoger la información más relevante para el análisis de resultados: profesores tutores, profesores de educación especial, un profesor universitario experto en la materia y un equipo de orientación educativa y Psicopedagógico.
- Van de Rijt, Van Luit, & Pennings (1999) crearon un test llamado Utrecht Early Numeracy Test, una última versión en español de este test ha sido estandarizada en España con el nombre Test de Evaluación Matemática Temprana de Utrecht (TEMT-U) (Navarro et al., 2009, 2010). Dicho test hace parte de las pruebas psicométricas estandarizadas construidas para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje en el aula de clase, este test evalúa el nivel de competencia matemática

temprana en los niños de 4 a 7 años de edad. Está compuesto por 40 ítems, que se aplican aproximadamente en 30 minutos. Estos ítems se agrupan en 8 actividades diferentes, es decir 8 subtest con 5 ítems cada uno. Los subtest permiten analizar el conocimiento de los estudiantes, realizando actividades correspondientes: relaciones (comparación, clasificación, correspondencia, seriación) y numéricos (conteo verbal, conteo estructurado, conteo resultante, conocimiento general del número). La evaluación se realiza de manera oral y escrita dependiendo del ítem evaluado. La información que proporciona es de forma cuantitativa y cualitativa y puede ser utilizada para realizar una detección precoz en los estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.

Fortalezas

- Los distintos componentes de la prueba permiten observar y comparar el rendimiento de cada uno de los estudiantes evaluados en las diferentes competencias matemáticas relacionadas con los aspectos relacionales y numéricos.
- La aplicación de este test se puede realizar a estudiantes tanto de transición como de primaria.

Limitaciones

- El procedimiento de calificación y corrección se debe realizar de forma manual.
 - Existen 3 versiones del test (A, B, C), aunque todas tienen el mismo propósito y no implica niveles de dificultad diferente, se evidencia que la versión A y B incluyen ítems completamente diferentes y las C es una mezcla de las otras dos versiones.
 - Al ser una prueba oral y manual al tiempo, no se puede realizar este test a una cantidad considerable de estudiantes.
-
- Connolly (2007) creó una evaluación diagnóstica para estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática llamada Key Math3, la que permite evaluar las habilidades y capacidades matemáticas y es útil para el diagnóstico de los déficits académicos relacionados con las dificultades específicas de aprendizaje; adicionalmente, permite realizar una adecuación curricular para una intervención educativa. Está disponible en dos formularios (A – B) cada uno contiene 372 ítems y se encuentran agrupados en 10 subpruebas que representan 3 áreas de contenido matemático: conceptos básicos,

operaciones y aplicaciones. 8 subtest son realizados en cuadernillos de forma escrita y 2 subtest con un cuadernillo computarizado. El análisis de los resultados se realiza por medio de KeyMath-3 DA ASSIST software.

Fortalezas

- Es una evaluación diagnóstica que puede ser utilizada con todo tipo de personas, con o sin dificultades específicas de aprendizaje y también en diferentes situaciones de aprendizaje, tanto en el aula de clase como realizar un diagnóstico de las dificultades específicas de aprendizaje por parte de expertos.
- Es utilizado para todos los niveles de la escuela primaria, manejando un inventario diagnóstico de matemáticas básicas, para así evaluar las habilidades matemáticas correspondiente al nivel de educación primaria en el cual se encuentra el estudiante.

Limitaciones

- Para realizar del análisis de la evaluación, todas las calificaciones obtenidas deben ser ingresadas una por una (calificaciones) en el software, tomando un tiempo considerable en esta operación.
 - El análisis debe ser realizado por personal capacitado, quien puede realizar una interpretación óptima de la prueba. El docente debe ser capacitado para realizar dicho proceso.
-
- Ginsburg et al., (2007) realizaron un test psicométrico llamado TEMA-3 (Test de competencia matemática básica), el cual es una prueba estandarizada que tiene como objetivo identificar las fortalezas y debilidades que tiene un estudiante en la matemática. Dicha prueba recoge resultados de investigaciones realizadas sobre el desarrollo matemático infantil y la mayoría de las actividades que se encuentran en el test surgen de estudios realizados por los creadores y por otros investigadores para examinar el conocimiento (formal e informal). Para evaluar el conocimiento informal, se tienen en cuenta las nociones y procedimiento adquiridos fuera de los contextos escolares y evaluados mediante 81 ítems. En lo que respecta al conocimiento formal, son evaluados las habilidades y conceptos que adquiere un niño en el aula de clase,

que se evalúan por medio de 31 ítems (González-Castro, Rodríguez, Cueli, Cabeza, & Álvarez, 2013; Mercader et al., 2016).

Todos los ítems recogen 8 tipos de dimensiones que permiten identificar el nivel de desarrollo aritmético del estudiante. Estas dimensiones se encuentran agrupadas en sub-escalas de la siguiente manera (Mercader et al., 2016).

- Habilidades informales: numeración, comparación, cálculo y conceptos;
- Habilidades formales: convencionalismos, hechos numéricos, cálculo y conceptos.

Fortalezas:

- Evalúa los procesos de aprendizaje del estudiante en las primeras etapas escolares, tanto conceptos formales como informales así un acercamiento de las fortalezas y debilidades que tiene sobre la competencia básica en la matemática, esto permite fundamentar las variaciones encontradas de cada estudiante.

Limitaciones:

- El test no realiza una identificación o diagnóstico a las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática porque, su propósito es proporcionar información sobre el nivel de competencia matemática de los niños.
 - Las actividades desarrolladas solo hacen parte de un tipo de conocimiento (formal e informal) y no de una habilidad cognitiva desarrollada dependiente del año cursado.
 - La evaluación del manual del test requiere de gran cantidad de tiempo y así mismo de la calificación de este, lo cual impide que pueda aplicar a una gran cantidad de estudiantes.
- Rojas, Contreras, & Arévalo (2011) realizaron una intervención didáctica para niños con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, lo que favorece el aprendizaje de dichos estudiantes a través de estrategias didácticas. Las estrategias permiten desarrollar un pensamiento complejo a partir del diseño y la resolución de problemas matemáticos, aplicación de conceptos y las habilidades matemáticas en toma de decisiones.

« La metodología didáctica pertinente para la atención de los niños con problemas de aprendizaje gira alrededor del concepto de adaptación curricular, que consiste en ajustar el programa educativo común a las posibilidades y necesidades que demande el estudiante, es decir, se deben identificar las fortalezas, debilidades y necesidades educativas de los estudiantes para planear y organizar el currículo: contenidos, metodología, estrategias y sobre todo los procesos de evaluación» (Rojas et al., 2011, p.7)

Fortalezas

- Identificación de las necesidades de cada estudiante con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, y así llevar a cabo intervenciones con el docente para la mejora de temas específicos donde se encuentran las falencias.
- En la etapa inicial se aplica un instrumento «ficha personal» donde se recoge toda la información del estudiante: familiar, social y escolar.
- Se tiene en cuenta aspectos importantes tales como la motivación, el comportamiento y los intereses de los estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje, para así desarrollar las estrategias pedagógicas y didácticas con éxito.

Limitaciones

- Al ser una identificación con información cualitativa, de tipo exploratorio y etnográfico, no es posible realizar un análisis cuantitativo que evidencie la mejora del estudiante con este tipo de estrategias didácticas.
 - Los temas evaluados solo corresponden a una población de estudiantes de grado cuarto de primaria, lo cual genera interrogantes respecto a su aplicación en otro grado escolar.
-
- El Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2013) elaboró un instrumento que permite evaluar el desarrollo de los procesos de los estudiantes en la matemática. Este instrumento permite identificar los niveles de desempeño de los estudiantes de grado segundo hasta quinto de primaria. Dicha identificación con lleva a la formulación de hipótesis sobre las dificultades específicas de aprendizaje que tienen los estudiantes. Por otro lado, los docentes con la ayuda de esta evaluación diagnóstica pueden realizar los ajustes al plan de estudios, de acuerdo con las necesidades y el nivel de desempeño de los estudiantes.

Fortalezas

- Se realiza la evaluación de acuerdo con los aprendizajes que se esperan que los niños desarrollen en el área de la matemática, y se basan en los derechos básicos de aprendizaje del Ministerio de Educación Nacional.
- La evaluación diagnóstica ayuda, a partir de lo encontrado en cada estudiante, realizar el diseño y a la cualificación de los modelos educativos flexibles realizada por los docentes donde su propósito es generar una transformación en la calidad educativa.

Limitaciones

- Es un instrumento que solo evalúa a estudiantes que se encuentran desde grado segundo hasta quinto, dejando un grado de gran importancia como el grado primero, ya que es importante evaluar como los estudiantes empiezan el primer ciclo académico.
 - No se encuentra una matriz o un formulario para escribir la información que arroja la evaluación del desempeño de cada estudiante, y de qué manera se evidencia cuál es el nivel en que se encuentra en el estudiante, así como las necesidades.
- Grégoire, Noël, & Nieuwenhoven (2015) establecieron un test para el diagnóstico de las competencias básicas en matemáticas llamado TEDI-MATH, dicha batería hace referencia a un modelo de funcionamiento cognitivo. Está orientado a evaluar específicamente los diferentes procesos cognitivos para comprender la matemática. Cuenta con 25 test agrupados en diferentes áreas: contar, numerar, comprensión del sistema numérico, operaciones lógicas, operaciones aritméticas y estimación del tamaño. Está dirigido a niños entre 4 a 8 años de edad, y su aplicación es individual, se emplean entre 30 y 60 minutos para su desarrollo.

Fortalezas

- El modelo de funcionamiento cognitivo utilizado en esta batería ayuda a comprender las causas profundas de los fenómenos observados en el momento de la evaluación.
- Es un instrumento que evalúa con profundidad a los estudiantes, ya que no es considerado como un instrumento de evaluación de rendimiento escolar.

- Aunque tiene un rango de edad para su uso, este test puede ser utilizado para comprender y ayudar a niños de grados superiores que presentan una dificultad de aprendizaje de la matemática.

Limitaciones

- Es una batería que requiere mucho tiempo para ser realizada por los estudiantes, y se debe tener en cuenta que es aplicada a niños con edades donde se requieren pausas activas, ya que su nivel de concentración es medio.
 - Al tener un modelo de funcionamiento cognitivo, no se evidencia las habilidades cognitivas (razonamiento espacial, temporal, memoria a largo plazo, funciones ejecutivas, etc.) evaluadas para así identificar una cantidad de datos de tipo personal con el objetivo de ofrecer una perspectiva comprensiva a los factores implicados con las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.
- Coronado-Hijón (2015) creó un instrumento de observación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, que diseñado con los requerimientos científicos, permita la identificación de los errores principales que cometen los estudiantes y, así mismo, si se encuentra una dificultad específica de aprendizaje. Este instrumento integra cuatro subtest que abarcan las cuatro operaciones aritméticas básicas: suma, resta, multiplicación y división y que, a su vez, tiene 20 indicadores de errores o dificultades en el aprendizaje de estas (suma, 4 indicadores; resta, 6 indicadores; multiplicación, 6 indicadores; división, 4 indicadores).

Fortalezas

- Es un instrumento que tiene como destinatario el profesorado de matemáticas, pedagogos, psicopedagogos, y psicólogos de la educación.
- Permite identificar cuáles son los principales errores y dificultades de los estudiantes en los ítems evaluados.
- Se combinan enfoques metodológicos cualitativos y cuantitativos, para así observar y realizar la toma de decisiones relacionadas los estudiantes que presentan dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.

Limitaciones

- El estudiante que se evalúe debe realizar las operaciones de cada ítem evaluado de forma escrita, lo que conlleva a la utilización de un tiempo prolongado para el análisis de las respuestas.
- El instrumento solo se enfoca en las cuatro operaciones básicas, dejando temas de relevancia y que permiten realizar una identificación más adecuada y precisa.
- Es un instrumento que no se puede realizar a un número elevado de estudiantes, ya que se deben observar cuáles son las dificultades a resolver cada ítem y debe ser registrado como comentario en la lista de cotejo.

Es meritorio resaltar los trabajos revisados fueron agrupados dependiendo el tipo de prueba o cuáles son los elementos que contiene la prueba para la ayuda de las DAM. En la Tabla 2-2 se muestra la lista de los trabajos estudiados y la prueba DAM correspondiente:

Tabla 2-2 Trabajos revisados y pruebas DAM

Trabajos revisados	Prueba Psicométrica	Prueba Curricular	Identificación DAM	Intervención DAM	Evaluación procesos cognitivos	Seguimiento por el docente
Kernoli, Nachiman and Prichet (1976) utilizado por Rajaie, Allahviridiyani, Khalili, & Sadeghi, (2011)		X		X		X
Blanco Pérez, (1990) utilizado por Bermejo & Blanco, (2009) Pérez & Bermejo, (2009)		X	X			
Van de Rijt, Van Luit, & Pennings, (1999) versión España Navarro et al., (2009, 2010)	X		X			
Connolly, (2007)		X	X			X
Ginsburg (2007)	X		X			
Rojas, Contreras, & Arévalo, (2011)		X		X		
Ministerio de Educación Nacional de Colombia, (2013)		X	X			
Grégoire, Noël, & Nieuwenhoven, (2015)	X		X		X	
Coronado-Hijón, (2015)		X	X			

Fuente: Elaboración propia

El primero y segundo enfoque (prueba psicométrica y prueba curricular) se orienta hacia la manera de evaluar las competencias matemáticas; la prueba psicométrica se refiere a la medición de aspectos relevantes en este caso sobre los componentes matemáticos que un estudiante tiene, respecto a su edad y el grado de escolar que está cursando. Estos enfoques realizan una medida objetiva y tipificada y evidencian cuáles son las fortalezas y debilidades que el estudiante tiene ante la matemática, involucrando aspectos tales como:

razonamiento, comprensión, conocimientos, planeación y organización. En el momento de tener los resultados de dichas pruebas, estos se pueden utilizar para toma de decisiones o para la intervención de un estudiante con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática. Las pruebas curriculares son pruebas de evaluación de competencia curricular basadas en temas específicos establecidos para cada grado académico evaluado, ayuda a identificar en qué aspectos el estudiante tiene dificultades para realizar la intervención adecuada por medio de modificaciones pertinentes al currículo.

El tercer y cuarto enfoque (identificación DAM e intervención DAM) se centran en el en cada procedimiento que se realizar las pruebas: una identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática que permita la identificación del estudiante que requiere refuerzo en el proceso de aprendizaje en la matemática, y una la intervención adecuada en los niños identificados con dificultades específicas de aprendizaje la matemática utilizando aspectos relevantes para llegar a un avance satisfactorio en este ámbito.

El quinto enfoque (evaluación de procesos cognitivos) se orienta en la evaluación de los procesos cognitivos, teniendo en cuenta los procedimientos que lleva a cabo el estudiante durante la evaluación; en la observación de los procesos como la atención, la memoria, el lenguaje, etc., para el desarrollo de las actividades propuestas, y, finalmente, en el análisis de cuáles son esos procesos cognitivos afectados que generan que el estudiante tenga una DAM.

Y, por último, el seguimiento por el docente, en el momento de realizar una identificación y/o intervención, es importante tener en cuenta el proceso de apoyo a estos estudiantes con DAM y esto se puede lograr gracias a la intervención del docente y como esta persona realiza el respectivo seguimiento a los estudiantes identificados.

Los enfoques adoptados por la presente investigación que más se han trabajado para esta Tesis, son la Identificación de las DAM, la intervención de las DAM, la evaluación de procesos cognitivos y el seguimiento del docente, ya que estos son necesarios para realizar un adecuado apoyo a los estudiantes con dificultades específicas de aprendizaje. Vale destacar que no se encontró una prueba que integrara estos 4 enfoques.

2.3 Herramientas tecnológicas para identificación de las DAM

La presente sección expone las herramientas tecnológicas que contribuyen a la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática y/o plan de trabajo al niño que la padece.

- Se presenta una herramienta multiplataforma creado por el autor Juan García Moreno (2010) que apoya a los docentes involucrados en enseñanza de la matemática mediante recursos educativos. Concreta de manera práctica y gráfica las líneas metodológicas utilizadas en el aula de clase que permiten a los estudiantes una interacción efectiva con los temas propuestos por el docente y, además, mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de cada uno de los estudiantes.

Fortalezas

- El manejo de recursos educativos interactivos ayuda a cada estudiante aprender y/o mejorar en temas específicos donde se encuentra una dificultad.
- La ayuda que se proporciona al docente, es indispensable para así mejorar las metodologías planeadas para la enseñanza de la matemática.

Limitaciones

- Los recursos encontrados allí solo son utilizados para mejorar la enseñanza y aprendizaje de los estudiantes, pero no para reforzar y/o ayudar a estudiantes que presentan alguna dificultad de aprendizaje de la matemática.
 - No se tiene en cuenta la presencia que algún estudiante con DAM. Su enfoque es a didáctica de la enseñanza de las matemáticas
-
- Daniel González de Vega & Javier Arroyo (2014) crearon un método llamado Smartick, el cual apoya, de forma online a cada estudiante en aras de obtener avances satisfactorios en sus los procesos matemáticos, adaptándose al estilo de aprendizaje de cada niño; ofrece, de manera, plan de estudio personalizado. Utiliza recursos didácticos sobre números, lógica, geometría, sumas y restas, multiplicación, divisiones, decimales, fracciones, problemas matemáticos. Smartick está dirigido a estudiantes de 4 a 14.

Fortalezas

- El objetivo de este método es la mejora del rendimiento de los niños para así mejorar en los informes PISA y para fortalecer la comprensión lectora necesaria para solucionar diversos problemas matemáticos.
- La herramienta destaca dos pilares fundamentales, por un lado, la adaptabilidad, ya que el sistema va mostrando las actividades de acuerdo al ritmo del niño, y cuáles son las más adecuadas para él; y, por otro lado, es el trabajo la lógica y el razonamiento.

Limitaciones

- Es una herramienta diseñada de acuerdo con la capacidad de aprendizaje del niño, sin embargo, no realiza ninguna identificación previa de esas capacidades para así brindar las actividades acordes al nivel y edad del niño.
 - Solo realiza entrenamientos, para mejorar las capacidades matemáticas, dejando a un lado la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.
- CogniFit (2015) creó una batería computarizada para la evaluación cognitiva de la discalculia o Cognitive Assessment Battery for Dyscalculia (CAB-DC). Dicha batería ayuda a detectar y analizar rápidamente la presencia de algún síntoma, rasgos y dificultades en los procesos cognitivos en la discalculia. Está dirigido a niños mayores de 7 años, jóvenes y adultos. En primera medida la persona en riesgo de discalculia debe responder a un cuestionario inicial que evalúa los síntomas y signos clínicos para su edad, la batería tiene en cuenta aspectos como el lenguaje matemático, el razonamiento matemático, relaciones sociales y aprendizaje y desarrollo. En segunda medida, la persona deberá realizar una serie de ejercicios y tareas validadas que se presentan en forma de sencillos juegos de ordenador, donde se evalúan los dominios cognitivos (atención, memoria, coordinación, percepción, razonamiento y lenguaje).

Fortalezas

- Evalúa por medio de los principales factores neuropsicológicos y así mismo, de los índices de las funciones ejecutivas.
- Emplea tecnología de inteligencia artificial (IA) que permite analizar un millar de variables que se obtienen durante la evaluación.

Limitaciones

- Los resultados generados deben ser revisados e interpretados por un profesional cualificado de la salud (psicólogo, psiquiatra, neuropsicología, neurólogo), lo que genera así dificultades para el docente (si es utilizado en el salón de clase) al momento de establecer realizar un análisis de la situación de cada estudiante evaluado.
 - En el informe de resultados se muestran los procesos cognitivos evaluados, pero no en qué ítems tuvo fallas el estudiante y por qué tiene dificultades al resolver estas actividades.
 - Falta de retroalimentación para realizar algún cambio de metodología si es requerido por el docente, es decir, realizar una intervención en el aula de clase para evitar así que el estudiante sea remitido de forma inmediata con un especialista.
- Lancheros Cuesta, Carrillo Ramos, & Pavlich Mariscal (2015) crean un módulo adaptativo, Kamachiy-Mayistru (KM), para apoyar la enseñanza a personas con dificultades de aprendizaje, generando la ayuda necesaria al docente para preparar un curso, teniendo en cuenta el perfil del alumno, el perfil de la dificultad de aprendizaje y las sugerencias de los modelos pedagógicos. Para que así, el estudiante pueda utilizar la herramienta de forma que se ajuste a sus necesidades.

El proceso a seguir de dicha herramienta es: primero se realiza una identificación del estudiante, del maestro, de las dificultades y los parámetros del curso más importantes, que se deben tener en cuenta para el proceso de adaptación e implementar por medio del modelo de datos la adaptación de cada actividad.

Fortalezas

- ✓ Es una herramienta que toma en cuenta la información de importancia del estudiante para poder realizar una adaptación de forma correcta, si es necesaria, en el momento de encontrar estudiantes con dificultades de aprendizaje.
- ✓ Toma en cuenta modelos pedagógicos para la realización de las adaptaciones de las actividades para los estudiantes con dificultades de aprendizaje.
- ✓ KM ayuda a los maestros a organizar las actividades del curso para estudiantes con y sin dificultades de aprendizaje.

Limitaciones

- ✓ En el modelo de datos que se utiliza para la adaptación de actividades, no se evidencia que se tenga en cuenta aspectos relacionados con las habilidades cognitivas (razonamiento espacial, temporal, memoria a largo plazo, funciones ejecutivas, etc.) evaluadas y poder identificar elementos de tipo personal con el objetivo de ofrecer actividades específicas relacionados con estos aspectos y realizar la adaptación en una manera más eficaz.
- Dinamo Números (2016) desarrolló un programa, Dinamo Números, con el objetivo de dar apoyo a estudiantes en riesgo de desarrollar una discalculia, ya que se obtienen resultados del nivel matemático de cada estudiante respecto a los otros estudiantes. Utiliza un enfoque de cuatro etapas importantes: evaluar, planear, intervenir y revisar, generando lo que permite generar así informes que orienten el proceso desde la evaluación hasta la intervención. Dichos informes son de corte personalizado: ofrecen recomendaciones específicas para cada estudiante evaluado.
El programa utiliza el marco NumberSenseMMR® que se representa en forma de árbol, involucrando cada ítem a evaluar. Se centra en tres áreas: el significado del número, la magnitud y la relación numérica y cada uno de estas contiene actividades a desarrollar. El perfil individual del estudiante muestra los aspectos y débiles de cada área.

Fortalezas

- Las 4 etapas que comprende Dinamo Números, ayudan a realizar una identificación de la discalculia y también los retrasos en el desarrollo de la matemática, así mismo la intervención utiliza un enfoque de tres vías utilizando planes de lección, actividades en línea y hojas de trabajo.
- Se puede realizar el seguimiento del estudiante en el momento de entrar en la etapa de intervención, para que el docente y/o el especialista pueda observar en qué temas ha mejorado y en cuáles requiere mayor esfuerzo.

Limitaciones

- Las 3 áreas de evaluación son divididas para identificar la discalculia y el retraso en el desarrollo de la matemática, lo cual conlleva a inquietudes a propósitos de cómo es identificada dicha dificultad de aprendizaje, así mismo cómo es identificado un retraso de acuerdo con los ítems evaluados.
 - La intervención es realizada solo para estudiantes que tienen retraso en el desarrollo matemático para así evitar un desarrollo de la discalculia.
-
- Velasquez Peñuela (2017) construyó una aplicación móvil llamada Discalapp, la cual permite mejorar el aprendizaje de los niños diagnosticados con dificultades específicas de aprendizaje. Por medio de terapia del juego y actividades lúdicas, teniendo en cuenta que está dividido en 4 módulos que ayudan adaptarse la aplicación de acuerdo a la necesidad del niño. El primer módulo denominado pre-diagnostico donde se encarga, por medio de actividades lúdicas, de realizar una evaluación breve para identificar qué tipo de discalculia y dislexia tiene el estudiante. El segundo módulo, denominado niveles propone actividades de acuerdo con las necesidades encontradas. El tercer módulo denominado de información, se encarga de ofrecer información importante sobre las dificultades específicas de aprendizaje a tratar. Finalmente, el cuarto módulo, ofrece información sobre la evolución que ha tenido el estudiante.

Fortalezas

- Consta de módulos que ayudan a realizar una identificación y/o una intervención adecuada al estudiante con dificultades específicas de aprendizaje de la matemática.
- Las actividades lúdicas desarrolladas para la aplicación permiten identificar las debilidades que el estudiante tiene (pre-diagnóstico) así como intervenir dichas dificultades en pro de desarrollar mejoras en el desempeño del estudiante.

Limitaciones

- No se evidencia de qué manera se realiza el pre-diagnóstico a los niños, para llegar así a la conclusión de que este tiene una dificultad de aprendizaje de la matemática.
- La aplicación móvil no se encuentra disponible en Google Play
- No se observa qué tipo de actividades ni qué temas específicos se utilizan para realizar así con éxito la intervención exitosa.

Las herramientas tecnológicas analizadas se agruparon de tal manera que se presenta los componentes orientados a desarrollar un apoyo adecuado a los estudiantes con DAM. En la Tabla 2-3 se presenta la lista de herramientas tecnológicas y herramienta DAM que corresponde.

Tabla 2-3 Trabajos revisados y herramientas tecnológicas DAM

Herramientas Tecnológicas	Identificación DAM	Intervención DAM	Evaluación procesos cognitivos	Seguimiento por el docente
Juan García Moreno (2010)		X		
Daniel González de Vega & Javier Arroyo (2014)		X	X	X
Lancheros Cuesta, Carrillo Ramos, & Pavlich Mariscal	X	X		X
COGNIFIT (2015)	X		X	
DINAMO NÚMEROS (2016)	X	X		X
Velasquez Peñuela (2017)	X	X		X

Fuente: Elaboración propia

Los enfoques utilizados son los mismos que corresponden a los trabajos revisados, pero teniendo en cuenta que son herramientas tecnológicas, es decir que todas las actividades e información se encuentran computarizadas para mayor agilidad. No se encuentran herramientas que no cumplan con los 4 enfoques propuestos, para así generar una identificación e intervención adecuada al estudiante con DAM.

2.4 Conclusiones del Capítulo

Se presentaron los conceptos relacionados con el tema de la presente investigación: los conceptos generales de inclusión y TIC, las dificultades específicas de aprendizaje y las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática. El desarrollo de estos conceptos permitió establecer la definición del modelo, entender cómo las Tecnologías de Información pueden apoyar a los estudiantes con DAM en el aula de clase. También se tiene en cuenta principales elementos que sirven de base para la definición del modelo y así mismo para su implementación.

Al realizar la revisión de literatura, se concluye que la comunidad científica muestra interés por las dificultades específicas de aprendizaje, y han propuesto enfoques que permiten realizar una evaluación o una prueba por medio de baterías o test y de herramientas tecnológicas para realizar una identificación temprana de las DAM utilizando una serie de técnicas. Sin embargo, no se encuentra un modelo que permita realizar un apoyo completo en el momento de generar una identificación.

Los enfoques de las estrategias planteadas abordan superficialmente el factor cognitivo relacionado con las DAM, hecho que deja excluidos componentes relevantes como las habilidades cognitivas y los tipos de niveles. Sin esta inclusión, será muy difícil para el docente encontrar esas debilidades y fortalezas que tiene el estudiante, ya que los test por ser manuales quitan mucho tiempo para realizar un análisis y las herramientas no cuentan con una licencia libre para el manejo de esa información.

No se encontraron herramientas y test que tengan en cuenta al momento de realizar la identificación de las DAM, realizar un plan de trabajo y seguimiento para generar una mejora al proceso enseñanza-aprendizaje y afecte de forma positiva al estudiante con DAM.

3. MODELO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE DE LA MATEMÁTICA

En este capítulo se presenta el modelo propuesto para realizar la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática (DAM), el cual tiene un enfoque principal en las actividades académicas y su relación con los niveles cognitivos, habilidades cognitivas, el grado académico y las categorías a las que pertenece. El capítulo está dividido en 4 secciones: en la primera sección se encuentra la presentación y la conceptualización del modelo; en la segunda sección se presentan los niveles cognitivos que conforman cada actividad académica para realizar el apoyo al docente en la identificación de las DAM; en la tercera sección se discute la integración del modelo; finalmente, la cuarta sección presenta las conclusiones del capítulo.

3.1 Conceptualización del modelo para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática

Cuando se aborda la matemática en la educación primaria, surge una relación entre esta y la construcción y/o formulación del currículo que se pretende aplicar en el aula de clase. Los estudiantes a medida que van avanzando en el proceso de enseñanza y aprendizaje, realizan diversas actividades académicas y lúdicas que ayudan a que dicho proceso culmine con éxito (Pérez Jimeno, 2002).

Las actividades construidas para dicho currículo, son utilizadas para la enseñanza de la matemática, y estas tienen en cuenta la existencia de aprendizaje no formal y el formal. El aprendizaje no formal inicia fuera de la escuela; por otro lado, el aprendizaje formal es adquirido dentro de un aula de clase (Universidad Camilo José Cella, 2012).

Por lo tanto, para realizar una identificación temprana de las DAM, es importante tener como aliadas a aquellas actividades que permitan evaluar el conocimiento de cada estudiante por medio de instrumentos o técnicas que visualicen el desempeño en procesos cognitivos, funciones ejecutivas, competencias comunicativas (lectura, escritura). (Bolívar Calderón, 2015)

Teniendo en cuenta los conceptos mencionados en los capítulos anteriores, la propuesta de este trabajo para la identificación de las DAM está centrada en actividades de aprendizaje y se concreta en un entorno informático que integra el proceso de implementación del test (evaluación y análisis de los resultados) a estudiantes de primaria.

El modelo se compone de **una prueba DAM, una identificación DAM, un apoyo al docente y el seguimiento a los estudiantes identificados**. Para que se pueda llevar a cabo este proceso, es importante que se asocie a las actividades académicas con diferentes aspectos tales como las categorías, los niveles cognitivos, habilidades cognitivas y grado académico. En el modelo se establece lo requerido para realizar el apoyo al docente en el aula de clase cuando un estudiante es identificado con DAM, teniendo en cuenta cada criterio evaluado y la forma como se muestran los resultados para la toma de decisiones.

El modelo propuesto tiene un enfoque en las **actividades**, las cuales son definidas de acuerdo con los derechos básicos de aprendizaje de la matemática del Ministerio de Educación Nacional (2015), y se tiene en cuenta cuáles son las temáticas y/o las habilidades que debe un estudiante de grado primero, segundo y tercero de primaria adquirir durante su proceso de aprendizaje. Para el modelo, las actividades están asociadas siempre en el momento de realizar la prueba, la identificación, el apoyo al docente.

Como se ha mencionado, se definen diferentes elementos asociados a las actividades, entre ellos los **niveles cognitivos**, que reflejan la manera de realizar un razonamiento lógico matemático y así obtener información de importancia involucrada en cada actividad.

Así mismo, se encuentran las **habilidades cognitivas** que se encargan de facilitar el conocimiento requerido para la solución de cada actividad recogiendo, analizando y

comprendiendo toda la información solicitada obtenida en la prueba. Para este modelo, las habilidades asociadas a las actividades son las siguientes: razonamiento numérico, razonamiento lógico, razonamiento espacial, razonamiento temporal, razonamiento visual, atención y funciones ejecutivas (memoria de trabajo, memoria de trabajo verbal, memoria de trabajo viso-espacial, inhibición, flexibilidad, planificación) (Acosta & Miranda, 2012; Arrieta, 2003; Riviere, 1990; Miguel Poza, 2016)

Con el fin de realizar el proceso de identificación conjuntamente con las actividades correspondientes para cada estudiante, se incorporaron los **grados académicos** (grado primero, grado segundo y grado tercero), para poder suministrar al estudiante con actividades acordes a los contenidos relacionados con las temáticas específicas.

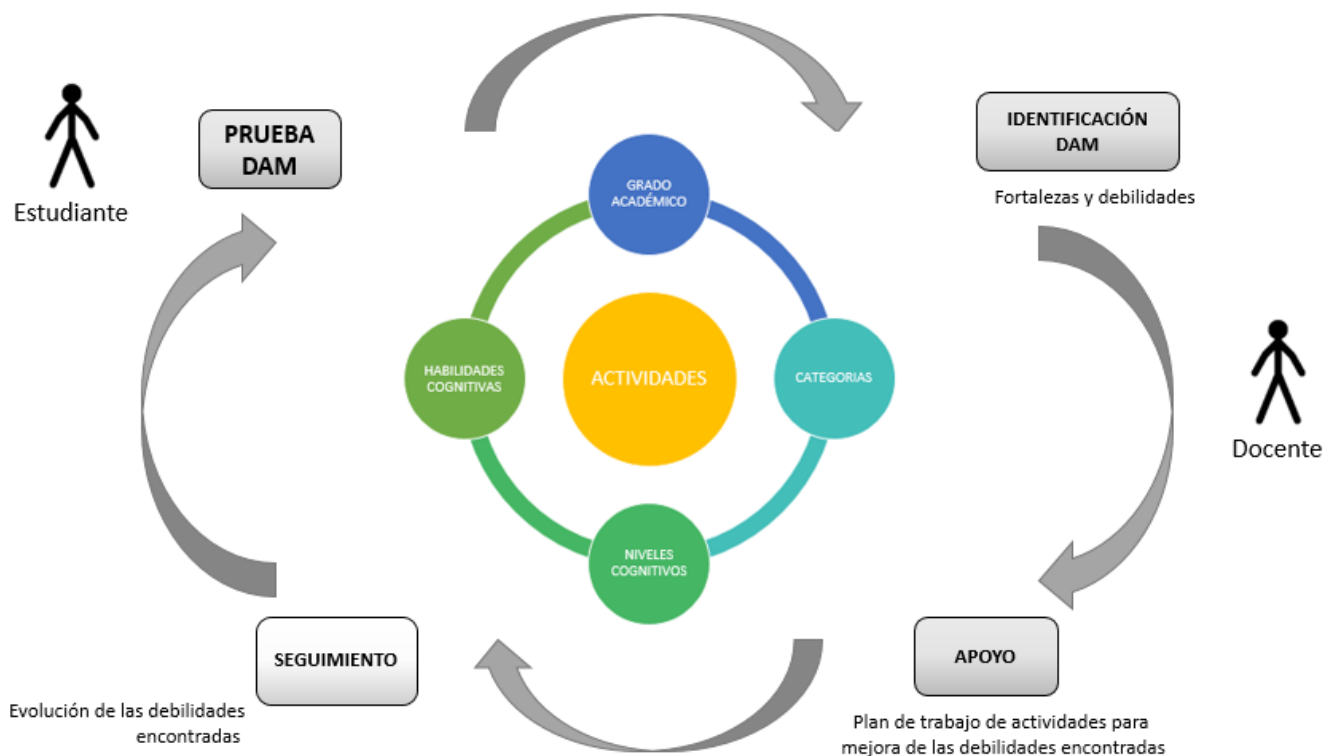
Los resultados de las actividades de cada grado y sus contenidos, permitirán que sean asociadas a categorías que ayuden a identificar en que temas específicos el estudiante tiene falencias o se encuentra con alguna dificultad de aprendizaje. Es importante resaltar que el modelo propuesto en este trabajo no se encuentra sujeto a ningún estándar de identificación de las DAM, o un tipo de batería o herramienta específica. El enfoque presentado está basado en actividades y elementos relacionados, los cuales permiten que el modelo sea implementado y, además, ir incluyendo las modificaciones necesarias manteniendo la capacidad de identificación de manera asertiva y precisa. Un esquema del modelo se muestra en la figura 3-1.

Al momento de realizar la prueba con el fin de evaluar al estudiante es necesario establecer cuál es el grado académico del estudiante, de tal manera que se facilite la relación con las actividades que se deben suministrar al estudiante teniendo en cuenta los demás elementos (nivel cognitivo, habilidad cognitiva y las categorías).

Al implementar la prueba, se hace una identificación temprana que ayuda al docente a determinar cuáles fueron las fortalezas y las debilidades encontradas. Así, teniendo en cuenta los elementos, se podrá realizar un plan de trabajo con actividades de apoyo al docente que pueden llegar a contribuir con el mejoramiento de dichas debilidades. Idealmente, el docente puede continuar realizando un seguimiento correspondiente a los estudiantes con DAM, con base en los elementos relacionados con cada actividad para

observar los resultados y determinar, si existe algún cambio de dichas debilidades. Con este fin, es necesario que el estudiante realice nuevamente la prueba para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje.

Figura 3-1 Modelo propuesto



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, es importante resaltar que los resultados obtenidos durante la evaluación de las dificultades específicas de aprendizaje (evaluación DAM) sirven de base para realizar el respectivo análisis y evidenciar cuáles son las falencias encontradas de cada estudiante y si hay presencia de una dificultad específica de aprendizaje de la matemática. Los resultados, al tenerlos organizados teniendo en cuenta cada elemento, permiten la toma de decisiones y la generación del plan de trabajo orientado a superar algunas de las dificultades.

La versatilidad del modelo, permite adicionar elementos de importancia a cada uno de los elementos para mejorar los mecanismos para la identificación temprana, el apoyo al

docente, el seguimiento y sin duda la evaluación DAM. De modo concreto, para esta tesis se proponen 4 tipos de niveles cognitivos que evalúan cada proceso en cada estudiante para la realización de cada actividad propuesta, dichos niveles se encuentran asociados a 12 habilidades cognitivas, con el propósito de realizar una evaluación detallada de cada estudiante. Es importante recordar que cada nivel está asociado con las categorías de cada actividad, que, en total, son 18 categorías repartidas en los 4 niveles. La explicación de estos elementos se encuentra a lo largo del documento.

En la tabla 3-1 se presentan los elementos del modelo propuesto y se describe cada uno de los elementos que componen cada elemento relacionado con las actividades.

Tabla 3-1 Asociación grados académicos y puntos evaluados

GRADO ACADÉMICO	PUNTOS EVALUADOS			
	Nivel Espacial	Nivel Temporal	Nivel Simbólico	Nivel Cognitivo
Grado Primero	*Dictado de números *Figuras geométricas *Ubicación izquierda/derecha *Situación en el espacio *Seriación y clasificación *Conjuntos *Ubicación en el plano Números espejo	*Secuencias temporales *Secuencias Rutinas diarias *Días de la semana *Número anterior y posterior *Memorización	*Símbolos matemáticos	*Objetos tachados *Operaciones matemáticas *Problemas matemáticos *Escribir en letra el número *Escribir en cifras el número *Selecciona el billete *Número mayor y menor
Grado Segundo	*Dictado de números *Figuras geométricas *Ubicación izquierda/derecha *Situación en el espacio *Seriación y clasificación *Conjuntos *Ubicación en el plan	*Secuencias temporales *Secuencias Rutinas diarias *Días de la semana y meses del año *Número anterior y posterior *Memorización El reloj	*Símbolos matemáticos	*Operaciones matemáticas *Problemas matemáticos *Escribir en letra el número *Escribir en cifras el número *Valor posicional Ordenar objetos

Grado Tercero	<ul style="list-style-type: none"> *Dictado de números *Figuras geométricas *Simetría de figuras e imágenes *Ubicación izquierda/derecha *Situación en el espacio *Seriación y clasificación *Conjuntos *Ubicación en el plano 	<ul style="list-style-type: none"> *Secuencias temporales *secuencias Rutinas diarias *Días de la semana y meses del año *Numero anterior y posterior *Memorización *El reloj 	<ul style="list-style-type: none"> *Símbolos matemáticos 	<ul style="list-style-type: none"> *Fracciones *Operaciones matemáticas *Problemas matemáticos *Escribir en letra el número *Escribir en cifras el número *Valor posicional *Número mayor y menor
------------------	--	---	---	--

Fuente: Elaboración Propia

Los grados académicos propuestos para esta tesis hacen parte del primer ciclo de básica primaria que comprende primero y segundo de primaria y una parte del segundo ciclo el cual corresponde el grado tercero de primaria. Al tener en cuenta los grados académicos, se puede analizar cuáles son las temáticas y/o contenidos a involucrar para que el proceso enseñanza y aprendizaje en el aula de clase sea exitoso. Lo que a la vez se asocia a los conocimientos básicos que debe tener cada estudiante, de acuerdo con el grado que curse y de allí determinar el enfoque de cada actividad desarrollada para evaluar las habilidades relacionadas. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN) los estudiantes de cada grado mencionado deben tener los siguientes conocimientos:

Grado primero: conteo de números del 0 a 99; determinar cuántos elementos hay en una colección de menos de 100 elementos; enumerar una secuencia de eventos en el tiempo; solución de distintos problemas matemáticos sencillos que involucren sumas y restas con números de 0 a 99; comprender el significado de símbolos «=», «+» «y» «-»; reconocer características en objetos; reconocer en su entorno formas geométricas sólidas; utilizar los meses del año y los días de la semana para especificar momentos en el tiempo; comunicar la posición de un objeto utilizando las palabras arriba/abajo, detrás/delante, dentro/fuera, izquierda/derecha; y reconocer y proponer patrones simples con números, ritmos o figuras geométricas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016, p.51-52).

Grado segundo: conteo de números del 0 a 999; claridad en el concepto de unidad, decena y centena; resolver problemas matemáticos que involucren sumas y restas con números de 0 a 999; ordenar objetos o eventos de acuerdo a su longitud, distancia, área, capacidad, peso y duración; comprender la multiplicación corresponde a sumar repetidas veces; realizar repartos equitativos; realizar dibujos sencillos donde representa un lugar y

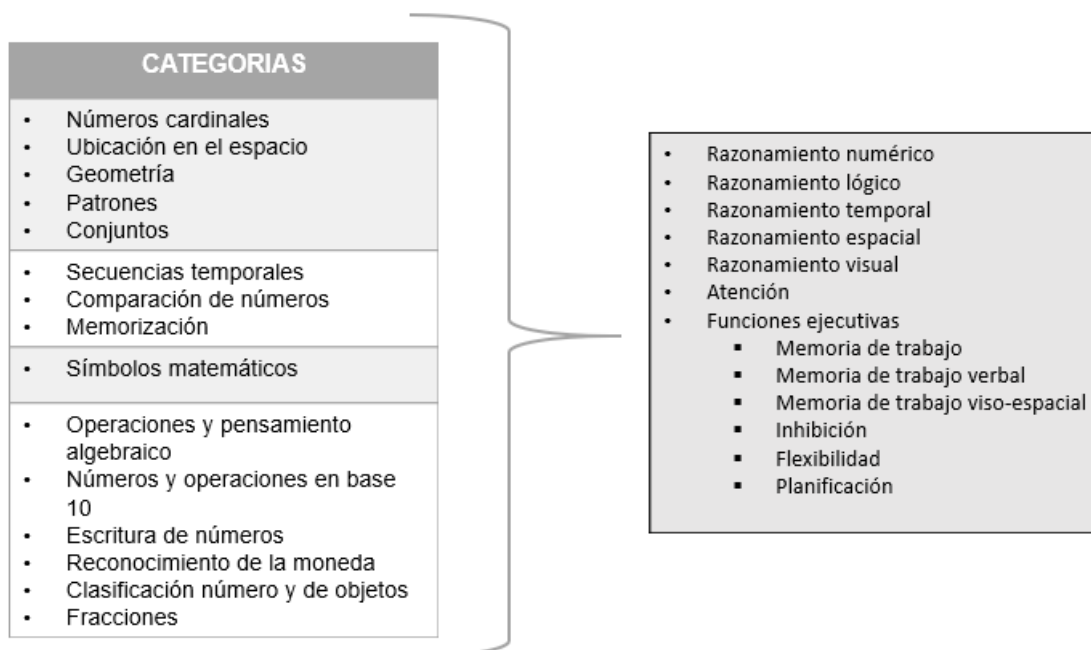
posición; reconocer figuras planas y sólidas simples; utilizar unidad y direcciones de desplazamiento para especificar posiciones; medir el largo de objetos o trayectos con unidades estándar y no estándar; leer la hora en relojes digitales y de manecillas, representar de forma gráfica grupos de objetos; reconocer y proponer patrones simples; y comprender nociones como horizontal /vertical/ paralelo /perpendicular. (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016,p. 54-55)

Grado tercero: conteo de números del 0 a 999.999; resolver distintos problemas matemáticos que involucren sumas, restas, multiplicación y división; entiende la división como la realización de repartos equitativos; multiplicar números de hasta tres cifras; comprender la relación entre la multiplicación y la división, comprender el uso de fracciones para describir situaciones en las que una unidad se divide en partes iguales; comparar fracciones sencillas; comprender el significado de la igualdad y utiliza el símbolo «=»; ampliar, reducir o reflejar figuras en una cuadrícula; ubicar lugares en mapas y describir trayectos: medir y estimar longitud, distancia, área, capacidad, peso, duración en objetos o eventos ;y reconocer y propone patrones con números figuras geométricas (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016, p.57-58).

Al tener los conocimientos nombrados anteriormente, estos son agrupados por medio de categorías para observar los resultados de la prueba DAM de manera sencilla, relacionando y así observar de forma específica las temáticas donde se encuentran debilidades en cada estudiante.

Considerando las categorías, en la figura 3-2 se muestra la asociación generada con cada uno de los niveles cognitivos y las habilidades cognitivas, para observar a detalle el modelo propuesto.

Figura 3-2 Asociación categorías de las actividades con los niveles cognitivos y habilidades cognitivas



Fuente: Elaboración propia

Las habilidades cognitivas propuestas para el modelo específico, tienen como objetivo ser un enlace entre las actividades para evaluar las operaciones, donde el pensamiento sea un reflejo que deja ver la integración de la información adquirida por el estudiante y como se apropia del contenido y el proceso que usa para resolver cada actividad (Solórzano V, 2010). Dichas habilidades son las siguientes:

- **Razonamiento numérico:** determina la capacidad del estudiante para usar los números o los conceptos numéricos para encontrar la solución lógica y correcta de cada actividad (Larrazolo, Backhoff, & Tirado Resumen, 2013).
- **Razonamiento lógico:** se tiene en cuenta la forma en como los estudiantes, al resolver las actividades relacionadas con esta habilidad, observan los números o cantidades y pueden resolver operaciones con ellas. El razonamiento lógico tiene en cuenta la identificación, la relación y la forma de operar con los números (Larrazolo et al., 2013)
- **Razonamiento espacial:** evalúa la capacidad que tiene el estudiante para visualizar los objetos en su mente y, así mismo, la habilidad que tiene para ver un objeto en diferentes posiciones sin que se pierda sus características c).

- **Razonamiento temporal:** se observa la capacidad que tiene el estudiante para la ubicación en el tiempo y la toma de conciencia de los cambios que suceden en un determinado período de tiempo (Larrazolo et al., 2013).
- **Razonamiento visual:** obtiene la información de la capacidad de un estudiante de obtener un razonamiento abstracto, para establecer relaciones de secuencias, similitudes o diferencias, analogías y patrones entre símbolos o un grupo de símbolos (Meavilla Seguí, 2005).
- **Atención:** Considera la capacidad que tiene el estudiante para generar, dirigir y mantener un estado de activación adecuado para la resolver las actividades propuestas y generar un procesamiento correcto de la información (Servera & Llabrés, 2004).
- **Funciones ejecutivas:** para esta habilidad cognitiva, se tiene en cuenta componentes que ayudan a realizar actividades complejas o establecer prioridades, donde utilizando la planificación, organización, guía y revisión se puede alcanzar una meta.

Las funciones ejecutivas utilizadas para esta tesis son las siguientes:

- **Memoria de trabajo:** evalúa la capacidad de almacenamiento temporal de la información y el procesamiento que tiene el estudiante en el momento de resolver las actividades. Este tipo de función ejecutiva también es llamada memoria a corto plazo (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005). Teniendo en cuenta 2 tipos de memoria de trabajo:
 - **Memoria de trabajo viso-espacial:** capacidad para la creación y manipulación de imágenes.
 - **Memoria de trabajo verbal:** se observa la manipulación de la información tipo verbal como palabras, números, etc.
Estos subsistemas de la memoria de trabajo se encargan de almacenar por breves periodos de tiempo una cantidad de información verbal y visual limitada.
- **Inhibición:** se observa la capacidad que tiene la estudiante para ignorar información irrelevante o distracciones en el momento de resolver la prueba (Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011).

- **Flexibilidad:** se evalúa cómo el estudiante puede adaptarse a los cambios generados en la prueba DAM, es decir, pasar de resolver un problema matemático, a tener que solucionar una secuencia temporal (Toll et al., 2011).
- **Planificación:** evalúa la capacidad para alcanzar los objetivos, es decir, qué pasos se realizan en el momento de resolver una actividad y así llegar a la respuesta correcta (Toll et al., 2011).

Desde las habilidades cognitivas, los niveles cognitivos y las categorías se puede establecer la interacción entre las actividades, la forma como la información es suministrada para realizar la identificación temprana, el plan de trabajo y el seguimiento, para que esto se lleve a cabo de una manera organizada, se definieron 3 tipos de actores:

- **Administrador:** es el encargado de realizar todos los ajustes necesarios para realizar la prueba DAM, de acuerdo con las necesidades del docente y del estudiante.
- **Estudiante:** es el encargado de realizar la prueba DAM, suministra las respuestas de cada una de las actividades propuestas para llevar a cabo la identificación de las DAM.
- **Docente:** es la persona encargada de realizar, en primera medida, el ingreso de toda la información del estudiante (nombre, edad, grado académico) para así poder recomendar las actividades relacionadas con el grado suministrado. También es el responsable de analizar las respuestas para así reconocer las fortalezas y las debilidades de los estudiantes e identificar a los estudiantes con DAM. Después de realizar dicha identificación, el docente, por medio de un plan de trabajo de acuerdo con las temáticas donde se notaron más falencias, realiza el acompañamiento al estudiante para abordar tales debilidades. Asimismo, se encarga de realizar el seguimiento al estudiante, observando cuales han sido las mejorías de las temáticas que se han reforzado, para así poder habilitar nuevamente que el estudiante realice la prueba DAM.

En la siguiente sección se presentan los niveles cognitivos propuestos con su respectiva asociación con cada categoría y habilidades cognitivas.

3.2 Niveles Cognitivos en el Modelo DAM

Como se mencionó anteriormente, el modelo propuesto presenta 4 niveles cognitivos, estos se proponen de acuerdo con las temáticas de cada actividad y la forma de suministrar información para observar las debilidades encontradas en los estudiantes.

Se propone un nivel espacial, el cual trabaja las actividades relacionadas con el entorno en el espacio y, así mismo, con los espacios geométricos. En el nivel temporal se trabaja con la capacidad que tiene el estudiante para manejar diferentes hechos o situaciones y poder situarlos en el tiempo. El nivel simbólico permite identificar si el estudiante tiene claro los símbolos matemáticos y puede relacionarlos con las operaciones básicas. Finalmente, el nivel cognitivo se relaciona con las actividades enfocadas en la resolución de problemas matemáticos, la escritura numérica y los conceptos de conservación, interiorización y reversibilidad en operaciones.

Dentro de cada nivel se encuentran las categorías asociadas tenidas en cuenta para la prueba DAM, así como las habilidades cognitivas. Al calificar cada actividad, se tendrá un valor entre 0 y 1 que corresponde al porcentaje de solución de esta. Esta calificación se aplicará a todas las actividades sugeridas por nivel.

Dado a que cada nivel es transversal a las categorías y a las habilidades cognitivas, se muestra de forma organizada la descripción de cada uno de los niveles con los elementos relacionados.

3.2.1 Nivel espacial

En este nivel se asocian los aspectos relacionados con el modo que tiene un estudiante identifica la ubicación entre su cuerpo y los objetos, con los usuarios que se encuentran relacionados. En el último caso, el estudiante resuelve una serie de actividades que dependen de la relación con el espacio y la geometría, las cuales cuentan con las características de direccionalidad, orientación, proximidad e interioridad. Además, comunica posiciones y desplazamientos utilizando términos como dentro, fuera, arriba, abajo, encima, cerca, lejos, hacia delante, etc.

Al resolver las actividades relacionadas, el nivel espacial agrupa la información suministrada para generar los reportes necesarios y mostrar la información de interés para

el docente. Su análisis evidencia si el estudiante tiene dificultades relacionada con la espacialidad.

Para que lo anterior se realice de forma correcta es importante que el nivel espacial tenga una asociación con las categorías de cada actividad y así mismo con las habilidades cognitivas relacionadas. Toda esta información que se encuentra disponible para una adecuada identificación de las DAM en los estudiantes, ayuda a poder realizar toma de decisiones y seguir con el paso del plan de trabajo.

Con el fin de observar la relación generada para este nivel y sus elementos, en la Tabla 3-2 se muestra un ejemplo basado en las categorías y las habilidades cognitivas que definen la prueba DAM.

Tabla 3-2 Ejemplo de actividades relacionadas con categorías y habilidades cognitivas para el nivel espacial

<u>GRADO PRIMERO</u>			
	ACTIVIDAD	CATEGORÍAS	HABILIDADES COGNITIVAS
NIVEL ESPACIAL	Elegir la forma correcta	Ubicación en el espacio - Geometría	Razonamiento lógico - Razonamiento espacial - atención- memoria de trabajo viso-espacial
	Serie simple con uso de figuras geométricas	Patrones - Geometría - seriación y clasificación	razonamiento lógico - razonamiento visual , memoria de trabajo viso-espacial
	¿Cuántos lados tiene la figura?	Ubicación en el espacio - Geometría	Razonamiento lógico - Razonamiento espacial - atención- memoria de trabajo viso-espacial
	Elegir el objeto que está lejos, encima y detrás del objetivo	Ubicación en el espacio	Razonamiento espacial-razonamiento lógico - memoria de trabaja viso-espacial

Fuente: Elaboración propia

El administrador de la prueba es quien debe decidir el número de actividades que cada estudiante de cualquier grado académico debe resolver en la prueba DAM. La suma de los valores y/o calificaciones obtenidos por el estudiante, se multiplica por el porcentaje total evaluado (25%) y se divide por el número de actividades resueltas, para obtener así el

porcentaje de actividades correctamente en el nivel espacial. La fórmula respectiva se presenta en la ecuación (1) y así mismo en la tabla 3-3 se observa un ejemplo de los posibles valores de cada actividad resuelta y el porcentaje del nivel espacial.

$$Nivel_Espacial = (\sum_{i=1}^n)(RA) \times \frac{PE}{NA} \quad (1)$$

Donde:

n es el número de actividades

RA es el peso o valor de cada actividad resuelta

PE es el porcentaje evaluado en el nivel espacial (25%)

NA es el número de actividades evaluadas en el nivel espacial

Tabla 3-3 Ejemplo de los valores de cada actividad y el porcentaje de actividades resueltas correctamente.

ACTIVIDADES	VALOR O CALIFICACIÓN	PORCENTAJE NIVEL ESPACIAL
Elegir la forma correcta	1.0	20.85 %
Serie simple con uso de figuras geométricas	0.5	
¿Cuántos lados tiene la figura?	1.0	
Elegir el objeto que está lejos, encima y detrás del objetivo	0.67	
Serie simple con uso de números	1.0	

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Nivel temporal

Para este nivel, se tuvo en cuenta la concepción del tiempo consiente, es decir, la ubicación que cada estudiante tiene en el momento de situar sucesos en el pasado o en el futuro. Se analiza la manera de relacionar el estudiante las nociones temporales básicas, seriación temporal, razonamiento temporal.

Todos los aspectos relacionados con este nivel se representan mediante las actividades que deben ser resueltas por el estudiante, calculando así el valor que representa el porcentaje de las actividades resueltas de forma correcta. Para el docente es importante que se realice la entrega de la información del nivel de forma oportuna para observar las falencias que tienen los estudiantes en cuanto temporalidad.

Es importante observar la relación que tienen las categorías y las habilidades cognitivas y, para esto, se muestra en la Tabla 3-4 un ejemplo de dicha asociación.

Tabla 3-4 Ejemplo de asociación de actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel temporal

GRADO PRIMERO			
	ACTIVIDAD	CATEGORÍAS	HABILIDADES COGNITIVAS
NIVEL TEMPORAL	Secuencias cotidianas	Secuencias temporales, datos de temporalidad	Razonamiento temporal-razonamiento visual, memoria de trabajo viso-espacial
	Secuencias rutinas diarias	Secuencias temporales, datos de temporalidad	Razonamiento temporal-razonamiento visual, memoria de trabajo viso-espacial
	Memorización inversa	Memorización de números	Razonamiento numérico, razonamiento visual, memoria de trabajo viso-espacial
	Encontrar la dirección	Orientación temporal, datos de temporalidad	Razonamiento numérico, razonamiento visual, memoria de trabajo viso-espacial

Fuente: Elaboración propia

Para realizar el cálculo del nivel cognitivo, se analizan las respuestas generadas en cada una de las actividades asignando un valor entre el rango 0 y 1. Se realiza el mismo procedimiento de cálculo mencionado para el nivel espacial. La fórmula (2) presenta el cálculo del nivel temporal.

$$\text{Nivel_Temporal} = (\sum_{i=1}^n)(RA) \times \frac{PT}{NA} \quad (2)$$

Donde:

n es el número de actividades

RA es el peso o valor de cada actividad resuelta

PT es el porcentaje evaluado en el nivel temporal (25%)

NA es el número de actividades evaluadas en el nivel temporal

3.2.3 Nivel simbólico

Cuando se habla de la simbología en la matemática para niños de primaria, se toma en cuenta que son imágenes que representan operaciones o relaciones entre números o valores. En el momento que el estudiante utiliza la estrategia de representación simbólica, es capaz de utilizar los números para representar conjuntos de objetos (Padilla, 2009). Las actividades representan la manera en cómo los estudiantes pueden relacionar los símbolos básicos en cada operación aritmética (suma, resta, multiplicación y división), dependiendo del grado académico.

La importancia generada en el momento que un estudiante tenga una comprensión real de los símbolos, de su significado y así mismo sabe en qué momento aplicar dicha operación matemática, ayuda poder realizar una asociación con las habilidades cognitivas para identificar que debilidades tiene el estudiante. La Tabla 3-5 se observa un ejemplo de la agrupación de los elementos (categorías – habilidades cognitivas).

Tabla 3-5 Ejemplo de asociación actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel simbólico

GRADO PRIMERO			
	ACTIVIDAD	CATEGORÍAS	HABILIDADES COGNITIVAS
NIVEL SIMBÓLICO	Seleccionar el operador	Símbolos matemáticos	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo
	Añadir objetos a un conjunto	Símbolos matemáticos	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo
	Eliminar objetos de un conjunto	Símbolos matemáticos	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Para la generación del cálculo del nivel simbólico, se toma los mismos valores utilizados para los niveles mencionados anteriormente (rango 0-1) realizando el mismo procedimiento, donde se toma la suma de los valores asignados a cada actividad para multiplicarlos con el porcentaje evaluado en este nivel, para este caso es el 25% y se divide por el número de actividades resueltas. La fórmula se representa en la ecuación (3).

$$Nivel_Simbólico = \left(\sum_{i=1}^n\right)(RA) \times \frac{PS}{NA} \tag{3}$$

Donde:

n es el número de actividades

RA es el peso o valor de cada actividad resuelta

PS es el porcentaje evaluado en el nivel simbólico (25%)

NA es el número de actividades evaluadas en el nivel simbólico

3.2.4 Nivel cognitivo

El enfoque cognitivo se relaciona con la manera de precisar las funciones procesadas en cada actividad resuelta por el estudiante, la cual evidencia los errores cometidos, con el fin de comprender cuáles fueron los procesos y las estrategias que utilizó para llegar a las respuestas, teniendo en cuenta factores como, la asimilación el concepto del número, como efectúa las operaciones matemáticas, como resuelve los problemas matemáticos, entre otros (Iglesias Sarmiento, 2008).

Todo procesamiento cognitivo permite captar, codificar, almacenar y trabajar la información con el fin de obtener algún producto mental, en este caso las actividades relacionadas con este nivel, donde los estudiantes deben resolverlas teniendo en cuenta procedimientos que ayuden a comprender la información y así dar la respuesta de dichas actividades.

Dichos procesos cognitivos se ven relacionados con las habilidades cognitivas y para este nivel también existe una relación con las categorías para obtener información relevante e identificar dificultades en el momento de la solución de cada actividad. Para observar dichas relaciones en la Tabla 3-6 se muestra un ejemplo de esta.

Tabla 3-6 Ejemplo de asociación actividades con las categorías y las habilidades cognitivas para el nivel cognitivo

GRADO PRIMERO			
	ACTIVIDAD	CATEGORÍAS	HABILIDADES COGNITIVAS
NIVEL COGNITIVO	Sumas Verticales	Operaciones y pensamiento algebraico, escritura de números	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo
	Problemas matemáticos	Operaciones y pensamiento algebraico, escritura de números	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo, planificación, inhibición
	Seleccionar en cifras en número	Escritura de números	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo, atención

Valor del billete	Reconocimiento de la moneda	Razonamiento numérico, razonamiento lógico, memoria de trabajo, atención
-------------------	-----------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Al obtener las respuestas de todas las actividades relacionadas con el nivel cognitivo de la prueba DAM, el proceso a seguir es el cálculo del nivel cognitivo, este es realizado de la misma manera que los demás niveles mencionados, teniendo siempre en cuenta que el porcentaje evaluado para cada nivel es del 25% y finalmente se tiene un total de la prueba con los 4 niveles cognitivos evaluados del 100%. La ecuación (4) muestra la fórmula para dicho cálculo.

$$Nivel_Cognitivo = (\sum_{i=1}^n)(RA) \times \frac{PC}{NA}$$

(4)

Donde:

n es el número de actividades

RA es el peso o valor de cada actividad resuelta

PC es el porcentaje evaluado en el nivel cognitivo (25%)

NA es el número de actividades evaluadas en el nivel cognitivo

Al tener los porcentajes de cada uno de los niveles cognitivos evaluados, es importante obtener el resultado total de la prueba, donde se evidencia el porcentaje de actividades que se encuentran correctas de cada uno de los estudiantes y así conseguir la información que es de interés para el docente. Dicha información ayuda identificar de forma temprana cuáles son las dificultades que tiene cada estudiante y quiénes podrían tener una dificultad específica de aprendizaje de la matemática. Adicionalmente, contribuye en la construcción del plan de trabajo. En la ecuación (5) se observa la manera de realizar el cálculo del resultado de la prueba DAM.

$$TOTAL = \sum(Nivel\ Espacial) + (Nivel\ Temporal) + (Nivel\ Simbolico) + (Nivel\ Cognitivo)$$

(5)

3.3 Integración de las actividades con los elementos de evaluación

El modelo propuesto se centra en las actividades de aprendizaje que se utilizan para la prueba DAM y la generación del plan de trabajo para enfrentar dificultades específicas. Es importante resaltar que las actividades deben estar asociadas con el grado académico, las categorías, las habilidades cognitivas y los niveles cognitivos, con el fin de generar información primordial para la identificación DAM.

La estructura que tiene el modelo permite agregar nuevas habilidades y categorías, donde en primera medida al determinar la necesidad de agregar los elementos mencionados anteriormente, se debe tener en cuenta la asociación a una actividad, esta acción la debe realizar el administrador.

El modelo se orienta a la identificación de las DAM, proporcionando información significativa al docente con el fin de ver las fortalezas y las debilidades de cada estudiante, de acuerdo a cada nivel evaluado, y de manera tal que de forma global que la prueba DAM sirva para construir un plan de trabajo orientado a la mejora de las debilidades identificadas.

La manera de visualizar los resultados busca que el docente pueda comprender e identificar fácilmente cuáles son los inconvenientes que han tenido los estudiantes evaluados. Esto ayudará a observar los estudiantes que obtuvieron puntajes altos, medios y bajos y así tomar las decisiones más adecuadas para cada caso.

3.3.1 Visualización de resultados

Con la finalidad de que el docente pueda obtener resultados que permitan identificar las fortalezas y debilidades de cada estudiante y así mismo visualizar cuáles son los estudiantes identificados de forma temprana con DAM, se establece una manera sencilla de dicha visualización que ayude, después de realizada la prueba DAM, a mostrar los resultados según los colores de señales de advertencia, para este caso serían **naranja, azul y verde**. Dichos colores ayudan a distinguir claramente cuáles son los niveles cognitivos con relación a las categorías y habilidades cognitivas que se encuentra con

mayores problemas y para los cuales se debe realizar el plan de trabajo para mejorar las dificultades encontradas.

Cada nivel evaluado tiene un valor total del 25% y la prueba total del 100%. El color naranja muestra los estudiantes que son identificados con DAM y cuáles son los niveles cognitivos con más inconvenientes. Los estudiantes que obtuvieron en cada nivel un valor final menor 12.5% y que en el valor total de la prueba DAM obtuvo un valor menor 49.6%, el otro color utilizado es el azul y allí se ubican los estudiantes que se encuentran una serie de dificultades en los niveles evaluados pero que no tienen tendencia a tener DAM; estos son, los estudiantes que obtuvieron un valor total igual 12.5% y menor 20% de cada nivel y donde el valor total de la prueba está mayor al 49,6% y menor a 79.6% Por último, se tiene el color verde donde se representa los estudiantes que no tienen ninguna dificultad en la matemática y tiene un valor final de cada nivel mayor al 20% y menor a 25% y una prueba total mayor al 79,6% y menor al 100%. En la tabla 3-7 se muestra los colores representativos y los porcentajes equivalente por niveles y por total de la prueba.

Tabla 3-7 Porcentajes equivalentes por niveles y por total de la prueba

Color representativo	% por nivel	% total
Naranja	< 12.5	< 49.6
Azul	12.5 < 20	49.6 < 79.6
Verde	20 < 25	79.6 < 100

Fuente: Elaboración propia

3.4 Conclusión del capítulo

El modelo planteado para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática en estudiantes de primaria (primer, segundo y tercer grado académico), ayuda a diseñar e implementar la prueba para identificar las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática, permitiendo la identificación de fortalezas y debilidades de acuerdo a los niveles evaluados asociados con las habilidades cognitivas, a la vez que permite generar un plan de trabajo que ayude a los docentes en el aula de clase para enfrentar las situaciones encontradas.

El modelo propuesto no tiene en cuenta ningún estándar para realizar una identificación de las DAM, toma elementos de otra propuesta y ambientes que sirven para una adecuada

identificación, generar un plan de trabajo y el seguimiento a los estudiantes con DAM. Al realizar modificaciones en los elementos que se tienen en cuenta (grado académico, categorías, habilidades cognitivas, niveles), el administrador puede adicionar nuevos datos relacionados con los elementos, para generar al docente la información de importancia.

El modelo considera diferentes vacíos encontrados en la revisión del estado del arte y su enfoque ayuda a realizar una implementación real, perfilándose como una herramienta para la identificación de las dificultades específicas de aprendizaje de la matemática en el aula de clase.

4. ENTORNO INFORMÁTICO EDUCATIVO PARA EL MODELO PROPUESTO

En este capítulo se presentan los componentes que se encuentran asociados al análisis y el diseño del entorno informático educativo que apoya al modelo para realizar la identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática. Para el desarrollo del entorno informático educativo se involucró un estudiante de pregrado para la construcción de su trabajo de grado.

4.1 Uso del entorno informático educativo

Los entornos informáticos educativos, dentro del proceso enseñanza-aprendizaje tienen una importancia significativa, que sirve como un elemento integrador dentro del aula, dependiendo de las necesidades de los estudiantes. (Ramos Pérez, Domínguez Lovaina, & Gavilondo Mariño, 2008).

Esta propuesta está dirigida a la definición de un modelo para la identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática, y se divide en 4 procesos fundamentales, que pueden considerarse como un escenario informático en donde se operan determinadas funciones, posibilitando la participación activa del estudiante y facilitando la interactividad con actividades académicas que ayudan a realizar una identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática. Por esta razón se optó por la utilización del entorno informático educativo, donde en el momento de realizar algún cambio o crecer el modelo de acuerdo a los intereses del docente y del estudiante, da la opción de realizar esas variaciones sin mayores inconvenientes.

Otras particularidades que se tuvieron en cuenta para la aplicación de un entorno informático fueron: la forma de involucrar docente-estudiante en el proceso académico, con el fin de cubrir las necesidades encontradas, tomando dichas necesidades como la manera de buscar nuevas formas de enseñar y aprender y en especial en estudiantes con

dificultades de aprendizaje en la matemática, para así fomentar los procesos de formación, actualización y colaboración en el marco de las actividades educativas.

4.2 Análisis y diseño del entorno informático educativo

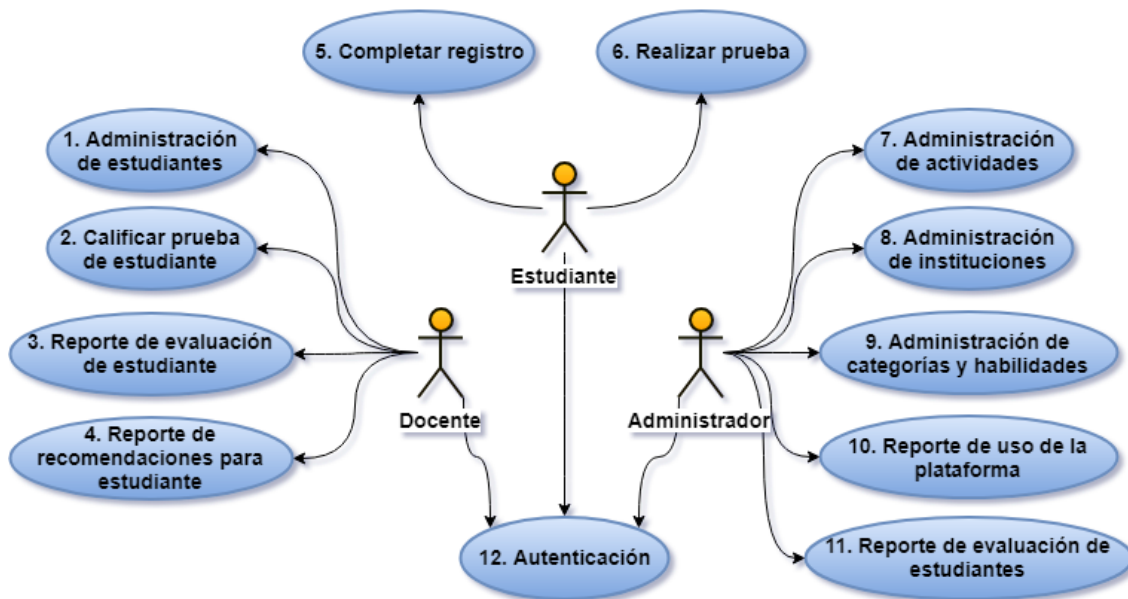
Para realizar el análisis y diseño del entorno informático, se optó por la metodología para el desarrollo de software multimedia educativo (MEDESME) (García, Vite, Navarrete, García, & Torres, 2016), que permite tener más claridad sobre cada rol de las personas implicadas y las necesidades generadas que deben ser atendidas por medio del entorno informático educativo.

Se realizó una etapa inicial donde era importante definir de manera conceptual el entorno informático educativo y así mismo determinar de manera clara el problema a solucionar, los actores y casos de uso. Seguido de una etapa para el análisis donde identifican elementos, procesos y actividades que se deben tener en cuenta en la construcción del entorno, y finalmente el diseño de la arquitectura del entorno informático, para su posterior implementación.

Con el propósito de realizar una identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática, de acuerdo al modelo que fue definido en el capítulo anterior, se cuenta con 3 actores principales, **el estudiante** que se encarga de ejecutar la prueba para la identificación de las DAM, solucionando una serie de actividades (en total son 20 actividades que son elegidas de forma aleatoria por la herramienta), **el docente** que obtiene los resultados de la pruebas a partir de los cálculos de cada nivel cognitivo y la prueba total, por medio de este resultado el docente identifica las habilidades y temáticas donde el estudiante tiene falencias y finalmente **el administrador** que es el encargado de gestionar las actividades, gestionar los parámetros del entorno y realizar las modificaciones requeridas, de acuerdo a las necesidades del docente y el estudiante.

Las funcionalidades relevantes para cada uno de los actores y como es su relación de cada uno de ellos en el entorno informático se pueden observar en la figura 4-1.

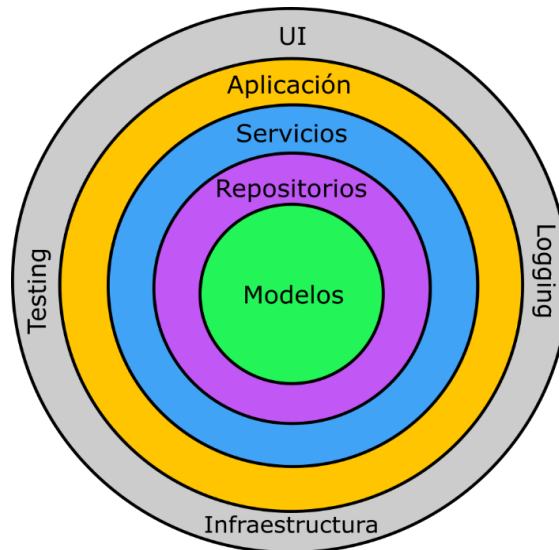
Figura 4-1 Diagrama de casos de uso



Fuente: Elaboración propia

Después de la fase de análisis se continuó con la etapa de diseño donde se toma en cuenta los diferentes modelos que fueron elaborados y se elige un tipo de arquitectura llamada **Arquitectura en Capas de Cebolla (Onion Architecture)** donde se divide el sistema en N capas, cada una de las cuales se encarga de cumplir un fin específico respecto al funcionamiento general de la aplicación. Las capas internas representan el dominio del sistema, son las partes esenciales que diferencia a este software de cualquier otra aplicación. Las capas externas son aquellas que hacen uso de paquetes, librerías o frameworks de terceros para complementar la operación del sistema.

Para la arquitectura por capas del entorno informático, es importante tener claro que ninguna capa puede depender de una capa superior (hacia el exterior), las características propias del sistema se encuentran en las capas interiores y no se debe depender de elementos o implementaciones de terceros (externas), en la figura 4-2 se observa la arquitectura del sistema.

Figura 4-2 Arquitectura del sistema

Fuente: Elaboración propia

4.2.1 Capa de dominio

El dominio comprende aquellos elementos del sistema que son inherentes al propósito del software construido. Todos estos elementos son de autoría propia y única de este proyecto. Esto implica que la capa de dominio no incluye código de terceros pues el funcionamiento CORE del sistema no debe tener dependencias externas. El dominio está compuesto por tres subcapas:

4.2.1.1 Modelos

Los modelos son objetos planos de PHP para transmitir datos a través de la aplicación. Para este proyecto, estos objetos son una representación directa de las entidades definidas en el modelo de datos y almacenan la información que proviene de la base de datos.

4.2.1.2 Repositorios

Un repositorio es un patrón de diseño (Repository Pattern) que constituye una capa de abstracción para separar el dominio de la aplicación de los medios de almacenamiento de datos. Para implementar este patrón, se utilizaron interfaces de PHP que definen las

operaciones de acceso, recuperación y modificación de datos para un modelo específico. Por lo tanto, se tiene un repositorio para estudiantes, docentes, actividades, entre otros.

4.2.1.3 Servicios

Los servicios son clases que contienen la lógica de negocio del sistema. Operaciones como registrar estudiantes, cargar actividades, generar una prueba para un estudiante, etc. Los servicios hacen uso extensivo de los repositorios y modelos para recuperar y almacenar los datos necesarios, según la función que el usuario haya llevado a cabo.

4.2.2 Capa de aplicación

Es la capa intermedia que conecta la capa exterior con el dominio del sistema. Ya que el software se definió como una plataforma web, es necesario establecer métodos para recibir y responder peticiones HTTP realizadas desde navegadores web. Para ello, se utilizó Slim 3 (<https://www.slimframework.com/docs/>), un micro-framework de PHP ligero y rápido, que facilita la creación de aplicaciones web.

4.2.3 Capa externa

4.2.3.1 Infraestructura

La infraestructura constituye los medios de almacenamiento de datos y conexiones a otros sistemas. Para este proyecto, se utilizó una base de datos MySQL como medio principal.

4.2.3.2 Interfaz de usuario

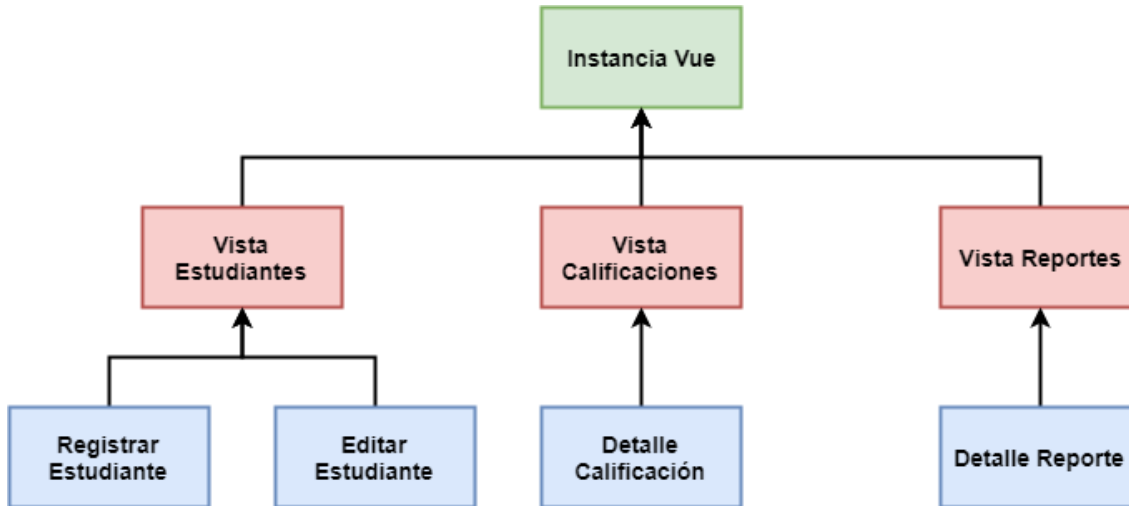
La interfaz gráfica es el espacio donde los usuarios interactúan con la aplicación. Al ser un proyecto web, se utilizan las tecnologías HTML y CSS para diseñar las diferentes páginas de la plataforma. Además, se utiliza JavaScript para programar comportamientos que respondan a eventos resultados de las acciones de los usuarios respecto al sistema.

Vue (<https://vuejs.org/v2/guide/>) es un framework progresivo de JavaScript que facilita la construcción de interfaces de usuario con un alto grado de interactividad. El ser un framework progresivo permite que Vue se integre a cualquier tipo de proyecto web, grande o pequeño, ya que se subdivide en librerías que pueden importarse de forma separada.

Para nuestro proyecto, sólo se utiliza el core de Vue para dotar de interactividad a las diferentes páginas que conforman la plataforma web.

En la figura 4-3 se observa un ejemplo donde se ilustra el funcionamiento de la arquitectura para una interacción específica del usuario con la plataforma.

Figura 4-3 Árbol de componentes, página del docente



Fuente: Elaboración propia

4.3 **DIAMANTE-** Entorno informático para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática

El entorno informático para la identificación de las dificultades de aprendizaje de la matemática es denominado **Diamante**, es llamado de esta manera por medio de la unión de palabras de importancia como **diagnóstico**, **identificación**, **aptitud**, **matemática**, **estudiante**. Dicho entorno fue desarrollado tomando en cuenta el modelo de identificación propuesto por esta tesis y las pruebas realizadas en la fase I y en la fase II (dichas pruebas se observarán en el capítulo 5). Este entorno está orientado a ser una herramienta de apoyo a los docentes en el aula de clase para realizar una identificación de posibles DAM de sus estudiantes y así mismo obtener resultados que ayuden a realizar un plan de trabajo buscando mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Diamante es un entorno informático desarrollado con herramientas libres enfocado a la Web, buscando ofrecer ventajas al poder ser instalado en diversos ambientes y al estar disponible en la red, los profesores y estudiantes acceden mediante un navegador web. Esta herramienta puede llegar a convertirse en un gran aliado para las instituciones educativas y también para los docentes para realizar una identificación de DAM de una forma sencilla y permitiendo hacer el seguimiento tanto individual como grupal. El modelo orientado a actividades apoya en la identificación temprana de las DAM, y a la vez ofrece actividades de aprendizaje en línea, orientadas a enfrentar las falencias de los estudiantes que tienen dificultades.

En las figuras 4-4, 4-5, 4-6 y 4-7 se muestra la interfaz de **Diamante**, el momento de realizar una carga de actividades donde se puede apreciar la forma en que se dan los enlaces de las habilidades cognitivas, el grado académico, las categorías y los niveles cognitivos.

Figura 4-4 Página inicial **Diamante**

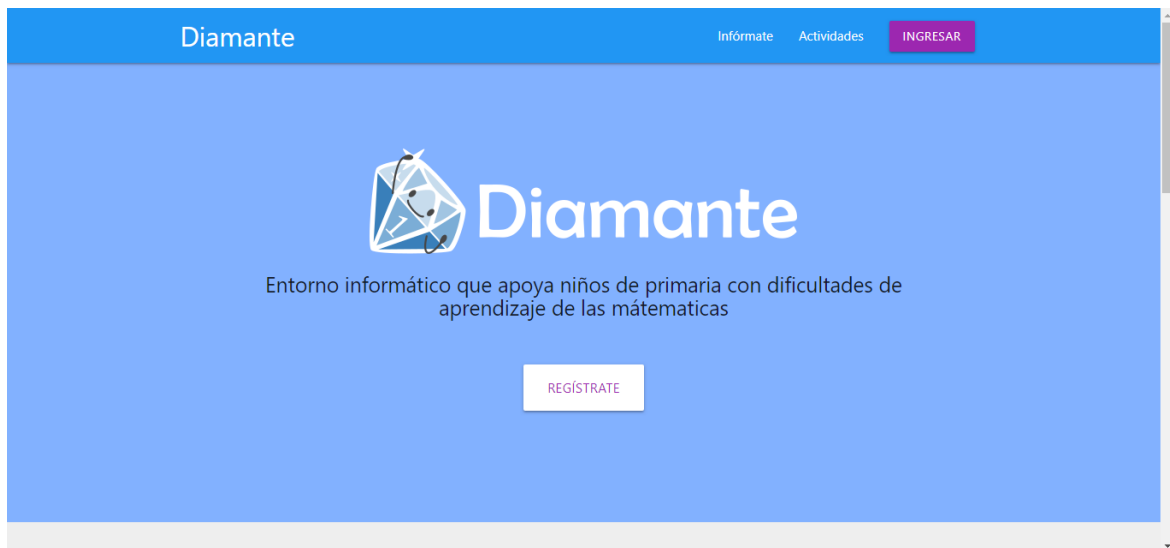


Figura 4-5 Información general de la actividad

Nombre _____ Descripción _____

Instrucción _____ Puntaje _____

Grado: **Selecciona un grado** ▼ Nivel: **Selecciona un nivel** ▼

Habilidad: **Selecciona una o varias habilidades** ▼

ARCHIVO Selecciona un archivo zip Tipo de revisión de la actividad: Automática Manual

Para realizar la carga de las actividades se debe definir datos el nombre, descripción, instrucciones, el grado académico, el nivel y las habilidades cognitivas a que están orientadas.

Figura 4-6 Interfaz de asociación grado académico, nivel y categorías

Nombre: **Elegir el mayor** Descripción: En la pantalla se presenta una imagen que representa un grupo de números desordenados, el niño debe dar clic en el número cuyo valor sea el mayor en todo el grupo. 15/100

Instrucción: **Selecciona el número mayor** 26/150

Grado: **Primero** ▼ Nivel: **Selecciona un nivel** ▼

Habilidad: **Selecciona una o varias habilid** ▼

ARCHIVO Selecciona un archivo zip Tipo de revisión de la actividad

Selección de categorías:

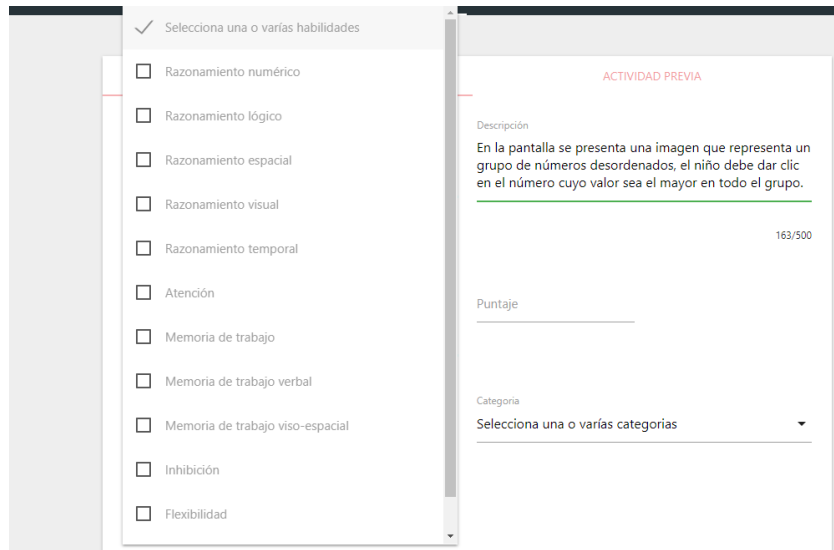
- Selecciona una o varias categorías
- Números cardinales
- Ubicación en el espacio
- Geometría
- Patrones
- Conjuntos
- Seriación y clasificación

Menú desplegable Nivel:

- Selecciona un nivel
- Espacial**
- Temporal
- Simbolico
- Cognitivo

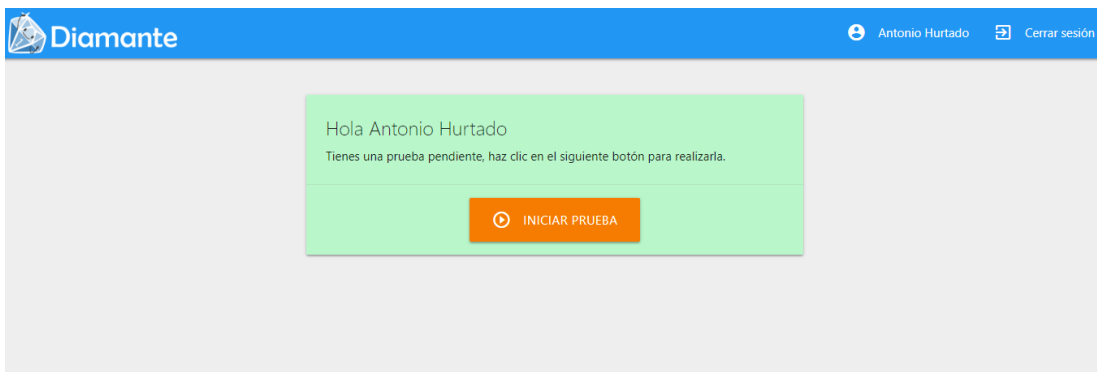
Al tener lista toda la información requerida, se debe elegir el nivel que evalúa dicha actividad (Espacial, Temporal, Simbólico y Cognitivo), activando así las categorías a la cual pertenece.

Figura 4-7 Interfaz elección habilidades cognitivas



Por último, se elige las habilidades cognitivas que evalúa la actividad, para así proceder a adjuntar el archivo donde se encuentra dicha actividad y después simplemente se realiza la carga. En la figura 4-8 se muestra la interfaz de la prueba DAM en el momento que el estudiante da inicio y se cargan las actividades relacionadas con su grado escolar.

Figura 4-8 Interfaz inicial de la prueba DAM



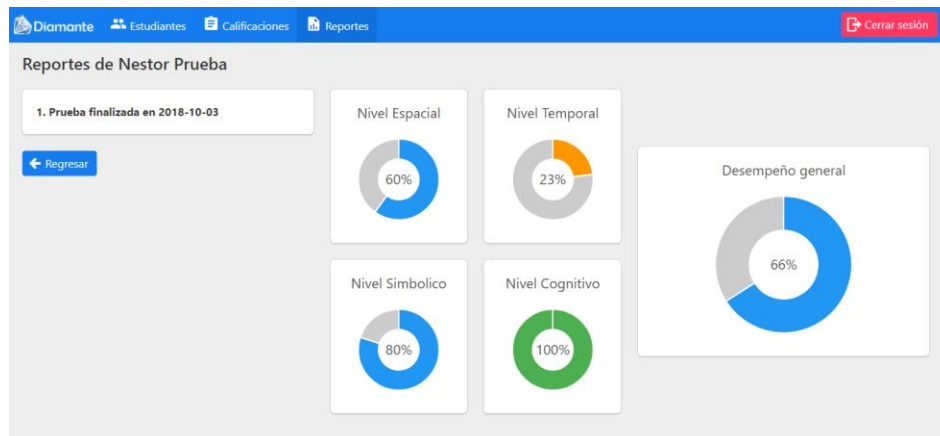
Al iniciar la prueba DAM, se mostrará al estudiante un total de 20 actividades (como se dijo en el capítulo 4, el número de actividades a mostrar puede ser modificado), las cuales están relacionadas con la información ingresada anteriormente. En la figura 4-9 se muestra un ejemplo de la interfaz de unas de las actividades que hace parte de la prueba DAM.

Figura 4-9 Ejemplo de interfaz de actividades de la prueba DAM



Los resultados generados a través de las respuestas de cada actividad realizada en la prueba DAM, son mostrados de forma individual, teniendo en cuenta el porcentaje de acierto de cada nivel y así mismo un porcentaje global de la prueba como se presenta en la figura 4-10.

Figura 4-10 Visualización de los resultados de la prueba DAM



4.4 Conclusiones del capítulo

La metodología utilizada para cada etapa (conceptualización, análisis, diseño) del entorno informático educativo propuesto, fue de gran utilidad para realizar la aplicación del modelo propuesto. Al apoyarse en este enfoque fue posible realizar una estructura útil que ayude a realizar una identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática, teniendo en cuenta actividades académicas que es un aspecto de gran importante asociada a la herramienta.

5.IMPLEMENTACIÓN Y VALIDACIÓN

En este capítulo se presenta la validación del modelo propuesto, la cual fue realizada en varias fases. En la fase I se realizó una prueba piloto con el objetivo de validar las actividades propuestas para la prueba DAM, dicha prueba fue realizada a 274 estudiantes del Colegio Santa Luisa de Marillac de los grados 1°, 2° y 3° de primaria. En la fase II, se realizó la implementación una nueva prueba teniendo en cuenta las observaciones recolectadas en la primera prueba y realizando las modificaciones más convenientes: Dicha prueba fue realizada a 9 estudiantes de grado primero del colegio Aspaen Los Cerezos, para finalmente realizar la fase III en la cual se aprovechó la implementación de un entorno informativo educativo llamado *Diamante*, lo que permitió la validación del modelo.

5.1 FASE I – Prueba Piloto 1

Como se comenta en el capítulo 4 de esta tesis, para la realización de la prueba en la identificación de las DAM, el instrumento empleado, no es más que los procesos realizados durante la implementación de la prueba, el cual se divide en niveles para evaluar las habilidades matemáticas, de acuerdo a Cañete Blanco, (2010) los niveles son: nivel espacial (NE), nivel temporal (NT), nivel Simbólico (NS) y nivel cognitivo (NC). Las actividades presentadas en cada nivel fueron creadas de acuerdo a los derechos básicos de aprendizaje de la matemática del Ministerio de Educación (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016). El instrumento consta de 19 actividades para grado primero, 26 actividades para grado segundo y 26 actividades para grado tercero de primaria, presentadas por cada uno de los niveles. El instrumento contiene una hoja de observaciones que debe diligenciar el docente para tener en cuenta al momento de la calificación de la prueba.

Las pruebas cuentan con la ventaja de evaluar las habilidades cognitivas requeridas para un desarrollo matemático normal en los estudiantes, por medio de actividades lúdicas, ágiles y sencillas, para así recolectar información importante sobre todos los procesos involucrados (lógicos y numéricos).

La prueba fue realizada abarcando el primer ciclo fundamental académico de los estudiantes, con participación de un total de 274 niñas de primaria del Colegio Santa Luisa de Marillac del municipio de Villamaría - Caldas situado en Colombia, incluyendo tres grados de escolaridad diferentes (81 estudiantes de primer grado, 99 estudiantes de segundo grado y 94 estudiantes de tercer grado de primaria). Cada grado se divide en grupos así, grado 1°= 4 grupos, grado 2°= 4 grupos y grado 3°= 3 grupos.

La aplicación de la prueba se realizó de forma individual, a cada uno de los estudiantes de los grados de 1°, 2° y 3° de primaria, correspondientes a los grupos de cada grado que se encontraban en distintas aulas y dentro del horario escolar.

Se realizó la calificación correspondiente de cada estudiante para cada prueba, teniendo como valores de evaluación en el intervalo de 0 y 5 por cada actividad ($0 \leq \text{actividad} \leq 5$) después se realizó una sumatoria de cada nivel y posteriormente se hace una suma ponderada total, que da lugar al total de la prueba. Para determinar los puntajes de cada estudiante con respecto al nivel calificado y el total de la prueba. En la tabla 5-1 se observan los puntajes máximos por cada nivel y para cada grado de primaria evaluado y así mismo el puntaje total máximo. Al tener el puntaje total de cada estudiante se ordenaba descendientemente para identificar las calificaciones más bajas de la prueba, este mismo procedimiento se realizó para cada nivel cognitivo evaluado.

Tabla 5-1 Puntajes de cada nivel cognitivo relacionados con cada grado

Niveles	Grado Primero	Grado Segundo	Grado Tercero
<u>NE</u>	≤ 50	≤ 70	≤ 65
<u>NT</u>	≤ 15	≤ 20	≤ 20
<u>NS</u>	≤ 5	≤ 5	≤ 5
<u>NG</u>	≤ 15	≤ 30	≤ 30
Total Prueba	85	125	120

Para realizar un análisis cuantitativo de los datos extraídos desde las pruebas, se empleará el método estadístico clásico de análisis de una variable (muestra de datos), con el fin de observar las diferencias de los resultados de las pruebas, utilizando variables continuas como medidas centrales, medidas de dispersión y medidas de forma. De la misma manera se empleó el mismo método para el resultado obtenido desde cada uno de los niveles cognitivos evaluados (NE, NT, NS, NG) en la prueba.

En este sentido, se presentan de forma general los resultados de las pruebas donde primero se aprecia el rendimiento de cada grupo por grado y después de forma conjunta, para realizar las comparaciones respectivas. Para cada grupo se toman de forma específica los estudiantes con puntajes bajos. Estos resultados se confrontan con las observaciones anotadas por el docente en el momento de ejecución de la prueba para determinar quiénes presumiblemente pueden requerir apoyo especial para mejorar las habilidades matemáticas.

El diseño de la prueba para la identificación de la discalculia trata de recoger información necesaria, de acuerdo a los niveles cognitivos evaluados, para así poder identificar las fortalezas y las debilidades de los estudiantes. Las habilidades matemáticas tempranas son determinadas por procesos cognitivos, que son particularmente importantes para adquirir y desarrollar habilidades durante la educación temprana del niño (Aragón, Navarro, Aguilar, Cerda, & García-Sedeño, 2016).

Se realizan las comparaciones de forma conjunta, es decir, tomando todos los grupos de cada grado y realizando comparación de las competencias matemáticas con respecto a cada grupo. Las tablas 5-2, 5-3, 5-4 reúnen la información obtenida sobre la distribución de las frecuencias de los resultados de cada estudiante con respecto a cada grado, donde N es el número de estudiantes en cada intervalo. Al analizar estas comparaciones se observan 3 tipos de grupos fundamentales (comportamiento estadístico) que comprenden un intervalo determinado que van a estar definidos por los valores que se han obtenido en cada grado. Con el fin de evaluar el rendimiento de los grupos según estos intervalos se han clasificado así: superior fundamental (SF) para los agrupados con los valores más altos, central fundamental (CF) para los valores medianos y básico fundamental (BF) para aquellos valores más bajos.

Con el fin de esclarecer lo anterior se mostrará el caso de primero, segundo y tercero de primaria. Para primero de primaria, superior fundamental tendrá un valor de $63.3 \leq SF \leq 85$, un valor para central-fundamental de $42.4 \leq CF \leq 63.4$ y básico-fundamental tendrá un intervalo de $0 \leq BF \leq 42.5$. Para segundo de primaria el valor que tendrá básico fundamental es de $75 \leq SF \leq 125$, central fundamental será de $42.4 \leq CF \leq 75.1$ y básico fundamental con un valor de $0 \leq BF \leq 62.5$. Tercero de primaria el superior fundamental el valor es de $78.6 \leq SF \leq 120$, central fundamental es de $59.9 \leq CF \leq 78.7$ y para finalizar el básico fundamental con un valor de $0 \leq BF \leq 60$.

Por mencionar un caso particular de los resultados correspondientes a grado primero que se encuentra en la tabla 5-2, se puede ver que de un total de 24 estudiantes sólo 13 de ellos se encuentran a un valor de frecuencia del 54%, el cual se ubica en el intervalo denominado superior fundamental. Asimismo, ha de verse en los otros casos mostrados en las tablas y que comprenden las diferencias entre los grupos fundamentales.

Tabla 5-2 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado primero

Intervalos	Grupo 1-1		Grupo 1-2		Grupo 1-3		Grupo 1-4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
SF \leq 85	13	54	7	39	4	22	3	14
CF \leq 63.4	8	33	9	50	8	44	7	33
BF \leq 42.5	3	13	2	11	6	33	11	52

Tabla 5-3 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado segundo

Intervalos	Grupo 2-1		Grupo 2-2		Grupo 2-3		Grupo 2-4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
SF \leq 125	12	52	17	68	12	52	5	19
CF \leq 75.1	3	13	1	4	3	13	8	30
BF \leq 62.5	8	35	7	28	8	35	14	52

Tabla 5-4 Distribución de frecuencias de los resultados de los grupos del grado tercero

Intervalos	Grupo 3-1		Grupo 3-2		Grupo 3-3	
	N	%	N	%	N	%
SF ≤ 120	11	31	15	65	13	36
CF ≤ 78.7	15	43	5	22	8	22
BF ≤ 60	9	26	3	13	15	42

Con el objetivo de valorar el desempeño de los estudiantes en la prueba realizada en cada uno de los niveles cognitivos evaluados (NE, NT, NS, NC), se realiza análisis de una variable, donde se puede observar el comportamiento (ver tablas 5-5, 5-6 y 5-7) de los datos de los grupos de cada uno de los grados, y se tiene en cuenta el posible sesgo de los datos al momento de realizar una identificación adecuada de la discalculia, con respecto a la media y la desviación estándar (σ).

Tabla 5-5 Resultados de los grupos del grado primero por nivel

	Grupo	N	Media	σ
Nivel Especial (NE)	1-1	24	38,2	9,96
	1-2	18	37,8	8,68
	1-3	18	30,7	10,14
	1-4	21	24,0	11,78
Nivel Temporal (NT)	1-1	24	9,1	3,73
	1-2	18	9,6	3,66
	1-3	18	6,0	6,03
	1-4	21	6,2	4,50
Nivel Simbólico (NB)	1-1	24	4,5	1,10
	1-2	18	3,3	1,92
	1-3	18	3,3	1,96
	1-4	21	2,8	1,53
Nivel Cognitivo (NC)	1-1	24	11,5	4,33
	1-2	18	8,7	4,06
	1-3	18	9,2	3,71
	1-4	21	6,3	4,93

Tabla 5-6 Resultados de los grupos del grado segundo por nivel

	Grupo	N	Media	σ
Nivel Especial (NE)	2-1	23	43,9	17,96
	2-2	25	47,3	11,84
	2-3	24	44,6	13,29
	2-4	27	27,0	8,54
Nivel Temporal (NT)	2-1	23	6,5	3,73
	2-2	25	7,6	4,62
	2-3	24	8,5	3,97
	2-4	27	9,7	3,23
Nivel Simbólico (NB)	2-1	23	3,1	1,26
	2-2	25	4,0	1,25
	2-3	24	3,6	1,47
	2-4	27	3,2	1,38
Nivel Cognitivo (NC)	2-1	23	19,3	8,04
	2-2	25	18,1	7,72
	2-3	24	17,2	7,43
	2-4	27	19,1	7,84

Tabla 5-7 Resultados de los grupos del grado tercero por nivel

	Grupo	N	Media	σ
Nivel Especial (NE)	3-1	35	41,5	12,78
	3-2	23	45,8	8,45
	3-3	36	39,8	10,25
Nivel Temporal (NT)	3-1	35	7,7	3,34
	3-2	23	10,4	4,37
	3-3	36	7,7	3,57
Nivel Simbólico (NB)	3-1	35	3,6	0,90
	3-2	23	3,7	0,77
	3-3	36	3,9	1,08
Nivel Cognitivo (NC)	3-1	35	18,2	6,23
	3-2	23	18,8	4,42
	3-3	36	16,9	6,20

Al realizar el estudio de perfil de cada grupo a través de los promedios obtenidos para cada uno de los niveles que componen el instrumento de evaluación, se encuentran discrepancias significativas entre los grupos, destacando el grupo de comportamiento más alto y constante que corresponden a 1-1, 2-2 y 3-1 y los de promedio más bajo 1-4, 2-4 y 3-2. Se puede apreciar tanto fortalezas en un caso como debilidades en el otro. De las primeras se encuentran en el uso del concepto de número por medio de dictados (NE), la

identificación de las figuras geométricas planas (NE), situación en el espacio, por medio de la observación de lo que se encuentra alrededor del estudiante (NE), signos operativos, identificando los símbolos de las operaciones matemáticas (NS), la memorización de los números (NC). En cuanto a las debilidades están en la solución de las diferentes operaciones matemáticas (NE), en las seriaciones y clasificaciones (NE), en los conceptos temporales (NT), en la solución de los problemas matemáticos (NT), y todo lo relacionado con el cálculo mental (NC).

Es importante conocer el rendimiento de los grupos evaluados, pero sin duda es fundamental prestar especial atención a los resultados individuales de cada estudiante. Por medio de los perfiles individuales se pueden detectar los estudiantes con rendimiento bajo o inferior, lo que se puede reflejar en la identificación temprana de la discalculia. Las tablas 5-8, 5-9 y 5-10 muestran los datos de los estudiantes que han obtenido puntajes menores e igual al intervalo básico fundamental, para cada uno de los grupos.

Tabla 5-8 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado primero

Estudiante	GRUPO	NE	NT	NS	NC	Puntaje Total
1	1-1	20,6	3,0	5,0	0,0	28,6
2	1-1	13,3	1,0	3,8	13,8	31,8
3	1-1	30,0	5,0	3,8	2,5	41,2
1	1-2	23,8	1,0	0,0	5,0	29,8
2	1-2	19,2	5,5	0,0	5,0	29,7
1	1-3	18,3	5,0	1,3	5,0	29,6
2	1-3	15,7	7,5	0,0	6,3	30,4
3	1-3	20,0	2,5	0,0	8,8	31,2
4	1-3	25,8	0,0	1,3	5,0	32,0
5	1-3	21,7	6,0	3,8	5,0	36,5
6	1-3	20,9	5,0	3,8	8,8	38,4
1	1-4	5,8	2,0	1,3	0,0	9,1
2	1-4	12,1	0,0	1,3	0,0	13,3
3	1-4	16,6	0,0	1,3	0,0	17,8
4	1-4	7,9	12,5	0,0	0,0	20,4
5	1-4	14,2	2,5	2,5	1,3	20,4
6	1-4	17,1	0,0	2,5	1,3	20,8
7	1-4	5,0	9,5	3,8	8,8	27,0
8	1-4	20,9	0,0	2,5	5,0	28,4
9	1-4	19,3	8,0	2,5	6,3	36,0
10	1-4	26,2	0,0	5,0	5,0	36,2
11	1-4	24,7	7,5	2,5	5,0	39,7

Tabla 5-9 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado segundo

Estudiante	GRUPO	NE	NT	NS	NC	Puntaje Total
1	2-1	5,0	0,0	0,0	4,7	9,7
2	2-1	8,3	2,2	1,7	0,0	12,2
3	2-1	21,7	5,3	2,5	7,3	36,5
4	2-1	29,2	2,8	3,3	12,4	47,7
5	2-1	28,5	8,9	3,3	14,6	55,3
6	2-1	28,3	2,2	2,5	23,0	56,1
7	2-1	30,2	6,4	3,3	21,7	61,5
1	2-2	22,5	1,1	1,7	4,5	29,8
2	2-2	28,6	1,1	3,1	5,0	37,8
3	2-2	32,8	3,3	3,8	10,0	49,9
4	2-2	31,5	8,9	2,5	8,8	51,6
5	2-2	37,6	2,2	3,1	11,7	54,7
6	2-2	44,1	3,6	2,5	8,2	58,4
7	2-2	49,0	4,7	0,63	5,0	59,3
1	2-3	23,8	1,7	2,5	7,3	35,3
2	2-3	21,2	6,9	2,5	9,2	39,8
3	2-3	28,5	8,3	0,0	4,7	41,5
4	2-3	33,3	5,3	2,5	10,0	51,1
5	2-3	39,8	4,2	3,8	6,3	54,0
6	2-3	40,8	2,2	2,5	8,8	54,3
7	2-3	31,7	6,8	2,5	16,3	57,2
8	2-3	31,0	5,8	3,1	19,6	59,6
9	2-3	35,0	4,2	1,9	20,0	61,1
1	2-4	10,2	2,2	3,8	0,0	16,1
2	2-4	15,8	5,3	2,5	6,5	30,1
3	2-4	15,0	4,7	3,8	9,2	32,6
4	2-4	20,0	8,3	3,8	6,7	38,7
5	2-4	19,2	6,7	3,1	11,7	40,6
6	2-4	20,0	10,8	1,3	11,9	44,0
7	2-4	17,5	7,2	2,5	20,0	47,2
8	2-4	17,7	9,4	2,5	18,8	48,4
9	2-4	29,7	8,9	0,0	10,0	48,6
10	2-4	19,3	11,4	2,5	17,9	51,1
11	2-4	23,3	8,9	2,5	19,2	53,9
12	2-4	25,0	13,3	2,5	21,3	62,1
13	2-4	33,3	10,3	2,5	16,3	62,4

Tabla 5-10 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado tercero

Estudiante	GRUPO	NE	NT	NS	NC	Puntaje Total
1	3-1	7,5	2,2	1,3	0,0	11,0
2	3-1	21,1	4,2	3,8	2,5	31,6
3	3-1	18,5	6,4	3,1	8,7	36,7
4	3-1	20,3	5,5	2,5	16,1	44,3
5	3-1	27,5	3,9	3,1	12,3	46,8
6	3-1	38,0	0,0	3,8	9,8	51,5
7	3-1	28,8	5,3	2,5	16,2	52,8
8	3-1	34,6	2,8	3,8	15,1	56,2
9	3-1	33,8	3,6	3,1	15,9	56,4
1	3-2	20,2	4,0	3,7	11,0	38,4
2	3-2	32,5	3,9	3,7	13,5	53,6
3	3-2	37,9	2,2	3,7	12,7	56,5
1	3-3	22,7	1,1	3,8	3,9	31,4
2	3-3	18,8	3,3	5,0	5,2	32,3
3	3-3	35,1	2,8	0,0	6,8	44,7
4	3-3	26,8	4,0	5,0	13,9	49,8
5	3-3	27,6	5,3	3,1	14,0	49,9
6	3-3	26,9	3,3	3,8	18,0	52,0
7	3-3	24,6	9,4	3,8	14,6	52,4
8	3-3	29,7	4,4	5,0	13,9	53,0
9	3-3	34,9	5,1	3,1	10,2	53,4
10	3-3	31,8	7,1	3,1	11,5	53,5
11	3-3	42,8	1,8	2,5	10,3	57,5
12	3-3	33,5	8,9	3,1	12,5	58,0
13	3-3	33,5	8,8	3,1	13,2	58,5
14	3-3	32,4	5,8	5,0	16,2	59,4
15	3-3	38,6	7,5	3,8	9,7	59,5

Como caso particular se presentará y con el fin de visualizar los resultados detallados de los estudiantes en los diferentes niveles se incluyen las figuras 5-1 y 5-2, para un grupo y un grado completo.

Figura 5-1 Resultados individuales por niveles, obtenidos el grupo 1 del grado primero

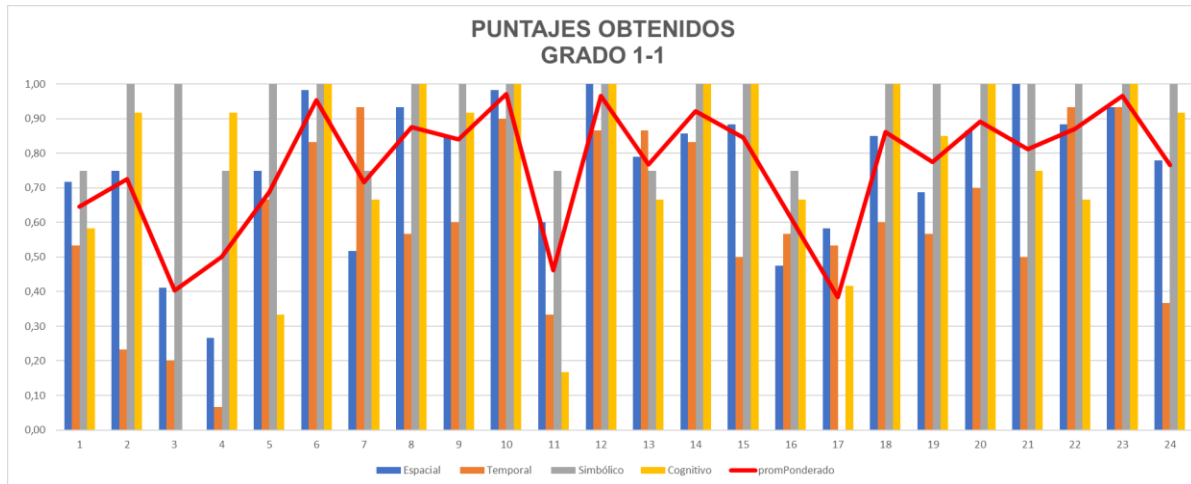
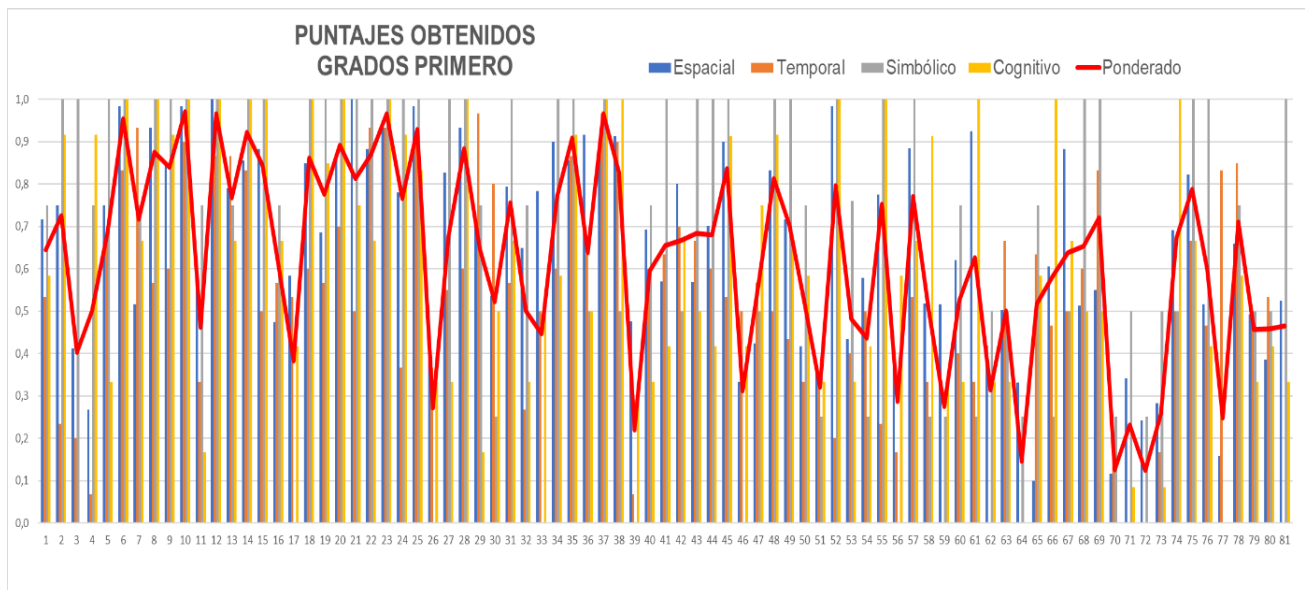


Figura 5-2 Resultados individuales por niveles, obtenidos en todos los grupos del grado primero



Se puede apreciar que existen diferencias manifiestas entre estudiantes de cada grupo y dentro de estos en los diferentes niveles definidos en el instrumento. Es posible conformar

2 grupos: El primero incluye los estudiantes que se encuentran cerca del límite del rango BF, lo que no necesariamente expresa una dificultad de aprendizaje y un segundo grupo que estaría formado por estudiantes que obtuvieron resultados muy por debajo del límite BF, lo que puede ser indicio de dificultades específicas. Sin embargo estos malos resultados no son generales en todos los niveles, lo que refleja problemas en algún tipo de actividades concretas. Ante esta situación los docentes, a partir de la observación detallada, podrían realizar adaptaciones importantes para poder ajustar las actividades de enseñanza y aprendizaje que ayuden avanzar en la adquisición de las habilidades matemáticas y así evitar un fracaso escolar.

Durante todo el proceso de intervención es primordial llevar un seguimiento de forma individual para observar la evolución y realizar los ajustes necesarios y oportunos. Para entender la dificultad específica de aprendizaje en la matemática, es necesario conocer los procesos cognitivos precisos que ayudan al aprendizaje temprano de la matemática en los niños con un desarrollo típico (Aragón et al., 2016).

Al conocer el rendimiento de los estudiantes y también de los grupos, se puede profundizar y reflexionar con aspectos que se encuentran relacionados con las características concretas de sus dificultades, esto ha de verse reflejado de forma favorable en una atención de calidad pedagógica que el profesor puede ofrecerles a sus estudiantes, pero esto considerándolo tanto individual como grupal, promoviendo de forma continua la búsqueda de estrategias para mejorar la práctica como (Etchepareborda & Abad-Mas, 2005; McGuire, Kinzie, Thunder, & Berry, 2014).

5.2 FASE II – Prueba Piloto 2

Para la realización de la segunda prueba se tuvo en cuenta las lecciones aprendidas provenientes de la primera prueba y se generó una versión mejorada para realizar una identificación DAM de manera correcta: Los inconvenientes encontrados y que fueron corregidos son: la cantidad de actividades eran diferentes para cada nivel, generando así valores diferentes por cada uno de ellos, algunas actividades se encontraban en niveles que no correspondían, la cantidad de actividades era muy alta y eso generaba que las estudiantes se agotaran y/o se generaran distracciones constantes.

En general, para la realización de dicha prueba piloto se tuvo en cuenta componentes importantes propuestos en trabajos como (Mendez & Vivanco, 2016, Pérez, López, & Álvarez, 2016; Rojas Suarez, Contreras Hernández, & Arévalo Duarte, 2011) ,para determinar las actividades que debían ir en cada uno de los niveles evaluados (espacial, temporal, cognitivo, simbólico) y poder validarlas de acuerdo los derechos básicos de aprendizaje de la matemática del Ministerio de Educación (Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2016). Esta prueba está constituida por 19 actividades, por cada uno de los niveles. La población fue de 9 estudiantes del colegio Aspaen Los Cerezos de la ciudad de Manizales del grado primero de primaria.

La calificación correspondiente se realiza de la misma manera que la primera prueba, teniendo en cuenta que los puntajes cambiaron significativamente. En la tabla 5-11 se observan los puntajes máximos por cada nivel de las estudiantes de grado primero y así mismo el puntaje total máximo.

Tabla 5-11 Puntajes de cada nivel cognitivo relacionados con grado primero

Niveles	Grado Primero
<u>NE</u>	≤35
<u>NT</u>	≤15
<u>NS</u>	≤10
<u>NG</u>	≤35
Total Prueba	95

Para realizar el análisis estadístico de los datos se utilizó la misma técnica de la primera prueba piloto. La tabla 5-12 reúne la información obtenida sobre la distribución de las frecuencias de los resultados de cada estudiante con respecto al grupo evaluado. Al hacer las comparaciones se observan 3 tipos de grupos fundamentales para el rendimiento del grado primero primaria «superior-fundamental» ($SF \leq 95$) «central-fundamental» ($CF \leq 78.5$) «básico-fundamental» ($BF \leq 47.5$).

Tabla 5-12 Distribución de frecuencias de los resultados

	Grupo 1	
	N	%
Intervalos		
SF ≤ 95	4	44
CF ≤ 78.5	5	56
BF ≤ 47.5	0	0

El desempeño de los estudiantes en la prueba realizada teniendo en cuenta cada uno de los niveles evaluados (NE, NT, NS, NC), se recoge en la tabla 5-13 donde se observa el comportamiento del grupo evaluado., considerando el posible sesgo de los datos al realizar la prueba y también considerando la media y la desviación estándar.

Tabla 5-13 Resultados del grado primero por nivel

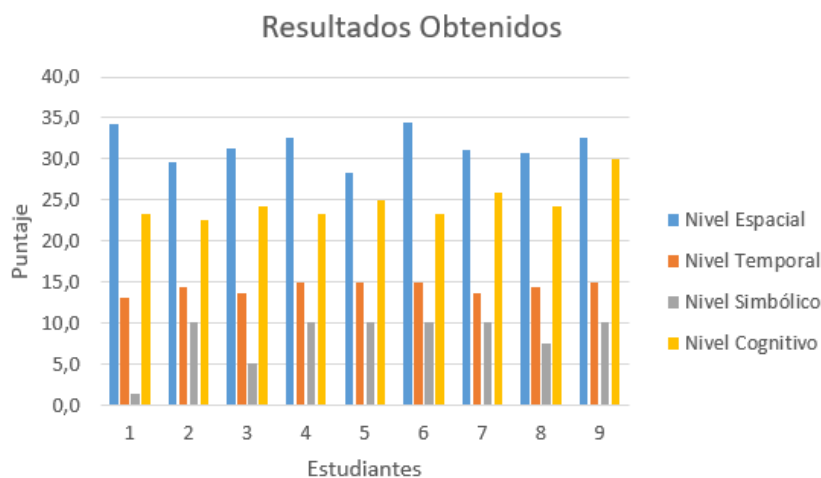
	Grupo	N	Media	Σ
Nivel Especial (NE)	1	9	31,6	1,98
Nivel Temporal (NT)	1	9	14,3	0,76
Nivel Simbólico (NB)	1	9	8,2	3,13
Nivel Cognitivo (NC)	1	9	24,6	2,25

Se ve el perfil del grupo evaluado teniendo en cuenta los promedios obtenidos para cada uno de los niveles que compone la prueba piloto 2, se encuentra un promedio alto donde se aprecia fortalezas en las habilidades cognitivas evaluadas, y se tuvo en cuenta actividades como la identificación de las figuras geométricas, identificación de los símbolos, memorización de los números, seriación y clasificación, etc. Por otro lado, al tener el promedio obtenido como grupo, es importante prestar atención a los resultados individuales en cada estudiante evaluado. En los perfiles individuales se puede detectar falencias en algunas habilidades dependiendo del nivel al que pertenece. La tabla 5-14 muestra los datos de cada estudiante con sus respectivos valores asociados con cada nivel.

Tabla 5-14 Resultados Individuales, estudiantes con bajos puntajes grado primero

Estudiante	GRUPO	NE	NT	NS	NC	Puntaje Total
1	1	28,3	13,0	1,3	22,5	71,8
2	1	29,7	13,6	5,0	23,3	74,1
3	1	30,7	13,6	7,5	23,3	76,5
4	1	31,0	14,3	10,0	23,3	76,6
5	1	31,3	14,3	10,0	24,2	78,3
6	1	32,5	15,0	10,0	24,2	80,4
7	1	32,5	15,0	10,0	25,0	80,8
8	1	34,2	15,0	10,0	25,8	82,7
9	1	34,3	15,0	10,0	30,0	87,5

Para observar de una forma más fácil los valores obtenidos de cada uno de los estudiantes evaluados, en la figura 5-3 se presentan los resultados detallados en los diferentes niveles.

Figura 5-3 Resultados individuales por niveles

Se nota claramente que existen diferencias entre estudiantes del grupo evaluado, donde es posible conformar 2 grupos: El primero incluye los estudiantes que se encuentran en el rango SF, obteniendo puntajes muy sobresalientes y descartando una dificultad de aprendizaje de la matemática y un segundo que se encuentra en el rango de CF, donde

se encuentran dificultades en algunos temas específicos, pero parece no indicar la presencia de una dificultad de aprendizaje. Para este grupo se pueden realizar adaptaciones en las actividades para mejorar las debilidades encontradas y mejorar la adquisición de las habilidades matemáticas.

Es importante resaltar, **como un hallazgo importante** la no existencia de una dificultad general en los estudiantes, para los diferentes componentes, sino más bien falencias en algunos aspectos. Las actividades modificadas ayudan que la prueba DAM permita realizar una identificación de forma exitosa, condición para que poder implementarlas en el entorno informático educativo.

5.3 FASE III Validación del Entorno *Diamante*

Se realizó un proceso de validación del entorno informático educativo por medio de 9 estudiantes del colegio Aspaen Los Cerezos de la ciudad de Manizales del grado primero de primaria, estas mismas estudiantes fueron las que realizaron la evaluación de la prueba piloto 2.

Se obtuvo las respuestas de cada una de las estudiantes de acuerdo a cada nivel, para este caso cada nivel tenía 5 actividades, en total fueron 20 actividades por estudiantes, estas son seleccionadas por el entorno de forma aleatoria desde la base de datos donde se encuentra un repositorio completo con actividades de todas las temáticas. En el capítulo 4 se describe como se realiza la calificación correspondiente a la prueba DAM, estas calificaciones se fueron mejorando gracias a las pruebas pilotos realizadas que ayudaron a tener una visión más ajustada del modelo para tener una identificación DAM que realmente apoye al docente en el aula de clase.

La tabla 5-15 muestra las respuestas de cada uno de los estudiantes para observar de forma individual su proceso en la prueba DAM y permitir de forma más sencilla la identificación de las debilidades y fortalezas de cada uno y en la tabla 5-16 se muestran los puntajes convertidos en porcentajes y colores (Los colores correspondientes a cada porcentaje se definieron en el capítulo 4) para que el manejo de los datos sea más sencillo.

Tabla 5-15 Resultados del grado primero

Estudiante	GRUPO	NE	NT	NS	NC	Puntaje Total
1	1	3,25	1,00	3,00	5,00	13,3
2	1	4,25	1,00	3,00	5,00	13,8
3	1	5,00	2,00	4,00	5,00	16,5
4	1	5,00	3,33	4,00	5,00	17,3
5	1	5,00	3,33	2,00	2,00	13,8
6	1	5,00	4,00	3,00	5,00	17,5
7	1	5,00	4,33	4,00	5,00	18,3
8	1	3,25	4,33	5,00	3,00	16,1
9	1	2,33	5,00	2,00	3,00	13,6

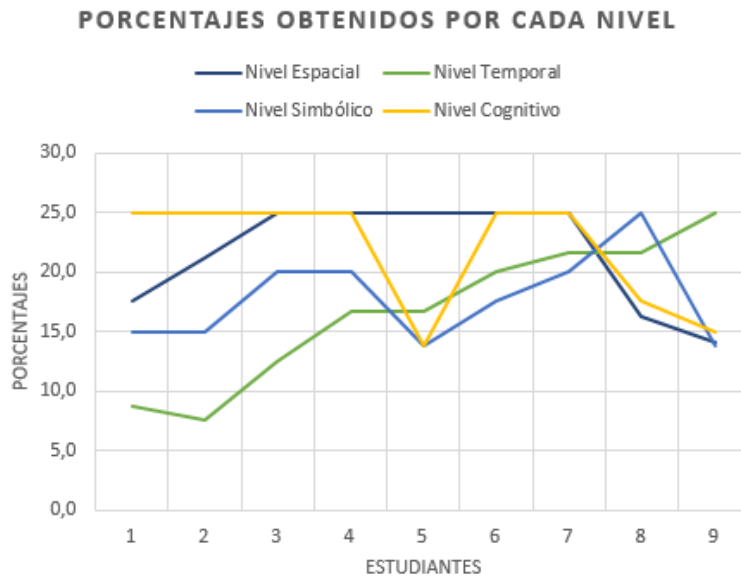
Como se puede observar la prueba DAM realizada desde la plataforma no identifica ningún estudiante con dificultades de aprendizaje, pero sí estudiantes que tienen alguna debilidad en un tema específico para lo que sería conveniente realizar un plan de trabajo de acuerdo a la falencia encontrada.

Tabla 5-16 Resultados del grado primero por nivel en porcentaje

Estudiante	GRUPO	NE %	NT %	NS %	NC %	Puntaje Total %
1	1	17,5	8,8	15,0	25,0	66,3
2	1	21,3	7,5	15,0	25,0	68,8
3	1	25,0	12,5	20,0	25,0	82,5
4	1	25,0	16,7	20,0	25,0	86,7
5	1	25,0	16,7	13,8	13,8	69,2
6	1	25,0	20,0	17,5	25,0	87,5
7	1	25,0	21,7	20,0	25,0	91,7
8	1	16,3	21,7	25,0	17,5	80,4
9	1	14,2	25,0	13,8	15,0	67,9

Al comparar los resultados obtenidos en la fase II y en la fase III, buscando encontrar alguna diferencia en realizar la prueba de forma escrita y en la herramienta *Diamante*, se pudo determinar que los resultados fueron consistentes, encontrando 5 estudiantes que se encuentran en el rango verde y 4 en el rango azul. Al observar en el apartado de la fase II los rangos se encuentran 4 CF y 5 para SF no detectándose estudiantes con dificultades de aprendizaje en la matemática. En la figura 5-4 se encuentra la prueba DAM de forma general para el grupo evaluado.

Figura 5-4 Porcentajes obtenidos por el grado 1 evaluado en el entorno informático



Con el fin de visualizar los resultados que arroja el entorno informático de forma detallada la prueba de los estudiantes en los diferentes niveles se incluyen las figuras 5-5, 5-6 y 5-7, para dos estudiantes evaluadas.

Figura 5-5 Lista de estudiantes evaluados con Diamante

Nombre	Usuario	Grado	Pruebas realizadas	Ver
Valentina Álvarez Ortega	valentinaao	Primer grado	1	
Valeria Arroyave Naranjo	valeriaan	Primer grado	1	
Manuela Correa Botero	manuelacb	Primer grado	1	
Isabella Echeverri Castaño	isabellaec	Primer grado	1	
Laura Hincapié Ospina	lauraho	Primer grado	1	
Manuela Murcia Jaramillo	manuelamj	Primer grado	1	
Luciana Murcia Muñoz	lucianamm	Primer grado	1	
Isabella Ruiz Valencia	isabellarv	Primer grado	1	
Sara Vieira Muñoz	saravm	Primer grado	1	

Figura 5-6 Ejemplo de resultados en detalle de la estudiante 2

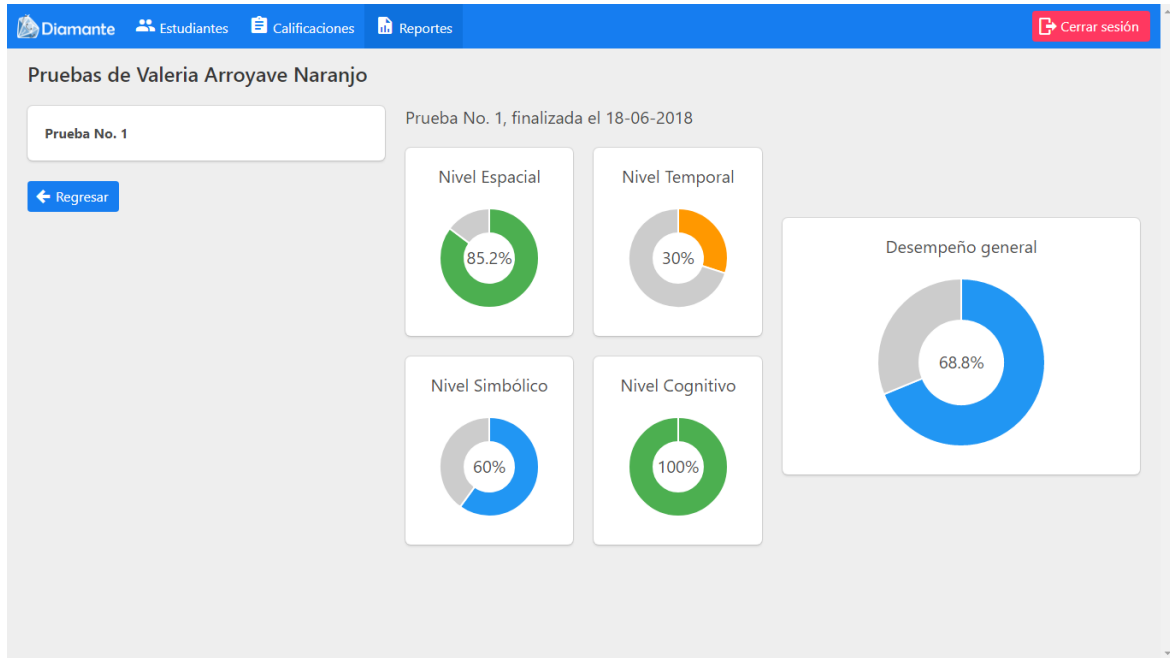
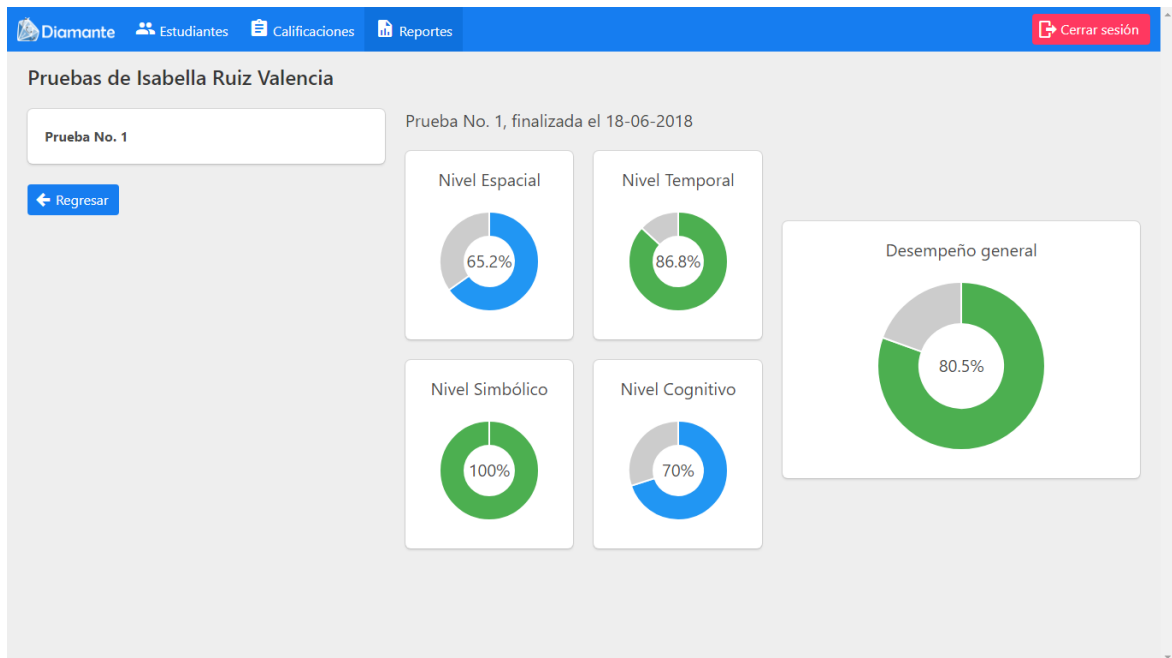


Figura 5-7 Ejemplo de resultados en detalle de la estudiante 8



En este momento se tienen programadas pruebas en una institución educativa rural y otra urbana del departamento de Caldas. Los datos de los resultados, serán incluidos en la versión definitiva.

5.4 Conclusiones del Capítulo

Las pruebas piloto permitieron afinar el modelo propuesto, encontrando falencias asociadas con la prueba DAM.

El desarrollo de entorno ***Diamante*** es la concreción tecnología de la propuesta y su implementación demostró la consistencia del modelo y su aplicación en la fase II de pruebas arrojó los resultados esperados.

Igualmente, se corroboró la necesidad que tienen las instituciones educativas y en especial los docentes, de contar con una herramienta que apoye el proceso de identificación temprana de las dificultades de aprendizaje de la matemática y así poder generar un plan de trabajo de acuerdo a las debilidades encontradas.

Las funcionalidades de ***Diamante*** y los reportes que ofrece al docente convierten esta plataforma en un aliado disponible para los profesores en los procesos para la detección, evaluación y seguimiento a los estudiantes mediante actividades de aprendizaje.

6. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

6.1 Conclusiones

Tanto de la revisión de la literatura como del estudio de las pruebas realizadas sobre un grupo de estudiantes permitió determinar que:

- De la revisión del estado del arte se puede afirmar que en el ambiente escolar existen estudiantes con diferentes dificultades específicas de aprendizaje en particular en las matemáticas y el docente debe enfrentar esta situación sin contar con los conocimientos suficientes ni con herramientas que lo apoyen en la detección y posterior apoyo a estos niños. Esta Tesis presenta un modelo conceptual y una herramienta informática orientada a auxiliar al profesor en estas tareas, la cual fue validada en varios casos de estudio.

Los resultados obtenidos en las pruebas, permiten concluir que los estudiantes tienen dificultades, casi siempre, en algunos de los niveles cognitivos mientras que en otros no se presente esta situación, lo que exige que las estrategias estén orientadas en forma personalizada a enfrentar este hecho.

- La implementación de la prueba, ha permitido identificar las fortalezas y las debilidades de acuerdo a los elementos evaluados, teniendo como gran protagonista los niveles cognitivos que para esta Tesis se definieron 4 tipos y las actividades relacionadas: Nivel Espacial, Nivel Temporal, Nivel Simbólico y Nivel Cognitivo.

- El entorno educativo informático, llamado **Diamante**, refleja el modelo propuesto y responde a los hallazgos encontrados en el estado del arte y a las pruebas iniciales realizadas.
- La propuesta que es presentada en este trabajo, permite, que de acuerdo a los elementos que se encuentran asociados con las actividades que ayuden a realizar la prueba DAM, la identificación, el plan de trabajo y el seguimiento, convirtiéndose en un entorno educativo informático para la identificación de las dificultades de aprendizaje en la matemática.
- Las funcionalidades de **Diamante** y los reportes que ofrece al docente convierten esta plataforma en un aliado disponible para los profesores en los procesos para la detección, evaluación y seguimiento a los estudiantes con dificultades de aprendizaje de las matemáticas, mediante actividades de aprendizaje.

6.2 Trabajo Futuro

- El enfoque conceptual de la propuesta de la tesis y el entorno informático que la soporta (Diamante) pueden ser aplicados en otras disciplinas y ante otras dificultades específicas de aprendizaje, definiendo previamente las áreas de afectación en el proceso de aprendizaje y diseñando y construyendo las actividades que permitan su detección y apoyo al proceso posterior.
- Como trabajo futuro se traza el crecimiento del modelo realizando una modificación en el elemento grado académico, para así poder evaluar estudiantes que se encuentren en grados superiores a los evaluados con la herramienta. También se espera poder realizar la adición de habilidades cognitivas para realizar una identificación mucho más detallada.
- Se espera definir los mecanismos para que **Diamante** pueda ser aprovechado por diferentes instituciones educativas en forma libre y así ayudar a los docentes en la identificación de las DAM y aprovechar al máximo esta herramienta para apoyo en estrategias educativas.

Bibliografía

- Acosta, G., & Miranda, A. (2012). Evolución del funcionamiento ejecutivo en estudiantes con y sin dificultades de aprendizaje en la resolución de problemas matemáticos. Un estudio longitudinal. Retrieved from <http://diversidad.murciaeduca.es/publicaciones/dea2012/docs/gacosta.pdf>
- Andalucía, F. de E. de C. O. de. (2012). Dificultades De Aprendizaje De Las Matemáticas. *Revista Digital Para Profesionales de La Enseñanza*, 20(1990). Retrieved from <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd9325.pdf>
- Aragón, E., Navarro, J. I., Aguilar, M., Cerda, G., & García-Sedeño, M. (2016). Predictive model for early math skills based on structural equations. *Scandinavian Journal of Psychology*, 57(6), 489–494. <https://doi.org/10.1111/sjop.12317>
- Arrieta, M. (2003). Capacidad espacial y educación matemática: tres problemas para el futuro de la investigación. *Educación Matemática*, 15(3), 57–76.
- Ayensa, I. B., Almenara, C., Moreno, T. M., & Sanmillán, P. (2018). Herramientas tecnológicas para la educación inclusiva, 9, 83–112.
- Bermejo, V., & Blanco, M. (2009). Perfil matemático de los niños con Dificultades Específicas de Aprendizaje en Matemáticas en función de su capacidad lectora. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(3), 381–392.
- Blanco Pérez, M. (1990). Prueba evolutivo-curricular de matemáticas de Tordesillas (PRECUMAT) : desarrollo de un instrumento de evaluación, diagnóstico y orientación curricular en el área de matemáticas en los primeros años de escolaridad. Retrieved from <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/handle/11162/83344>
- Bolívar Calderón, R. J. (2015). Perfil Nueropsicopedagógico del niños con trastorno específico de aprendizaje de la aritmética. Diseño de programas de prevención de la discalculia.
- Bravo, L. (2016). El aprendizaje de las matemáticas: Psicología cognitiva y neurociencias. *Arequipa*, 7, 11–29.
- Butterworth, B. (2011). Foundational Numerical Capacities and the Origins of Dyscalculia. *Space, Time and Number in the Brain*, 1(c), 249–265. <https://doi.org/10.1016/B978->

0-12-385948-8.00016-5

- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: From brain to education. *Science*, 332(6033), 1049–1053. <https://doi.org/10.1126/science.1201536>
- Camargo Mércan, P. (2014). Las TIC como herramientas facilitadoras en la gestión pedagógica. Retrieved July 18, 2018, from http://www.unitecnologica.edu.co/newsletter/educacionadistancia/2014/boletin006/noti_apliaciones/005-lastic/index.html
- Cañete Blanco, D. C. (2010). Discalculia, la dislexia de los números. *Revista Digital Eduinnova*, 25, 57–59.
- Castaño, J. (2002). Aportes de la neuropsicología al diagnóstico y tratamiento de los trastornos de aprendizaje. *Revista de Neurología*, 34(Supl 1), 1–7.
- CogniFit. (2015). Batería de Evaluación Neuropsicológica Online. Instrumentos de ayuda al diagnóstico en Discalculia (CAB-DC). Retrieved from <https://www.cognifit.com/es/evaluacion-cognitiva/test-discalculia>
- Connolly, A. J. (2007). KeyMath –3 Diagnostic Assessment, 1–11.
- Coronado-Hijón, A. (2015). Contrucción de una lista de cotejo (checklist) de dificultades de aprendizaje del cálculo aritmético. *Revista de Pedagogía*, 91–104.
- Coronado Hijón, A. (2015). Dificultades de aprendizaje en el cálculo. *Revista Española de Pedagogía*, 260, 91–104.
- Daniel González de Vega, & Javier Arroyo. (2014). SmartClick. Retrieved from <https://co.smartickmethod.com>
- De Visscher, A., & Noël, M. P. (2013). A case study of arithmetic facts dyscalculia caused by a hypersensitivity-to-interference in memory. *Cortex*, 49(1), 50–70. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2012.01.003>
- Delgado, M., Arrieta, X., & Riveros, V. (2009). Uso de las TIC en educación, una propuesta para su optimización. *Omnia Año*, 15(3), 58–77.
- Dinamo Números. (2016). Dyscalculia Profiler for Low Math Achievers. Retrieved June 9, 2017, from <http://www.dynamoprofiler.com/>
- Etchepareborda, M. C., & Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista Neurología*, 40(Supl 1), 79–83.
- García-Orza, J. (2012). Dislexia y discalculia. ¿extraños compañeros de viaje? *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, Julio. Retrieved from

- [http://psibasica.uma.es/javiergarciaorza/upload/personal/JGORZA_Dislexia y discalculia.pdf](http://psibasica.uma.es/javiergarciaorza/upload/personal/JGORZA_Dislexia_y_discalculia.pdf)
- García, E., Vite, O., Navarrete, M. Á., García, M. Á., & Torres, V. (2016). Metodología para el desarrollo de software multimedia educativo MEDESME. *CPU-E*, 217–226. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=283146484011>
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L., & Bailey, D. H. (2012). Mathematical cognition deficits in children with learning disabilities and persistent low achievement: A five-year prospective study. *Journal of Educational Psychology*, 104(1), 206–223. <https://doi.org/10.1037/a0025398>
- Ginsburg, H., Baroody, A. J., del Río, M. C. N., & Guerra, I. L. (2007). Tema-3: test de competencia matemática básica. Tea Ediciones.
- González-Castro, P., Rodríguez, C., Cueli, M., Cabeza, L., & Álvarez, L. (2013). Competencias matemáticas y control ejecutivo en estudiantes con trastorno por déficit de Atención con hiperactividad y dificultades de aprendizaje en las matemáticas. *Revista de Psicodidáctica / Journal of Psychodidactics*, 19(1), 125–143. <https://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.7510>
- Grégoire, J., Noël, M.-P., & Nieuwenhoven, C. Van. (2015). Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas (2.ª ed), 2, 1–25.
- Guitart, J., & Lateralidad y psicomotricidad, C. de. (2016). La discalculia: cuando no se comprenden las bases de las matemáticas. Retrieved May 28, 2018, from <http://lateralidad.com/la-discalculia-cuando-no-se-pueden-comprender-las-bases-de-las-matematicas/>
- Herrera, M. M. E., & Juan Carlos Jaramillo Dueñas. (2010). La deficientes adquisición de las destrezas con criterio de desempeño y su influencia en la Discalculia en estudiantes de 7 años de educación básica en la escuela fiscal cuarto centenario N.1 de la ciudad de Loja.
- Hijón, A. C. (2008a). Dificultades de aprendizaje de las matematicas, coneceptos básicos y diagnóstico.
- Hijón, A. C. (2008b). Dificultades de aprendizaje de las matematicas, coneceptos básicos y diagnóstico.
- Iglesias Sarmiento, V. (2008). Dificultades de aprendizaje en el dominio aritmético y en el procesamiento cognitivo subyacente, *Ph.D.*(July 2008), 1–446. Retrieved from <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1921396131&Fmt=7&clientId=13807&RQT=30>

9&VName=PQD

- Juan García Moreno. (2010). Así calculamos en mi cole. Retrieved from http://ntic.educacion.es/w3//eos/MaterialesEducativos/mem2011/asi_calculamos/index.html
- Larrazolo, N., Backhoff, E., & Tirado Resumen, F. (2013). Habilidades de razonamiento matemático de Estudiantes de educación Media Superior en México. *Revista Mexicana de Investigación Educativa RMIE*, 18(59), 1137–1163.
- Maciques Rodríguez, E. (2004). Trastornos del aprendizaje: Estilos de aprendizaje y el diagnóstico psicopedagógico. *Infomed, Portal de Salud de Cuba*. Retrieved from <http://www.sld.cu>
- Magaña, M., & Ruiz-lázaro, P. (2015). Trastornos específicos del aprendizaje, 12, 21–28.
- McGuire, P. R., Kinzie, M., Thunder, K., & Berry, R. (2014). Methods of Analysis and Overall Mathematics Teaching Quality in At-Risk Prekindergarten Classrooms. *Early Education and Development*, 9289(March).
<https://doi.org/10.1080/10409289.2015.968241>
- Meavilla Seguí, V. (2005). Razonamiento visual y matemáticas, 109–116.
- Mendez, S. B., & Vivanco, D. A. (2016). La discalculia y su afectación en el proceso de desarrollo del pensamiento lógico en niños de 8 años. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/9658/1/TTUACS DE00006.pdf>
- Mercader, J., Pinto, V., Siegenthaler, R., Presentación, M. J., Miranda, A., & Badenes-Gasset, A. (2016). Funcionamiento ejecutivo y rendimiento matemático: Un estudio longitudinal. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 323–331. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349851776036>
- Miguel Poza, P. (2016). Propuesta de intervención en el aula para desarrollar las capacidades cognitivas básicas a través de las matemáticas.
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2013). Evaluación Diagnóstica. Retrieved May 14, 2018, from <https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-246644.html>
- Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2016). Derechos básicos de Aprendizaje. Retrieved from http://www.colombiaaprende.edu.co/html/micrositios/1752/articles-349446_genera_dba.pdf

- Miranda Núñez, N. S., Muñoz Muñoz, M. M., & Porras Pareja, L. (2006). Las TIC's nuevas alternativas en la superación de las dificultades en el aprendizaje escolar. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 1–444. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moreno Arias, D. C. (2016). Relación entre la memoria de trabajo, la planificación y el aprendizaje matemático.
- Navarro, J. I., Aguilar, M., Alcalde, C., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Sedeño, M. G. (2009). Estimación del aprendizaje matemático mediante la versión española del test de evaluación matemática temprana de utrecht. *European Journal of Education and Psychology*, 2(2), 131–143. <https://doi.org/10.1989/ejep.v2i2.24>
- Padilla, M. (2009). Competencia matemática en niños en edad preescolar. *Psicogente*, 12(22), 390–406.
- Paucar Mendoza, L. K. (2017). Diagnóstico y estrategias de intervención psicopedagógica en niños/as con discalculia en edad escolar para mejorar su rendimiento académico. *Repo*, 1–37. Retrieved from <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10477>
- Pérez, E. P., López, I. B., & Álvarez, N. D. (2016). La discalculia, como uno de los trastornos específico del aprendizaje. *Conrado*, 12(52).
- Pérez Jimeno, M. (2002). Problemas y dificultades en el aprendizaje matemático de los niños y niñas de tercer ciclo de primaria. *Al Otro Lado de Las Fronteras de Las Matemáticas Escolares*.
- Pérez, M. B., & Bermejo, V. (2009). El efecto Mateo en niños con Dificultades Específicas de Aprendizaje de las Matemáticas, 3(Ldm), 30–36.
- Piaget, J. (1981). La teoría de Piaget. *Infancia y Aprendizaje*, 4(sup2), 13–54. <https://doi.org/10.1080/02103702.1981.10821902>
- Rajaie, H., Allahviridiyani, K., Khalili, A., & Sadeghi, A. (2011). Effect of teaching attention to the mathematic performance of the students with Dyscalculia in the third and fourth grade of elementary school. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 3024–3026. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.04.236>
- Ramos Pérez, L., Domínguez Lovaina, J., & Gavilondo Mariño, X. (2008). ¿Software educativo, hipermedia o entorno educativo? Retrieved October 31, 2017, from http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol18_4_08/aci61008.htm
- Rapin, I. (2016). Dyscalculia and the Calculating Brain. *Pediatric Neurology*, 61, 11–20.

<https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2016.02.007>

- Riviere, A. (1990). Problemas y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas: una perspectiva cognitiva. *Alianza Madrid*, 155–182. Retrieved from http://www.cucs.udg.mx/avisos/Martha_Pacheco/Software_e_hipertexto/Antologia_Electronica_pa121/Palacios-cap9.PDF
- Rojas, A., Contreras, A., & Arévalo, M. (2011). Intervención Didáctica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia. *Revista Respuestas*, (2), 72.
- Rojas Suarez, A. C., Contreras Hernández, A. P., & Arévalo Duarte, M. A. (2011). Intervencion didactica para promover el aprendizaje de las matemáticas, en niños con discalculia, (2), 1–9.
- Romero, J. F., & Cerv, L. (2005). *Dificultades de aprendizaje: Unificación de Criterios Diagnósticos: Definición, Características y tipos*.
- Romero Pérez, J. F., & Lavigne Cerván, R. (2004). *Dificultades en el aprendizaje : Unificación de criterios diagnósticos*.
- Roselli, M., & Matute, E. (2011). La Neuropsicología del Desarrollo Típico y Atípico de las Habilidades Numéricas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, ISSN-e 0124-1265, Vol. 11, Nº. 1, 2011, Págs. 123-140, 11(1), 123–140.
- Rubo, A. M. P. (2007). Los procesos de exclusión en el ámbito escolar: el fracaso escolar y sus actores. *Universidsad Nacional Del Nordeste*.
- Ruiz Ahmed, Y. M. (2008). Dificultades de aprendizaje de las matemáticas. *Revista Digital Para Profesionales de La Enseñanza*, 1–10.
- Sánchez, J. N. G. (1995). *Manual de dificultades de aprendizaje: lenguaje, lecto-escritura y matemáticas* (Vol. 66). Narcea Ediciones
- Servera, M., & Lladrés, J. (2004). Tarea de atención sostenida en la infancia. *TEA Ediciones S.A*, 1–17.
- Sánchez, J. N. G. (1995). *Manual de dificultades de aprendizaje: lenguaje, lecto-escritura y matemáticas* (Vol. 66). Narcea Ediciones.
- Solórzano V, M. del C. (2010). Las habilidades cognitivas y las asignaturas. Retrieved November 9, 2017, from <http://www.redem.org/boletin/boletin310510a.php>
- Suriá Martínez, R. (2011). Percepción del profesorado sobre su capacitación en el uso de las TIC como instrumento de apoyo para la integración del alumnado con

- discapacidad. *Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*, 15, 299–314.
- Tenecela Ordoñez, J. E., & Abad Toral, K. E. (2014). Incidencia de dificultades de aprendizaje (dislexia y discalculia) en estudiantes de tercero al séptimo año educación general básica. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20328>
- Teruel, J., & Latorre, Á. (2014). Dificultades de aprendizaje : intervención en dislexia y discalculia. Retrieved from http://encore.fama.us.es/iii/encore/record/C__Rb2562816__Sdiscalculia__P0%2C4__Orighresult__X4__T?lang=spi&suite=cobalt%5Cnhttps://svpn.utpl.edu.ec/+CSCO+00756767633A2F2F667667722E726F656E656C2E70627A++/lib/bibliotecautplsp/-CSCO-3h--reader.action?docID=
- Toll, S. W. M., Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. H. (2011). Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521–532. <https://doi.org/10.1177/0022219410387302>
- UNESCO. (2008). La Educación Inclusiva: El camino hacia el futuro.
- UNESCO. (2011). Educación Inclusiva. Retrieved July 27, 2018, from <http://www.unesco.org/new/es/santiago/education/inclusive-education/>
- Universidad Camilo José Cella. (2012). Intervención educativa en las dificultades específicas en el aprendizaje de las matemáticas.
- Van de Rijt, B. A. ., Van Luit, J. E. H., & Pennings, A. . (1999). The construction of the utrecht early mathematical competences scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59(2).
- Velasquez Peñuela, N. (2017). DISCALAPP, Herramientas de apoyo para tratar dislexia y discalculia en niños de 5 a 7 años.
- Willmes, K. (2008). Chapter 17 Acalculia. *Handbook of Clinical Neurology*, 88, 339–358. [https://doi.org/10.1016/S0072-9752\(07\)88017-1](https://doi.org/10.1016/S0072-9752(07)88017-1)
- Yáñez Tellez, M. G. (2016). *Neuropsicología de los trastornos del neurodesarrollo: Diagnóstico, evaluación e intervención*. Retrieved from www.books.google.es