



Universidad
del Atlántico

CÓDIGO: FOR-DO-109

VERSIÓN: 0

FECHA: 03/06/2020

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Autor1

Puerto Colombia, 4 de mayo de 2020

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

ciudad

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

Cordial saludo,

Yo, **ANDERSON FLÓREZ PADILLA**, identificado(a) con **C.C. No. 1.045.724.448** de **Barranquilla**, autor(a) del trabajo de grado titulado **FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA** presentado y aprobado en el año **2020** como requisito para optar al título Profesional de **LICENCIADO EN MATEMÁTICAS**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,

Firma

ANDERSON FLÓREZ PADILLA

C.C. No. 1.045.724.448 de Barranquilla

**AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TEXTO COMPLETO**

Autor2

Puerto Colombia, 4 de mayo de 2020

Señores

DEPARTAMENTO DE BIBLIOTECAS

Universidad del Atlántico

ciudad

Asunto: Autorización Trabajo de Grado

Cordial saludo,

Yo, **RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO**, identificado(a) con **C.C. No. 1.042.354.653** de **Sabanagrande**, autor(a) del trabajo de grado titulado **FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA** presentado y aprobado en el año **2020** como requisito para optar al título Profesional de **LICENCIADO EN MATEMÁTICAS**; autorizo al Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico para que, con fines académicos, la producción académica, literaria, intelectual de la Universidad del Atlántico sea divulgada a nivel nacional e internacional a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios del Departamento de Bibliotecas de la Universidad del Atlántico pueden consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web institucional, en el Repositorio Digital y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad del Atlántico.
- Permitir consulta, reproducción y citación a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD-ROM o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

Esto de conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Atentamente,



Firma

RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO

C.C. No. 1.042.354.653 de Sabanagrande

| | |
|---|---------------------------|
|  Universidad del Atlántico | CÓDIGO: FOR-DO-110 |
| | VERSIÓN: 01 |
| | FECHA: 03/02/2020 |
| DECLARACIÓN DE AUTORES PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO ACADÉMICO PARA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO | |

Puerto Colombia, **4 de mayo de 2020**

Una vez obtenido el visto bueno del director del trabajo y los evaluadores, presento al **Departamento de Bibliotecas** el resultado académico de mi formación profesional o posgradual. Asimismo, declaro y entiendo lo siguiente:

- El trabajo académico es original y se realizó sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, en consecuencia, la obra es de mi exclusiva autoría y detento la titularidad sobre la misma.
- Asumo total responsabilidad por el contenido del trabajo académico.
- Eximo a la Universidad del Atlántico, quien actúa como un tercero de buena fe, contra cualquier daño o perjuicio originado en la reclamación de los derechos de este documento, por parte de terceros.
- Las fuentes citadas han sido debidamente referenciadas en el mismo.
- El (los) autor (es) declara (n) que conoce (n) lo consignado en el trabajo académico debido a que contribuyeron en su elaboración y aprobaron esta versión adjunta.

| | |
|--------------------------------------|---|
| Título del trabajo académico: | FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA |
| Programa académico: | Licenciatura en Matemáticas |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Firma de Autor 1: |  | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | ANDERSON FLÓREZ PADILLA | | | | | | |
| Documento de Identificación: | CC | <input checked="" type="checkbox"/> | CE | <input type="checkbox"/> | PA | <input type="checkbox"/> | Número: 1.045.724.448 |
| Nacionalidad: | COLOMBIANO | | | | Lugar de residencia: | | |
| Dirección de residencia: | | | | | | | |
| Teléfono: | | | | | Celular: | | |

| | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-----------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------------|
| Firma de Autor 2: |  | | | | | | |
| Nombres y Apellidos: | RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO | | | | | | |
| Documento de Identificación: | CC | <input checked="" type="checkbox"/> | CE | <input type="checkbox"/> | PA | <input type="checkbox"/> | Número: 1.042.354.653 |
| Nacionalidad: | COLOMBIANA | | | | Lugar de residencia: | | |
| Dirección de residencia: | | | | | | | |
| Teléfono: | | | | | Celular: | | |



FORMULARIO DESCRIPTIVO DEL TRABAJO DE GRADO

| | |
|---|---|
| TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO DE GRADO | FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE BÁSICA PRIMARIA |
| AUTOR(A) (ES) | ANDERSON FLÓREZ PADILLA RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO |
| DIRECTOR (A) | RAFAEL SEGUNDO SÁNCHEZ ANILLO |
| CO-DIRECTOR (A) | JOSE HERNANDO AVILA TOSCANO |
| JURADOS | TEREMY TOVAR AILED MARENCO |
| TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE PROGRAMA | LICENCIADO EN MATEMÁTICAS |
| PREGRADO / POSTGRADO | LICENCIATURA EN MATEMATICAS PREGRADO |
| FACULTAD | CIENCIAS DE LA EDUCACION |
| SEDE INSTITUCIONAL | UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO SEDE NORTE |
| AÑO DE PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO | 2020 |
| NÚMERO DE PÁGINAS | 72 PÁGINAS |
| TIPO DE ILUSTRACIONES | DESCRIBIR TIPO DE ILUSTRACIONES: Tablas, figuras y fotografías |
| MATERIAL ANEXO (VÍDEO, AUDIO, MULTIMEDIA O PRODUCCIÓN ELECTRÓNICA) | NO APLICA |
| PREMIO O RECONOCIMIENTO | MERITORIA |

**FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE
BÁSICA PRIMARIA**

**ANDERSON FLÓREZ PADILLA
RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO**

**FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO
BARRANQUILLA**

2020

**FUNCIONES EJECUTIVAS Y HABILIDADES ARITMÉTICAS EN ESTUDIANTES DE
BÁSICA PRIMARIA**

ANDERSON FLÓREZ PADILLA

RITZY CRISTINA RAMÍREZ MERCADO

**TRABAJO DE GRADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
LICENCIADO(A) EN MATEMÁTICAS**

ASESOR

Ph.D. RAFAEL SÁNCHEZ ANILLO

COASESOR:

Ph.D. JOSÉ HERNANDO ÁVILA-TOSCANO

**FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
PROGRAMA DE LICENCIATURA EN MATEMÁTICAS**

UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO

BARRANQUILLA

2020

NOTA DE ACEPTACIÓN

Rafael Sánchez Anillo
Asesor

José Hernando Ávila-Toscano
Coasesor

Evaluador 1

Evaluador 2

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser siempre la guía de nuestras vidas, iluminando paso a paso el camino para realizar este proyecto de investigación.

A la Universidad del Atlántico y todos nuestros docentes, por habernos regalado sus conocimientos, enseñanzas, consejos y sugerencias, que nos ayudaron a convertirnos en mejores personas y nos formaron como licenciado(a).

A nuestros docentes asesores Rafael Sánchez Anillo y José Ávila Toscano, por su apoyo valioso y constante en este proceso, sus sugerencias, observaciones, correcciones y explicaciones para llevar a feliz término nuestro trabajo de grado.

A Nuestros familiares, amigos y compañeros, por siempre ser nuestro apoyo incondicional, rodeándonos de amor, cariño y tiempo.

A la Institución Educativa Distrital Pies Descalzos, a sus directivas, a sus docentes y sobre todo a los estudiantes de tercer grado por aceptar hacer parte del desarrollo de este trabajo de investigación y por su activa participación.

DEDICATORIA

Este logro se lo dedico principalmente a Dios, por darme la salud, la fortaleza, la paciencia y la sabiduría que me permiten vivir cada uno de los pasos que doy mi vida, especialmente mi carrera profesional y este proceso de mi trabajo de grado.

A mi mamá Edilsa Mercado, Mi papá Freddys Ramírez, mis hermanos, mis sobrinos y demás familiares por todo el cariño, apoyo y comprensión demostrada siempre.

A mis amigos y a mis compañeros, especialmente María, Silvana, Anderson Laurie, Paola, Sandra, Dorys, Patricia, Harol y Milagro por acompañarme siempre y no dejarme rendir nunca

A Edwin Bolaño por su amor, compañía, comprensión y apoyo incondicional.

Al Centro Educativo Laudes en cabeza de su directora por acogerme y permitirme hacer parte de su familia institucional y brindarme los espacios durante toda mi carrera para poder terminarla a cabalidad, especialmente a mis pequeños estudiantes, pues cada día me convencen más de que escogí la mejor profesión del mundo.

Ritzy Cristina Ramírez Mercado

En un primer lugar le dedico a Dios por haberme regalado los dones para alcanzar este gran logro y por su infinita gracia y bendición a lo largo de este camino lleno de conocimientos, cosas positivas y aprendizaje, pues he crecido tanto humana como profesionalmente.

A mis padres por ser el principal pilar en mi desarrollo y siempre estar en todo momento , al resto de mi familia por siempre brindarme su apoyo.

A mis amigos y compañeros por siempre brindarme el apoyo necesario a lo largo de esta bonita carrera profesional y que con orgullo se convertirán en mis colegas

A mis profesores por convertirse en los guías para alcanzar todos los objetivos necesarios además de brindarme sus conocimientos y consejos

Anderson Flórez Padilla

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 Descripción del Problema..... | 3 |
| 1.2 Formulación del problema | 6 |
| 1.3 Justificación | 7 |
| 1.4 Objetivos | 11 |
| 1.4.1 <i>Objetivo general</i> | <i>11</i> |
| 1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> | <i>11</i> |
| CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL | 12 |
| 2.1. Antecedentes..... | 12 |
| 2.2. Marco teórico | 20 |
| 2.2.1 <i>Funciones ejecutivas</i> | <i>20</i> |
| 2.2.2 <i>Componentes de las funciones ejecutivas</i> | <i>24</i> |
| 2.2.3 <i>Aritmética, aprendizaje de las matemáticas y funciones ejecutivas</i> | <i>26</i> |
| CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO | 30 |
| 3.1 Diseño y metodología de investigación..... | 30 |
| 3.2 Población y muestra | 30 |
| 3.3 Técnicas e instrumentos | 31 |
| CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 34 |
| 4.1. Recolección o producción de información | 34 |
| 4.2. Análisis e interpretación de la información | 34 |

| | |
|---|-----------|
| | viii |
| 4.3 Resultados..... | 35 |
| CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 41 |
| 5.1. Discusión | 41 |
| 5.2. Conclusiones y recomendaciones | 46 |
| REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS | 48 |
| ANEXOS..... | 57 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Desarrollo evolutivo de las Funciones Ejecutivas..... | 23 |
| Tabla 2. Componentes de las funciones ejecutivas | 24 |
| Tabla 3. Relación de pruebas, subpruebas y FE evaluadas por el ENFEN | 31 |
| Tabla 4. Resultados descriptivos del desempeño en habilidades aritméticas de acuerdo con las pruebas realizadas..... | 36 |
| Tabla 5. Comparación paramétrica de resultados en habilidades aritméticas según grupo de desempeño de los estudiantes..... | 36 |
| Tabla 6. Resultados descriptivos del desempeño de las funciones ejecutivas en las Pruebas realizadas | 37 |
| Tabla 7. Comparación paramétrica y no paramétrica de resultados en las funciones ejecutivas según grupo de desempeño de los estudiantes | 38 |
| Tabla 8. Correlaciones bivariadas entre las habilidades aritméticas y las funciones ejecutivas... | 40 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Comparación del perfil decatípico de acuerdo con los grupos de desempeño en aritmética..... | 38 |
| Figura 2. Comparación del perfil decatípico de acuerdo con el sexo de Los estudiantes..... | 39 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Hoja de anotación. Prueba de aritmética | 57 |
| Anexo 2. Hoja de anotación. Prueba de Retención de Dígitos | 58 |
| Anexo 3. Hoja de anotación resultados Prueba ENFEN | 59 |
| Anexo 4. Evidencia fotográfica aplicación de las pruebas WISC-V y ENFEN..... | 60 |

RESUMEN

La presente investigación apunta a establecer el papel de las funciones ejecutivas en relación con el desempeño en habilidades aritméticas de estudiantes escolarizados en educación básica primaria, la población de estudio está constituida por estudiantes de básica primaria de una Institución oficial ubicada en el corregimiento Eduardo Santos- La playa de Barranquilla Atlántico. Se realizó un estudio no experimental, que integró componentes asociativos y comparativos, mediante la estrategia de grupos naturales y la definición de relaciones funcionales predictivas propias de un corte transversal, Se evaluaron dos grupos de 20 estudiantes cada uno (8-11 años), aplicando dos subpruebas (retención de dígitos y aritmética) del *Wechsler Intelligence Scale for Children* (5ª Ed.) y la batería ENFEN de funciones ejecutivas. Los resultados demuestran que el rendimiento en las FE se refleja diferencialmente de acuerdo al desempeño de los menores en aritmética y se concluye el valor predictivo de estas funciones en el desempeño de las habilidades aritméticas en los niños y niñas.

Palabras clave: Funciones ejecutivas, Aritmética, Educación básica.

ABSTRACT

This research aims to establish the role of executive functions in relation to the performance in arithmetic skills of students enrolled in primary elementary education, the study population consists of elementary school students of an official institution located in the Eduardo Santos district. The beach of Barranquilla Atlántico. A non-experimental study was carried out, which integrated associative and comparative components, through the strategy of natural groups and the definition of predictive functional relationships typical of a cross-section. Two groups of 20 students each (8-11 years) were evaluated, applying two subtests (digit retention and arithmetic) of Wechsler Intelligence Scale for Children (5th Ed.) and the ENFEN battery of executive functions. The results controlled by the performance in the FE are reflected differentially according to the performance of the children in arithmetic and the predictive value of these functions in the performance of the arithmetic skills in children is concluded.

Keywords: executive functions, arithmetic, Basic education.

INTRODUCCIÓN

Social e históricamente, las matemáticas forman parte esencial en el desarrollo humano, por lo que, como individuos y seres pensantes, debe existir la capacidad de comprenderlas. Es evidente que al analizar todo lo que rodea al ser humano, se aprecia cómo las matemáticas están presentes en todo momento, desde los diferentes ámbitos profesionales, ya que se trata de una de las asignaturas con mayor relevancia y que está definida como materia indispensable en el proceso de formación escolar.

Desde edad temprana se busca desarrollar en el niño un pensamiento lógico-matemático dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje desde las distintas ramas de las matemáticas, entre ellas, la aritmética, por medio de la cual el educando adquiere y desarrolla habilidades que involucran razonamiento, sistemas de números, cantidades, símbolos y realización de distintos procesos que se relacionen entre sí.

En años recientes, los avances en las ciencias han estado enfocados en el desarrollo del potencial humano por lo cual surgen nuevas corrientes científicas como las neurociencias que a partir de las investigaciones y estudios realizados, arrojan resultados positivos revelando los misterios del cerebro y su funcionamiento, a partir de las cuales, se realiza un importante aporte en el ámbito pedagógico otorgando conocimientos fundamentales acerca de las bases neurales del aprendizaje, la memoria, las emociones, etc; las cuales son día a día estimuladas y fortalecidas en el aula.

El presente estudio responde lógicamente a lo previamente descrito, al integrar el saber matemático (puntualmente aritmético) con las bases neuronales del desarrollo, para ello, se planteó como objetivo principal establecer el papel de las funciones ejecutivas en relación con el desempeño en habilidades aritméticas de niños y niñas escolarizados en educación básica

primaria.

Este documento, que resume los fundamentos científicos y resultados de la investigación ha sido estructurado en cinco capítulos. En el primero se desarrolla el planteamiento del problema, que contiene la descripción del problema a estudiar, la formulación de la pregunta investigativa y su sistematización a partir de tres subpreguntas debidamente articuladas con los objetivos específicos; de la misma manera, se describe el objetivo general de este estudio y se trazan los lineamientos de su justificación.

El segundo capítulo describe los antecedentes y referentes teóricos que sustentan este estudio, de los cuales se extrae importante información para el enriquecimiento de la misma, buscando establecer la relación de las funciones ejecutivas con las matemáticas y habilidades aritméticas a través de los estudios e investigaciones encontradas a nivel internacional, nacional y local. El tercer capítulo describe el diseño metodológico seleccionado para el cumplimiento de los objetivos, compuesto por diseño y metodología de la investigación, población y muestra seleccionada de forma no probabilística, así como las técnicas e instrumentos utilizados para la obtención de la información requerida.

El cuarto capítulo presenta análisis e interpretación de resultados a partir de la recolección o producción de la información; se describe para ellos los mecanismos de recolección y procesamiento de los datos, así como las técnicas de tratamiento estadístico empleadas; así como, los principales hallazgos obtenidos.

Por último, en el quinto capítulo, titulado conclusiones y recomendaciones, en primer lugar, se muestra, la discusión desarrollada a partir de las limitaciones presentadas durante el estudio y todo el devenir de los resultados, luego se evidencian las conclusiones y recomendaciones de la investigación a partir de cumplir los objetivos desarrollados de la misma.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del Problema

Según la Ley General de Educación de 1994, Matemática hace parte del grupo de las áreas obligatorias y fundamentales del conocimiento que deben ofrecer las instituciones educativas de Colombia; es decir, es parte esencial de la formación personal y profesional de los estudiantes, que se constituye de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998) en una herramienta intelectual muy relevante que otorga ventajas y avances de nivel intelectual.

Es importante que desde cada área del conocimiento se tenga un manejo adecuado de “competencias”, que es definida desde una noción ampliada como el saber qué, el saber qué hacer y el saber cómo, cuándo o por qué hacerlo, y desde un sentido más restringido como el “saber hacer en contexto” (MEN, 2006). En el caso de matemáticas, ser *matemáticamente competente* según los Estándares Básicos de competencia (2006), significa tener un buen manejo de la formulación, planteamiento, transformación y resolución de problemas, utilizar diferentes registros de representación o sistemas de notación simbólica, usar la argumentación, la prueba y la refutación, el ejemplo y contraejemplos para validar o rechazar conjeturas y por supuesto dominar procedimientos y algoritmos. Concretándose de manera específica en el pensamiento lógico y el pensamiento matemático.

El desarrollo del pensamiento lógico-matemático tiene una necesaria relación con la competencia numérica, iniciando su formación desde edad temprana mediante contenidos de mucha relevancia como la aritmética, considerada como una de ramas en las que se divide la matemática, cuyo objeto de estudio son los números y las operaciones elementales de suma,

resta, multiplicación y división (Singer, Ruiz & Cuadro, 2018). De esta forma, el aprendizaje de los números y de la aritmética en los escolares resulta básico para el desarrollo posterior de competencias numéricas elevadas (Resnick, 1989; Ruiz & García, 2003).

El MEN (2006), concuerda con la importancia de los contenidos aritméticos al señalar que los mismos se emplean para razonar acerca de actividades de la vida diaria de una persona, al igual que en la mayoría de las profesiones, donde su utilización es una exigencia. En este sentido, el desarrollo de la habilidad aritmética es fundamental en el dominio del pensamiento lógico-matemático, necesario en el aprendizaje de las matemáticas, lo cual está íntimamente relacionado con los procesos cerebrales de los individuos, esto en la medida que aprender matemáticas implica esfuerzo cerebral al emplear procesos como la atención, la memoria o procesos cognitivos como la organización de ideas, la comparación, la planeación, el análisis y el cumplimiento de reglas para la toma de decisiones (Sfard, 1991; Vargas, 2013).

Estos procesos y funciones cerebrales han sido un tema de análisis que ha venido cobrando valor dentro de la educación matemática, especialmente como un elemento que aporta en la comprensión de los fenómenos relacionados con el proceso de enseñanza- aprendizaje. Risso et al. (2015), resaltan el papel de los procesos cerebrales en el aprendizaje matemático y lingüístico, por ejemplo, los autores indican que entre los procesos o funciones de carácter no lingüístico implicados en el aprendizaje lector y en la adquisición de las destrezas matemáticas básicas destacan, sin duda, los procesos ejecutivos, estos incluyen algunos de tanta importancia como la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva.

Puntualmente, las funciones ejecutivas se entienden como las rutinas responsables de la monitorización y regulación de los procesos cognitivos durante la realización de tareas cognitivas complejas (Miyake et al., 2000; Bausela, 2014), incluso, con el pasar de los años los

niños van desarrollando la capacidad de autorregulación conductual, la cual está ligada con los procesos cognitivos que se dan a través de las funciones ejecutivas del cerebro.

Las funciones ejecutivas se desarrollan en la corteza prefrontal del cerebro; en la medida que esta área de la corteza madura también lo hace el nivel de complejidad de las funciones ejecutivas, de hecho, con su crecimiento, estas funciones toman un papel fundamental en la adquisición de conocimiento, afectando el rendimiento académico, por lo que se hace importante reconocer cómo se desarrollan estas desde la edad escolar de los niños (García, 2012).

Según señalan diversos autores como Clair-Thomson & Gatercole (2006), y Mazzocco & Kover (2007), solo hasta años recientes se ha venido estudiando con asiduidad (reconociendo la importancia que tiene) la relación entre el funcionamiento ejecutivo y el desarrollo de habilidades académicas en niños y adolescentes. Sin embargo, a pesar de la juventud de este campo de análisis, la evidencia científica ha mostrado hallazgos valiosos incluso demostrando que las características individuales contribuyen significativamente en el desempeño de las funciones ejecutivas, lo que explica ampliamente la variación en el desempeño académico de los estudiantes (Visu-Petra, Cheie, Benga & Miclea, 2011).

Ahora bien, la mayoría de los estudios se han concentrado en el papel de las funciones ejecutivas sobre el rendimiento académico como constructo general, pero es menor el acervo teórico que se enfoca en la adquisición de conceptos numéricos, y puntualmente en la adquisición y desarrollo de habilidades aritméticas. El presente estudio precisamente focaliza su atención en esta perspectiva, como un mecanismo de contribución a la comprensión de las posibles relaciones del desempeño en las funciones ejecutivas sobre las capacidades aritméticas de niños y niñas escolarizados.

1.2 Formulación del problema

Sobre la base de los antecedentes descritos, este estudio se formula con la intención de responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué papel cumplen las funciones ejecutivas frente a las habilidades en aritmética en estudiantes de básica primaria?

Para la sistematización de la pregunta problema, se han formulado los siguientes interrogantes auxiliares:

¿Cómo es el desempeño en habilidades aritméticas de escolares de tercer grado de primaria diferenciando entre los que presentan desempeño normotípico y aquellos con dificultades?

¿Qué resultados muestran los dominios de las funciones ejecutivas en los estudiantes de la muestra al compararse su rendimiento considerando el papel diferencial del sexo y el grupo de desempeño (normotípico Vs con dificultades)?

¿Las funciones ejecutivas muestran relación funcional predictiva frente a la habilidad aritmética en los participantes del estudio?

1.3 Justificación

La calidad educativa se asocia con la capacidad del sistema educativo para desarrollar en los educandos habilidades, conocimientos y valores que les permitan comprender, transformar e interactuar con el mundo en el que viven. Esto implica pasar de un aprendizaje de contenidos y de una formación memorística y enciclopédica, a una educación pertinente y conectada con el mundo actual. Igualmente, se debe concebir la educación como un proceso que no se agota en el sistema educativo, sino que se desarrolla de manera permanente en interacción con el mundo. (Segovia, 2010).

Una de las maneras de medir la calidad educativa tanto en Colombia como a nivel internacional es a través de los resultados académicos de los estudiantes, para ello habitualmente se emplean pruebas estandarizadas que se enfocan en competencias lingüísticas (comprensión de lectura) y matemáticas. La investigación al respecto ha documentado las diferencias entre países en materia del desempeño de sus estudiantes (Zhang, Khan & Tahirsylaj, 2015), y en el caso colombiano se ha reportado que el desempeño de niños y niñas con edades entre 7 y 8 años, y entre 11 y 12 años está por debajo del estándar esperado (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, 2010ab). Esto demuestra la necesidad de continuar estudiando elementos de diversa índole que puedan conducir a explicaciones acerca de las razones que justifican las dificultades en el desempeño de los estudiantes en áreas esenciales como el lenguaje y la matemática.

En el caso puntual de este estudio el interés recae sobre la matemática, en cuanto la misma posee un valor fundamental en la formación integral y profesional de las personas. Es quizás la materia más prestigiada socialmente, a la que se le atribuye cierto valor predictivo sobre las capacidades del propio individuo, de hecho, aún en nuestros días prevalece el "mito de

las matemáticas" en relación con los niveles de inteligencia y las expectativas de bienestar futuro (Ojeda, 1989). En este estudio, puntualmente se delimitan los resultados sobre la evaluación de las habilidades en una de las ramas fundamentales de la matemática como lo es la aritmética, teniendo en cuenta que, según Adamuz & Bracho (2017), un cambio en el tratamiento de la aritmética escolar poniendo énfasis en el desarrollo de habilidades que favorezcan la adquisición de un sentido numérico amplio, que respete y valore las distintas iniciativas propias por parte del alumnado, redundará en una actitud mucho más positiva hacia las matemáticas en general, y por ende, en un mayor aprovechamiento académico.

Ahora bien, un elemento distintivo de este estudio y que constituye un aporte relevante frente al tema abordado se basa en su interdisciplinariedad, en cuanto el abordaje de factores que se relacionan con la capacidad aritmética de los escolares contempla la participación de características funcionales de orden neuropsicoeducativo como lo es el desarrollo de las funciones ejecutivas. En este sentido, este estudio aplica a la educación matemática los aportes procedentes del campo de la neuropsicología en cuanto al desarrollo cognitivo y la adquisición de conocimiento, poniendo énfasis en el papel de procesos cognitivos orientados hacia la supresión o inhibición de tendencias reactivas o automatizadas y la regulación del comportamiento conforme al logro de metas (Garon, Bryson & Smith, 2008; Stelzer, Cervigni, & Martino, 2011); es decir, el funcionamiento ejecutivo cerebral. Como sostienen Stelzer et al. (2011), abordar el estudio de las funciones ejecutivas en la edad escolar y la relación con aspectos propios de su formación académica, representa un esfuerzo valioso en cuanto promueve un desarrollo pleno e integral de los individuos.

Por su parte, Portellano (2009), sostiene que en el abordaje de procesos neuropsicológicos resulta imprescindible evaluar las funciones ejecutivas de niños y niñas,

puesto que son el indicador más fiable de la capacidad operativa para resolver problemas, así como del estatus neurocognitivo general.

Este estudio responde a esa lógica, al valorar el papel de las funciones ejecutivas en niños y niñas de edad escolar (8 a 11 años), para ofrecer un análisis detallado sobre la forma como dichas funciones se relacionan con el desempeño aritmético, partiendo de antecedentes que ilustran el rol de estas facultades cerebrales sobre el rendimiento académico o la habilidad en cálculo matemático (Alloway, Banner & Smith, 2010; Ramos-Galarza, Jadán-Guerrero & Gómez-García, 2018).

Los resultados de este estudio pueden aportar a la cuestión de los factores implicados en el aprendizaje de la matemática y puntualmente en el desempeño aritmético, además de otorgar al educador elementos de valor que merecen consideración al momento de analizar estrategias y mecanismos empleados para la formación matemática, bajo el precepto de que el cerebro opera conforme a patrones de desarrollo que permiten o limitan los alcances cognitivos en operaciones complejas como el razonamiento matemático. Para ello, debe existir una concienciación sobre la importancia que tiene para los docentes reconocer el dominio de las funciones ejecutivas en sus estudiantes y con esto mejorar su práctica pedagógica dentro del aula de clases. Al respecto, Rapoport, Rubinsten y Katzir (2016), sostienen que es tiempo de incluir el tema de funciones ejecutivas como un factor importante en la formación de maestros, en cuanto un número importante de ellos en países con alto desarrollo profesoral reconocen el efecto de estas funciones en los logros académicos, especialmente en lectura y aritmética.

Sin duda la neurociencia ha llegado a la educación matemática para contribuir con mejoras en el acto pedagógico de cara a dinamizar el proceso de enseñanza-aprendizaje, siendo esencial en el proceder de los docentes en cuanto a la preparación de las experiencias de

enseñanza y orientación de estudiantes que presenten dificultades en el manejo de alguna de las funciones ejecutivas; que les permitan obtener resultados positivos en el manejo de las capacidades aritméticas, de allí la importancia de considerar como un objeto válido y relevante de estudio para la educación matemática, el resultado de la evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas, así como el resultado de la evaluación de sus habilidades matemáticas, de cara a analizar las relaciones funcionales entre ambas variables.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Establecer el papel de las funciones ejecutivas en relación con el desempeño en habilidades aritméticas de estudiantes escolarizados en educación básica primaria.

1.4.2 Objetivos específicos

Identificar el desempeño en habilidades aritméticas en una muestra de escolares de tercer grado de educación básica primaria, diferenciando entre los que presentan desempeño normotípico y aquellos con dificultades.

Evaluar los dominios de las funciones ejecutivas en los estudiantes de la muestra con el fin de comparar su rendimiento considerando el papel diferencial del sexo y el grupo de desempeño (normotípico Vs con dificultades).

Determinar en qué medida las funciones ejecutivas muestran relación funcional predictiva frente a la habilidad aritmética en los participantes del estudio.

CAPITULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes

Después de hacer una revisión bibliográfica, en este apartado se da a conocer una serie de estudios antecedentes que demuestran algunas indicaciones en cuanto a las funciones ejecutivas y su relación con algunas variables propias del área de matemáticas, sustentando algunas conceptualizaciones sobre las habilidades en aritmética. Estas evidencias cubren los escenarios internacional, nacional y local.

A nivel internacional destaca el trabajo titulado *Executive functions and strategic aspects of arithmetic performance: the case of adults and children's arithmetic*, desarrollado por Lemaire (2010), Bélgica. En este documento el autor aborda una amplia visión sobre la relación de la memoria de trabajo (como una función ejecutiva) con las estrategias utilizadas en el desarrollo cognitivo para el dominio de la aritmética, comparando además el factor de edad de los participantes. Este estudio muestra en primer lugar, cómo las investigaciones previas enfocadas en aritmética han demostrado que el rendimiento en el área depende del tipo de estrategia que adopte el estudiante, dentro de lo que resaltan cuatro dimensiones de variaciones estratégicas: repertorio, distribución, ejecución y selección de estrategias, cada una de ellas evaluadas a lo largo del estudio. En segundo lugar, se evidencia cómo el dominio de la aritmética implica la función ejecutiva de memoria de trabajo apuntando a la necesidad de agregar esta temática a las teorías sobre la aritmética; finalmente, una vez comparados los grupos de participantes en cuanto al factor edad (niños y adultos), se observó que los niños son capaces de seleccionar y ejecutar la mejor estrategia aritmética disponible, además, con el pasar de los años

estas habilidades se van haciendo más eficaces, mediadas por la consabida función ejecutiva.

El estudio de Lemaire (2010), ofrece aportes valiosos en la comprensión de un efecto posible de las funciones ejecutivas sobre las habilidades aritméticas. Aunque solo se especifique el componente de memoria de trabajo, es claro que su dominio implica la necesidad de entender la arquitectura funcional del sistema cognitivo y las funciones ejecutivas en general. Sobresale también el aporte del autor al señalar que el uso de estrategias de selección y ejecución ayuda a obtener resultados favorables en aritmética.

Un segundo trabajo por considerar se denomina *The cognitive underpinnings of emerging mathematical skills: Executive functioning, patterns, numeracy, and arithmetic*, desarrollado por Lee et al. (2012), Singapore. El objetivo de este estudio fue examinar el grado en que las actualizaciones en tareas de patrones numéricos y geométricos se predicen por el funcionamiento ejecutivo y la competencia de numeración y aritmética. Fue desarrollado con un grupo de 163 niños de 6 años matriculados en 25 escuelas públicas de Singapur, quienes fueron evaluados mediante baterías de funcionamiento ejecutivo y de competencia numérica y aritmética. En el estudio se deja claro que el desempeño de los niños en las tareas de patrones numéricos depende de su competencia numérica y aritmética y esta a su vez está mediada por el desempeño del funcionamiento ejecutivo, en específico los componentes evaluados como inhibición, conmutación y actualización.

Esta investigación se relaciona con el trabajo en curso, ya que se muestra cómo a través de las competencias numéricas y aritméticas se puede mejorar de forma efectiva el rendimiento en tareas de patrones como tema específico en matemáticas, pero también, el dominio de las dos competencias contribuye de manera importante a la competencia algebraica, motivando al diseño de estrategias para mejorar las competencias en las funciones ejecutivas. De la misma manera, es

necesario resaltar la importancia que se le da a la aplicación de baterías para medir las variables a analizar en cada estudiante tomando los datos obtenidos para describir resultados individuales y generales, lo cual también se pretende en el presente estudio.

En tercer lugar, destaca el trabajo denominado *Executive Functioning and Mathematics Achievement*, de Bull & Lee (2014), Singapore. En este artículo se hace una revisión a diferentes estudios que valoran la importancia del funcionamiento ejecutivo y su relación con las habilidades para conseguir logros en matemáticas. El artículo se divide en tres apartados, en el primero se define el concepto de funciones ejecutivas y se especifican tres de sus componentes: inhibición, cambio y actualización; de la misma manera se ejemplifica cómo cada componente se relaciona con la consecución de logros en matemáticas; el segundo apartado muestra cómo las funciones ejecutivas pueden contribuir al logro de las matemáticas, reflexionando sobre sus componentes y las habilidades que estas satisfacen; finalmente el tercer apartado, revela estudios que contemplan cómo el funcionamiento ejecutivo sirven como predictor de las habilidades matemáticas, dando como evidencia autores que trabajaron en publicaciones con niños de preescolar y otros con niños en edad escolar.

Lo descrito en el artículo mencionado se relaciona de manera directa con la investigación que se está desarrollando ya que es evidente todo el sustento teórico que contiene y se torna relevante para desarrollar y aclarar muchos de los aspectos que generan en ocasiones dudas respecto al tema, es importante cómo desde su tercera sección sustenta la importancia de las funciones ejecutivas para el logro de habilidades en matemáticas, llamando la atención la información en donde se sostiene que algunos estudios verifican que niños en edad escolar necesitan el dominio de las funciones ejecutivas desde una mirada individual y conjunta a sus componentes para tener un rendimiento efectivo en matemáticas.

Por otro lado, por Cantin et al. (2016) desarrollaron el estudio titulado *Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years, Illinois State University - Estados Unidos*. El cual tuvo como objetivo especificar cómo los componentes del funcionamiento ejecutivo (memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad) predicen la lectura, las matemáticas y el rendimiento de la teoría de la mente durante los años de primaria. Siendo definida la teoría de la mente según traducción al español como “*la capacidad de comprender estados mentales, como pensamientos, deseos, creencias y emociones en nosotros mismos y en los demás*” (p.7), se demuestra cómo desde el ámbito socioemocional las funciones ejecutivas tienen un papel importante. El estudio fue aplicado a 93 niños estadounidenses de edades entre 7 y 10 años. Entre los hallazgos, luego de aplicar baterías para evaluar y medir los aspectos antes mencionados se destaca que la lectura es importante como mediadora de los componentes del funcionamiento ejecutivo en matemáticas y la teoría de la mente, así mismo, se resalta cómo la matemática fue predicha desde los resultados del componente de flexibilidad. Los autores hacen énfasis en que los años de primaria son esenciales para que se haga evaluación del desarrollo del funcionamiento ejecutivo.

Lo descrito por el estudio de Cantin et al. (2016), sirve como antecedente de la investigación que se está desarrollando en este documento ya que se comprende la importancia de concebir el desarrollo del funcionamiento ejecutivo como predictor del éxito escolar en los estudiantes que integren el rango de “edad escolar” pues la relación unitaria de sus componentes se diferencia más en esta etapa. Así los docentes tendrán herramientas para conducir su trabajo a la mejora continua en el proceso de aprendizaje de sus estudiantes dentro de su aula de clases, pues con la evaluación de las funciones ejecutivas puede detectar dificultades individuales que se ignoraban.

Destacamos también el estudio denominado *Identifying the nature of impairments in executive functioning and working memory of children with severe difficulties in arithmetic*, de McDonal y Berg (2017), Ontario- Canada. El cual se enfocó en niños que presentan dificultades en aritmética para los cuales se examinó si los resultados arrojados como dificultades del funcionamiento ejecutivo y la memoria de trabajo son características específicas de un retraso a nivel de desarrollo o de un déficit cognitivo. Los autores evaluaron un grupo de 60 niños (6 a 12 años) por medio de una batería para la evaluación de logros académicos (rendimiento aritmética y lectura), inteligencia fluida, funcionamiento ejecutivo (dominios de inhibición y desplazamiento) y memoria de trabajo (visoespacial y verbal). Los resultados del estudio mostraron que los niños con dificultades específicas en aritmética presentaron deficiencias en la memoria de trabajo y la inhibición de dígitos.

La relación con la investigación que se lleva a cabo en este documento está desde la delimitación del objeto de estudio de trabajo, ya que se evidencia la importancia de darle especial interés al tema de estudiantes con dificultades específicas en aritmética y no a las discapacidades matemáticas que reflejan una gama más amplia de habilidades y conocimientos matemáticos, de la misma manera, se resalta como contribución al estudio en curso, el hecho de que explica una de las dificultades en el área de interés que pueden resultar como hallazgos en cuanto a la evaluación de las habilidades aritméticas de manera individualizada a los estudiantes de la muestra.

A nivel nacional se destaca el trabajo titulado *Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años, Tunja-Colombia*, desarrollado por Fonseca, Rodríguez y Parra (2016). Los autores adelantaron este estudio para comprobar la relación que existe entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico a

través de los resultados obtenidos en el primer periodo académico en cinco áreas del conocimiento: matemáticas, geoestadística, inglés, sociales y español en una muestra de 139 estudiantes con edades comprendidas entre 6 y 12 años, a quienes se aplicó la batería de Evaluación Neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (ENFEN). El estudio se realizó teniendo en cuenta las diferencias de edades de los participantes, así como los aportes teóricos que verifican que el desarrollo de las funciones ejecutivas se da de manera secuencial mostrando cada uno de los componentes en la medida que se va dando el crecimiento de los seres humanos, lo que supone que exista una mejora en los resultados tanto de las funciones ejecutivas como del rendimiento académico conforme aumenta la edad.

Este artículo sirve de apoyo para esta investigación a través del diseño de investigación, ya que como se muestra anteriormente es un estudio correlacional no experimental de enfoque cuantitativo en el que a partir de dos variables estudiadas se realizan análisis correspondientes, arrojando una serie de resultados donde se demuestra si existe tal relación entre las variables, ayudando a realizar los análisis pertinentes en el presente trabajo de investigación ya que se considera van encaminados a un mismo fin.

Como un segundo antecedente nacional se resalta el título *El estudio de las funciones ejecutivas en una población colombiana de niños y niñas de 7 a 11 años: su valor predictivo en el rendimiento académico*, desarrollado por Da Silva (2017). Este estudio corresponde a una disertación doctoral, realizada por la autora de la Universidad de Barcelona, España, pero el estudio se aplicó en la ciudad de Bogotá, Colombia. La investigación buscó evaluar la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar en niños colombianos de diferentes estratos socioeconómicos, con edades entre los 7 y 11 años. El estudio mostró que existe una relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar dependiendo el estrato

socioeconómico del estudiante, al respecto, se resalta que los estudiantes de estratos altos presentan mejores desempeños al parecer mediados por condiciones como el contexto social, el nivel educativo de sus padres y la calidad educativa.

Uno de los aportes significativos de esta investigación a la presente es su marco teórico, ya que contribuye como apoyo desde todos los marcos de referencia de la variable de funciones ejecutivas, además muestra a través de los estudios aplicados el valor predictivo que tienen estas en relación con el rendimiento escolar, teniendo en cuenta para esta oportunidad las diferencias en el aspecto socioeconómico de la muestra.

Por último, a nivel local no son abundantes las investigaciones en la materia, sin embargo, vale la pena resaltar el trabajo de López, Ávila y Camargo (2013), titulado *Atención selectiva y funciones ejecutivas como predictores del conocimiento matemático informal; Universidad del Norte, Barranquilla-Colombia*. Esta investigación se desarrolló con una muestrade 350 niños de nivel preescolar de estrato socioeconómico 1 y 2 de diversas instituciones públicas del Caribe colombiano (Barranquilla, Santa Marta y Cartagena), con el objetivo de identificar el papel predictivo de la atención selectiva y las funciones ejecutivas sobre el conocimiento matemático informal (conocimiento que se desarrolla en entornos sociales como lacasa o la guardería). Para validar la hipótesis planteada respecto a la contribución de las funciones ejecutivas (atención selectiva, memoria de trabajo viso espacial e inhibición) a un mejor resultado en los niveles del pensamiento matemático informal, se realizaron tres pruebas (aprinicipio, mitad y final de año), las dos primeras evaluaron los componentes de las funciones ejecutivas nombrados y las matemáticas, en cambio, la tercera examinó resultados en matemáticas. Los hallazgos del estudio confirmaron la hipótesis contando con que durante el desarrollo de las clases y el ambiente escolar se busca reforzar los conocimientos de matemática

informal. Además, se determinó que los niños con mayor capacidad de atención presentaron mejores habilidades matemáticas.

Este estudio es considerado como aporte significativo para esta investigación ya que se justifica la evidente relación que tiene el desarrollo de las funciones ejecutivas y el rendimiento académico en matemáticas, utilizando sustentos teóricos que validan sus resultados, aclarando que, aun cuando estos hallazgos son presentados en el nivel de preescolar, es importante reconocer como desde edades tempranas el tema de funciones ejecutivas toma fuerza como un conocimiento a considerar por los docentes en miras a la mejora continua y respuesta al proceso de aprendizaje de sus estudiantes.

2.2. Marco teórico

2.2.1 *Funciones ejecutivas*

El funcionamiento del cerebro humano es sin duda uno de los interrogantes más importantes de la actualidad que requiere un espacio privilegiado en el ámbito educativo desde los aportes de la neuropsicología, pues esta plantea un modelo y un nivel de análisis que le permite situarse entre los modelos mentalistas y los neurobiológicos con lo que une mente y cerebro, definiendo un puente entre diferentes aspectos del saber tales como la neurología, la psiquiatría y la psicología (Tirapu, 2011).

Dentro de la innovación educativa, la llamada neuropsicología escolar (Hynd & Obrzut, 1981; Manga & Ramos, 2011), adquiere un papel cada vez más relevante, observándose la influencia de determinados aspectos neurológicos en el adecuado desarrollo de las habilidades escolares (Fernández, 2016). Uno de los más relevantes consiste en las funciones ejecutivas (FE), las cuales, además de su elevada complejidad y sofisticación, muestran implicaciones relevantes en las habilidades de los niños y niñas para el aprendizaje y el buen desempeño en la escuela.

Hoy en día, existen numerosas caracterizaciones de las funciones ejecutivas desde el punto de vista neuropsicológico (Kimberg, D'Esposito & Farah, 1997; Blanco & Vera, 2013), resaltando distintas contemplaciones teóricas y conceptuales desde sus inicios, algunas de las cuales se puntualizan a continuación de manera cronológica:

Para Luria (1973), conocido como el primer autor en hablar sobre las FE (Fernández, 2016), las denomina un grupo de funciones reguladoras del comportamiento humano con una intención definida, dirigida a una meta y regulada por un programa específico. Por su parte, Lezak (1982), indica que las FE comprenden las capacidades mentales necesarias para formular

objetivos, planificar cómo alcanzarlos y llevar a cabo los planes de manera efectiva. Están en el centro de todas las actividades socialmente útiles, de mejora personal, constructivas y creativas. Las FE son tan importante que, si se mantienen intactas, una persona puede mantener la dirección de su propia vida y ser productiva así sufra déficits sensoriales, motores y cognitivos.

Seguidamente, para Barkley (1998, citado en Guerrero, 2016), las FE son un grupo de habilidades cognitivas necesarias para guiar, revisar, regularizar, organizar y evaluar el comportamiento que permitan alcanzar metas a lo largo de la vida. De la misma manera, para Verdejo-García y Bachara (2010), son habilidades de alto orden implicadas en la generación, la regulación, la ejecución efectiva y el reajuste de conductas dirigidas a objetivos.

Por su parte Portellano, Martínez & Zumarraga (2009), las definen como un sistema multidimensional con el que es posible la programación de la conducta, la resolución de problemas y la toma de decisiones gracias a la coordinación de los procesos cognitivos. Finalmente, Barker et al. (2014, citados por Korzeniowski, 2018), las definen como procesos que controlan cognitivamente la regularización de pensamientos y acciones en el mantenimiento de comportamientos dirigidos a un objetivo o meta.

Con todo lo anterior, es posible concluir que el concepto de FE corresponde a identificar aspectos importantes de la conducta humana respecto a su cognición, que constituye un campo de investigación naciente, pero que ha forjado gran interés tanto teórica como prácticamente para muchos y que debe seguirse profundizando (Soprano, 2003).

Por otro lado, para tener una aproximación más detallada sobre las FE, es necesario reconocer la información que se proporciona desde los sustratos anatómicos y fisiológicos. Al respecto, Fernández (2016) afirma que el avance de las funciones cognitivas se da gracias al proceso de neurogénesis cerebral (producción de las células del sistema nervioso central) durante

la infancia, junto al aumento de las conexiones nerviosas, al incremento de la mielinización (proceso de recubrir los axones con mielina brindándoles protección) y la actividad fluida de la neurotransmisión cerebral.

El principal sustrato neuroanatómico de las FE son los lóbulos frontales, cuya diversidad funcional y adaptabilidad soporta las operaciones de diversos procesos especializados cuya interacción permite resolver tareas complejas (Verdejo-García & Bechara, 2010). Estos lóbulos son las estructuras más anteriores del neocórtex, situados por delante de la cisura central y por encima de la cisura lateral (Flores & Ostroksy, 2008). La corteza prefrontal es la región cerebral de integración por excelencia, gracias a que envía y recibe información de los sistemas sensoriales y motores (Munakata, Casey & Diamond, 2004; Lozano & Ostrosky, 2011).

Ahora bien, el desarrollo de estas estructuras está directamente relacionado con el proceso de maduración, entendido como los cambios coordinados por los procesos genéticos en tiempos específicos (Munakata et al., 2004), en otras palabras, el desarrollo cerebral y cognitivo se da congruentemente con el crecimiento del ser humano.

Consistentemente con ello, Guerrero (2016), con base en la teoría de Luria (1980) sobre la jerarquización de las funciones de la corteza, realiza una aproximación a las FE desde la perspectiva evolutiva, al destacar su desarrollo jerárquico, iniciando alrededor de los 12 meses de edad hasta la edad adulta (18 años). De la misma manera, Flores (2007) señala que las FE muestran señales de máximo desarrollo en dos momentos puntuales, de 6-8 y 9-11 años, de esta forma el autor muestra que durante la niñez se concibe un desarrollo importante de las FE. Por su parte, García (2012) propone un resumen del desarrollo de las FE de acuerdo con la edad del niño o niña, el cual se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Desarrollo evolutivo de las Funciones Ejecutivas.

| Edad | Desarrollo de las funciones ejecutivas |
|------------|---|
| 6 meses | Evocación de representaciones simples |
| 8 meses | Búsqueda de objetos |
| 12 meses | Inicio de adquisición de las FE |
| 3 años | Inhibición de conductas instintivas, con errores de perseveración. Inicio de la anticipación y previsión de dificultades |
| 4 años | Primer pico importante en el desarrollo. Desarrollo de la memoria operativa, inhibición de respuestas, toma de decisiones con componentes afectivos |
| 6 años | Planificación de tareas simple y uso de estrategias. Uso inicial de la lógica sin necesidad de guiarse por la percepción. Aumento del control emocional y de la capacidad para tomar decisiones |
| 5-8 años | Incremento de la memoria de reconocimiento, formación de conceptos y atención selectiva. Desarrollo de habilidades de planificación y organización |
| 7-9 años | Flexibilidad cognitiva, acciones dirigidas hacia una meta u objetivo puntual y procesamiento de la información |
| 9 años | Monitoreo y regulación de acciones. Incremento en la memoria de trabajo espacial |
| 10-12 años | Maduración de la capacidad de inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo |
| 11 años | Adquisición del nivel de inhibición como el del adulto |
| 11-13 años | Afianzamiento y maduración del control ejecutivo |
| 18 años | Segundo pico importante en el desarrollo |

Fuente: Adaptado de García (2012).

Sin embargo, es necesario considerar que el desarrollo de las FE no depende exclusivamente de los cambios en la corteza prefrontal producto de la maduración de los procesos biológicos, sino que además implica considerar el tipo de experiencias de aprendizaje que proporciona el contexto (Lozano & Ostrosky, 2011).

2.2.2 Componentes de las funciones ejecutivas

No es sencillo definir cuáles son las FE dada su variabilidad en función del enfoque desde el cual son abordadas, sin embargo, es posible realizar una organización de sus componentes de acuerdo con las habilidades que representan y las tareas implicadas en su resolución. Lopera (2008), diferencia diversos componentes que incluyen iniciativa, volición y creatividad, planeación y organización, fluidez y flexibilidad, atención selectiva, concentración y memoria operativa, monitoreo y control inhibitorio. Por su parte, Tirapu et al. (2017), describen ocho componentes o factores: velocidad de procesamiento, memoria de trabajo, fluidez verbal, inhibición, ejecución dual, flexibilidad cognitiva, planificación, toma de decisiones.

Con estas dos clasificaciones, es posible definir a través de la Tabla 2, los componentes de las FE mencionadas, teniendo claro que se formulan como las más comunes en los diferentes estudios.

Tabla 2. Componentes de las funciones ejecutivas.

| Funciones Ejecutivas descritas por Lopera |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>Iniciativa, volición y creatividad</i> Capacidad para ser creativo, inventar opciones y alternativas ante situaciones nuevas y necesidades adaptativas, activación del deseo y voluntad de acción. - <i>Planeación y organización</i> Capacidad de formular hipótesis, realizar cálculos y estimaciones cognitivas y generar estrategias para solucionar problemas o conflictos. - <i>Fluidez y flexibilidad</i> Capacidad para desenvolverse con facilidad en la ejecución de un plan en cuanto al análisis y la verificación de los planes de acción. Incluye la flexibilidad para retroceder, corregir y cambiar el rumbo de los planes. - <i>Atención selectiva, concentración y memoria operativa</i> Procesos necesarios para mantener activos los diferentes pasos y ejecutar con éxito los planes. - <i>Monitoreo y control inhibitorio</i> Capacidad de controlar los pasos de un plan, suprimir y activar impulsos que garanticen el cumplimiento de los objetivos y metas. |

Función descrita por Tirapu et al.

- *Planeación*
Capacidad de llevar a cabo ensayos mentales sobre posibles soluciones y sus consecuencias antes de probarlas en casos reales.
 - *Fluidez Verbal*
Capacidad de acceso a la recuperación de información de la memoria a largo plazo. Proceso de llevar a cabo estrategias para buscar palabras.
 - *Flexibilidad Cognitiva*
Capacidad de adaptación a conceptos y situaciones cambiantes.
 - *Memoria de trabajo*
Capacidad de registrar, codificar, mantener y manipular información.
 - *Inhibición*
Capacidad de controlar interferencias y distractores.
 - *Velocidad de procesamiento*
Cantidad de información que puede ser procesada por unidad de tiempo, o también la velocidad a la que puede realizarse una serie de operaciones cognitivas.
 - *Toma de decisiones*
Capacidad para seleccionar un curso de acción entre un conjunto de posibles alternativas conductuales.
 - *Ejecución dual*
Capacidad para realizar tareas simultáneamente. Capacidad de trabajar con información verbal y visual de modo concomitante.
-

Fuente: Elaboración propia a partir de los autores.

En resumen, las FE toman un papel importante en el desarrollo de las habilidades cognitivas de los seres humanos, incluso las dificultades en el desarrollo de algunos componentes conllevan a posibles trastornos en el desempeño ejecutivo de las personas. Además, llevando todo lo anterior al campo educativo, los resultados a nivel escolar ya sean medidos como éxito o fracaso, se dan en correspondencia con el grado de madurez del desarrollo de las FE, dado que, el área prefrontal direcciona los procesos cognitivos de razonamiento, lenguaje, memoria, visopercepción, lectura, cálculo y escritura (Portellano, Martínez & Zumarraga, 2009).

2.2.3 Aritmética, aprendizaje de las matemáticas y funciones ejecutivas

En la historia humana siempre ha existido la necesidad de contar objetos, animales, incluso los días y las horas, para saber cuánto se posee o en qué momento y espacio en el tiempo se está; es ahí donde surge la aritmética, la cual evolucionó en cada cultura de acuerdo con las necesidades de los individuos que conformaban las sociedades (Adamuz & Bracho, 2017). La evolución de la aritmética data en el mundo de alrededor del 4000 a. c., de hecho, todas las culturas existentes a lo largo del tiempo han concebido definiciones de aritmética, incluso distintas a lo que hoy se asume como su concepto, de esta forma, en la historia surgieron sistemas de numeración básicos y complejos, algoritmos de cálculo y símbolos que fueron expresados en el lenguaje propio de las diferentes culturas y que a través de la historia han quedado marcados o han desaparecido (Adamuz & Bracho, 2017).

De acuerdo con Gómez (1998), cuando se habla de aritmética en el proceso de aprendizaje, se le asume como una ciencia que sirve de utilidad a los individuos para desarrollar los conocimientos a partir de razonamientos, sistemas de números, estudios de cantidades, símbolos y sus relaciones. De igual manera, el objetivo de la aritmética es estudiar los sistemas de numeración con las relaciones conjuntas y las reglas o propiedades de estas. Desde el autor, el aprendizaje de la aritmética se desarrolla de acuerdo con las necesidades que surgen por el dominio cuantitativo de la realidad y las normas básicas colectivas a partir de la evolución y nivel de desarrollo de cada pueblo (Gómez, 1998).

El aprendizaje de la aritmética es parte fundamental en el desarrollo escolar de los niños teniendo como base el lenguaje y el pensamiento lógico-matemático, dado que a partir de esto pueden alcanzar niveles altos de competencia a través de la visión constructivista (Ruiz & García, 2003). Los conocimientos aritméticos se dan en cada niño o niña desde construcciones

basadas en sus realidades, lo que permite desarrollar un pensamiento autónomo, así como la formulación de hipótesis de acuerdo con las situaciones que se le presenten (Kamii, 1994).

De igual manera, Bermejo (1990), sostiene que la aritmética es construida por el niño o niña tanto al interior del aula, como fuera de ella, ante ello es necesario considerar que la aritmética escolar es sustancialmente diferente a la estudiada en el contexto real, esto en la medida que la práctica de la aritmética escolar se enfoca en la ejercitación para el cálculo.

En este sentido, tanto la formación educativa como las experiencias particulares de cada aprendiz pueden influir en el nivel de habilidad frente a la aritmética. Estrada (1999), señala que las habilidades se pueden asumir como acciones del individuo sobre el dominio de una rama del saber. Así mismo, desde una visión psicológica la habilidad es un conjunto de acciones y operaciones que maneja el hombre y que apunta hacia un objetivo. Las habilidades en el razonamiento matemático permiten que los estudiantes tengan la capacidad de realizar conclusiones a través de un conjunto de condiciones, ya que dichas habilidades forman parte importante de la fundamentación con la que los estudiantes son capaces de justificar su pensamiento matemático a partir de propiedades, modelos, fórmulas conocidas y generalizaciones, obteniendo un aprendizaje desde la identificación de patrones, utilización de contraejemplos, refutaciones y realización de conjeturas, pues estas habilidades facilitan la aplicación de la matemática en su vida cotidiana, ya que a través de ellas los alumnos comienzan a relacionar situaciones matemáticas con su realidad desde gráficos, lenguaje y expresiones matemáticas, tablas y datos.

Por su arte, las habilidades aritméticas han sido abordadas desde el ámbito de las neurociencias, autores como Gimeno y Núñez (2017), resaltan que para resolver operaciones aritméticas se requiere de dos tipos de estrategias: 1) *recuperación de la información*, para lo que

se requiere de la memoria a largo plazo, y 2) *uso de procedimientos*, que permiten descomponer los problemas en operaciones más sencillas, las cuales se emplean de acuerdo con el tamaño del problema y el nivel de habilidad aritmética (alta o baja) de cada persona. Puntualmente, Thevenot, Fanget y Fayol (2007), han demostrado que aquellos estudiantes que presentan habilidades aritméticas altas resuelven las operaciones empleando la estrategia de recuperación, mientras que aquellos con habilidades bajas suelen basarse en descomposición y conteo. A través de los resultados del estudio de Gimeno y Núñez (2017) se aclara que existen diferencias en tiempos de respuesta y errores en estudiantes con habilidades aritméticas altas según el tamaño del problema presentado. De esta manera, se demuestra cómo desde las aulas de clases los docentes se pueden enfrentar a estudiantes que poseen distintas formas de abordar un problema aritmético, según su nivel de habilidad, que como se ve, parece relacionado con funciones neurocognitivas.

De hecho, diversas evidencias sostienen la relación de las FE con el aprendizaje de las matemáticas y de la aritmética en particular. Por ejemplo, Risso et al. (2015), demostraron que las FE implicadas en el lenguaje tiene relación con las habilidades matemáticas, puntualmente los autores señalan que la conciencia fonológica como dominio lingüístico, la memoria de trabajo y el control inhibitorio resultan esenciales para el desarrollo de habilidades como el conteo, la comparación y lectura de números y signos, el dominio de los hechos numéricos, habilidades de cálculo y la comprensión de conceptos.

Por otro lado, Korzeniowski (2018), sostiene que las habilidades escolares y FE se dan simultáneamente, además resalta que la mayor capacidad en las FE se relaciona con un mejor desempeño, dejando claro su especial relación con la lectura, la escritura y las matemáticas; frente a esta última destaca los componentes de memoria de trabajo, control inhibitorio y

atencional como significativos en la obtención de habilidades aritméticas.

Welsh et al. (2010), por su parte, apoyan la asociación del desarrollo del funcionamiento ejecutivo en los componentes de memoria de trabajo y control de atención durante los años preescolares como un factor asociado con el rendimiento en matemáticas y lectura, controlando las habilidades específicas en aritmética y alfabetización. Las conclusiones del estudio revelan que los resultados sobre el dominio de los componentes mencionados y la mejora de sus dificultades contribuyen de manera directa en los logros académicos que los niños obtendrán en los futuros cursos de primaria.

A su vez, Andersson (2008) realizó un estudio cuyo objetivo era determinar la contribución de las funciones del sistema ejecutivo central desde el componente de memoria de trabajo al desarrollo de las habilidades aritméticas escritas en niños entre 9 y 10 años. En el estudio evaluó las funciones ejecutivas centrales, la memoria/bucle fonológico (almacenamiento de información verbal) y los logros en aritmética escrita, proponiendo la hipótesis de que el monitoreo, la coordinación de múltiples procesos y la memoria de trabajo son importantes para el acceso al conocimiento aritmético, para finalmente concluir que los estudiantes evaluados utilizan estrategias de codificación verbal en el desempeño aritmético escrito.

De este modo, se logra comprobar a través de los aportes de la literatura especializada, la relación que existe entre las funciones ejecutivas en componentes específicos y el rendimiento en matemáticas, mostrando en los últimos la importancia del desarrollo de las FE para el dominio específico de las habilidades aritméticas, tomando como referencia que estas habilidades son fundamentales para potenciar el pensamiento matemático cuyo estudio toma más acogida con el pasar del tiempo.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Diseño y metodología de investigación

Se desarrolló un estudio no experimental, que integró componentes asociativos y comparativos (Ato, López & Benavente, 2013). Por un lado, se trabajó mediante la estrategia de Grupos Naturales (Shaughnessy, Zechmeister & Zechmeister, 2012), diseño que permite establecer comparaciones de una o más variables dependientes entre grupos preexistentes y que comparten la misma identidad cultural. En el caso puntual de este estudio los grupos se definen por el nivel de habilidad en relación con la aritmética. Por otro lado, la estrategia asociativa se basó en la definición de relaciones funcionales predictivas propias de un corte transversal (Ato et al., 2013), esta última permite calcular la medida en que una variable o conjunto de ellas, operan como predictoras de otra variable definida como dependiente o criterio.

3.2 Población y muestra

La población de estudio la constituye los estudiantes de básica primaria de una institución educativa oficial ubicada en el corregimiento Eduardo Santos - La Playa, en la ciudad de Barranquilla. La muestra estuvo representada por 40 estudiantes de grado tercero con edades comprendidas entre 8 y 11 años ($\bar{X}=8.97$, $de=0.66$). La muestra fue seleccionada de forma no probabilística mediante muestreo a criterio, basado en la revisión de antecedentes de desempeño en aritmética, para ello, se estableció comunicación con los docentes del área de manera que a través de estos se identificó a estudiantes con desempeño normal (grupo normativo) y aquellos que presentaban dificultades en el aprendizaje de la aritmética. Finalmente, se dividió la muestra

en dos grupos de 20 estudiantes con igual número de niños y niñas en cada grupo (10 por sexo).

Dentro de los criterios de selección de los participantes se consideró: estar debidamente matriculado en tercer grado de la institución educativa, no presentar historial diagnóstico de alteración neurológica o discapacidad cognitiva, no tener trastornos sensoriomotores que impidieran la realización de las pruebas, saber leer y aserir realización de las pruebas.

3.3 Técnicas e instrumentos

La evaluación de la FE se cumplió con la batería denominada *Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños* (ENFEN) (Portellano, Martínez & Zumarraga, 2009), de amplio uso en múltiples culturas y validada para Latinoamérica. La batería ha sido creada para valorar la madurez neuropsicológica en niños de edades entre los 6 y 12 años a partir del desempeño de sus FE.

El ENFEN consta de cuatro (4) pruebas: Fluidez, Senderos, Anillas e Interferencia, que a su vez contienen seis (6) actividades que evalúan igual número de FE. En la Tabla 3 se describe cada una de estas actividades y las FE analizadas con el ENFEN.

Tabla 3. Relación de pruebas, subpruebas y FE evaluada por el ENFEN.

| Prueba | Actividad | FE | Definición | Objeto de la prueba |
|---------|--------------------|--------------------------------|---|--|
| Fluidez | Fluidez fonológica | Lenguaje expresivo/comprendivo | <i>Lenguaje expresivo:</i> Su centro principal es el área de Broca cuya responsabilidad es controlar los procesos del habla y coordinar los movimientos bucofonatorios del lenguaje oral, es decir, es la capacidad de articular palabras y oraciones | Pronunciación libre de palabras de acuerdo con un fonema dado. |
| | Fluidez | Memoria verbal | <i>Lenguaje comprendivo:</i> Su centro principal es el área de Wernicke cuya función es permitir entender el lenguaje hablado. | Pronunciación libre |

| | | | | |
|---------------|-----------------|--------------------------|---|---|
| | semántica | | memoria es el hemisferio izquierdo, refiriéndose a la información lingüística almacenada que busca una interacción eficaz con el entorno | de palabras de acuerdo con una categoría semántica dada |
| Senderos | Sendero gris | Capacidad visoperceptiva | Permite reconocer y discriminar los estímulos visuales. Con esta función es posible realizar actividades que impliquen reconocimiento, manipulación y recuerdo de la <u>información.</u> | Unión de secuencia numérica ascendente a blanco y negro |
| | Sendero a color | Habilidad visoespacial | Esta función está más relacionada con el hemisferio derecho. Implica distinguir por medio de la vista la posición relativa de los objetos, en relación con uno mismo. | Unión de secuencia numérica descendente alternando colores |
| Anillas | | Coordinación visomotora | Implica nivel de velocidad motriz. Conjunto de capacidades que organizan y regulan los procesos del acto motor, permite conocer y explorar el entorno, facilitando el desarrollo intelectual | Reproducción de ejes verticales según color, orden, posición y número. |
| Interferencia | | Atención y concentración | <i>Atención:</i> Se considera como la “puerta de entrada” del conocimiento, facilita el desarrollo eficaz de las acciones y el desarrollo de la concreta actividad de funciones mentales complejas <i>Concentración:</i> Capacidad para enfocar, centrarse y orientarse hacia un objeto. Es la persistencia centrada de la atención. | Nombrar el color de la tinta de una palabra que menciona un color diferente |

Fuente: elaboración propia.

Por su parte, las habilidades en aritmética se midieron a través de la subprueba de *Retención de dígitos* y la subprueba de *Aritmética* contenidas en la batería Wechsler Intelligence Scale for Children-Fifth Edition (WISC-V), traducido al español como Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños V, creada por David Wechsler y adaptada al español por Hernández et al. (2015).

Esta batería se desarrolla en niños y niñas con edades comprendidas entre 6 y 16 años, y

es uno de los instrumentos mundialmente empleados para el análisis de las habilidades cognitivas. La prueba de retención de dígitos consiste en 16 ejercicios en los cuales el evaluado debe repetir una secuencia de números en el orden en que los escucha (*retención de dígitos en orden directo*), y posteriormente repetir una nueva secuencia en orden inverso (*retención de dígitos en orden inverso*). En el caso de la prueba de aritmética, se presenta al evaluado una serie de 34 reactivos (problemas) que van en orden creciente de dificultad, requiriendo habilidades con las operaciones básicas, fracciones y/o magnitudes. Cada uno de los ejercicios deben ser resueltos en un tiempo máximo de 30 segundos; la prueba se suspende después de cinco (5) errores consecutivos.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Recolección o producción de información

Para la sección de la muestra se obtuvo consentimiento institucional, presentado a las directivas de la institución educativa los objetivos y alcances del proyecto. Y luego se solicitó a los niños y niñas asentir su participación.

Con la ayuda del cuerpo profesoral de matemáticas en tercer grado, se analizó el desempeño de los estudiantes con el fin de escoger 10 niños y 10 niñas con desempeño normal, e igual número de menores que presentaran dificultades para el desarrollo de competencias matemáticas. Surtido este efecto se procedió a evaluar las variables de estudio aplicando primero las subpruebas escogidas para medir las habilidades aritméticas y por último se aplicó el ENFEN. Todo el proceso se cumplió en una sola jornada con cada estudiante con una duración aproximada de 60 minutos; las pruebas fueron aplicadas por dos estudiantes de licenciatura en matemáticas entrenados en el uso y desarrollo de los instrumentos. El proceso fue supervisado por un licenciado en matemáticas con doctorado en educación, y un psicólogo con doctorado en ciencias humanas y sociales.

4.2. Análisis e interpretación de la información

Todos los datos obtenidos fueron cargados al software estadístico SPSS versión 23. Para el análisis de datos, se hicieron comparaciones paramétricas del desempeño en habilidades aritméticas y de retención de dígitos (variables de contraste); la clasificación *a priori* de los docentes en estudiantes normotípicos y con dificultades se empleó como variable de agrupación.

El procedimiento se cumplió con la prueba t de student para muestras independientes. En el caso de las FE, las comparaciones realizadas fueron paramétricas (siguiendo el procedimiento anterior) y no paramétricas dado que hubo variables que no se ajustaron a curva normal, en este caso se empleó la U de Mann-Whitney.

También se construyeron los perfiles de las FE según el grupo de desempeño y el sexo de los estudiantes a partir de los decatipos obtenidos en cada subprueba neuropsicológica. Posteriormente se calculó la relación funcional entre las FE y la habilidad aritmética, para ello se realizó un análisis correlacional empleando el coeficiente r de Pearson y posteriormente se realizaron regresiones simples para identificar el nivel predictivo de cada función ejecutiva sobre la habilidad aritmética tanto en niños como en niñas. En todos los procedimientos estadísticos se probó el tamaño de efecto y la potencia estadística.

4.3 Resultados

El desempeño general de las habilidades relacionadas con conocimientos aritméticos fue regular; aunque no se identificó alto desempeño se mantiene en niveles aceptables. Frente a la retención de dígitos, el procedimiento basado en el orden inverso fue la variable de más bajo rendimiento, mientras que la habilidad aritmética propiamente dicha obtuvo valores que oscilaron entre 16 y 28 frente a un máximo posible de 35. Estos datos se aprecian en la Tabla 4, donde además se identifica que las variables en cuestión mostraron distribución normal por lo cual se pudo cumplir con ellas análisis paramétrico.

Tabla 4. Resultados descriptivos del desempeño en habilidades aritméticas de acuerdo con las pruebas realizadas.

| Variables de estudio | Descriptivos | | | | Prueba de normalidad | |
|---|--------------|-----|------|------|----------------------|------|
| | \bar{x} | de | Mín. | Máx. | Shapiro-Wilks | p |
| Retención de dígitos en orden directo (RDD) | 8.5 | 1.6 | 6 | 13 | 0.94 | 0.52 |
| Retención de dígitos en orden inverso (RDI) | 6.4 | 1.6 | 3 | 10 | 0.95 | 0.10 |
| Retención de dígitos global (Total RD) | 14.7 | 2.2 | 9 | 20 | 0.96 | 0.34 |
| Aritmética | 21.4 | 2.7 | 16 | 28 | 0.97 | 0.58 |

Fuente: elaboración propia.

Con el fin de identificar el desempeño en habilidades aritméticas diferenciando entre los estudiantes que presentan desempeño normotípico y aquellos con dificultades (objetivo 1), se realizó comparación con la prueba t de student para muestras independientes cuyos resultados se observan en la tabla 5. En ella se puede identificar que existieron diferencias estadísticamente significativas con efecto grande entre ambos grupos de estudiantes para las variables contrastadas, a excepción de la retención de dígitos en orden directo (RDD), habilidad en la cual el desempeño es similar en ambos grupos.

Tabla 5. Comparación paramétrica de resultados en habilidades aritméticas según grupo de desempeño de los estudiantes.

| Variables | Estadísticas de grupo | | | | Muestras independientes | | Efecto d | Potencia $1-\beta$ |
|------------|-----------------------|-----|----------------|-----|-------------------------|--------|-------------------|--------------------|
| | Normotípico | | Con dificultad | | t | p | | |
| | Media | de | Media | de | | | | |
| RDD | 8.70 | 1.5 | 8.35 | 1.8 | 0.654 | 0.517 | — | — |
| RDI | 7.1 | 1.3 | 5.8 | 1.7 | 2.628 | 0.012* | 0.85 ^g | 0.84 |
| Total RD | 15.8 | 1.8 | 13.6 | 2.1 | 3.434 | 0.001* | 1.12 ^g | 0.94 |
| Aritmética | 23.6 | 1.7 | 19.2 | 1.6 | 8.178 | 0.000* | 2.66 ^g | 1.0 |

* $p < 0.05$; ^g=efecto grande.

Fuente: elaboración propia.

En general, la retención de dígitos (sumando el orden inverso y el directo), y las habilidades aritméticas propiamente dichas, son significativamente mayores en los estudiantes con desempeño normotípico, lo que sugiere que la caracterización *a priori* de los estudiantes fue correcta.

Posteriormente se evaluaron las FE para cumplir con la caracterización de estas en los

participantes y realizar su comparación por grupo de desempeño y sexo (objetivo 2). Para ello, en la Tabla 6 se presentan los estadísticos descriptivos de cada dominio analizado al igual que el contraste de normalidad; posteriormente se presenta el perfil decatípico de los estudiantes de acuerdo con el grupo de desempeño y el sexo.

Tabla 6. Resultados descriptivos del desempeño de las funciones ejecutivas en las pruebas realizadas.

| Funciones ejecutivas | Descriptivos | | | | Prueba de normalidad | |
|--------------------------------------|--------------|------|------|------|----------------------|-------|
| | \bar{x} | de | Mín. | Máx. | Shapiro-Wilks | p |
| Lenguaje Expresivo/Comprensivo | 11.1 | 2.8 | 6 | 16 | 0.93 | 0.01* |
| Memoria verbal | 14.6 | 3.1 | 8 | 22 | 0.97 | 0.50 |
| Capacidad visoperceptiva | 19.8 | 6.2 | 9 | 43 | 0.86 | 0.00* |
| Habilidad visoespacial | 9.8 | 5.0 | 1 | 23 | 0.97 | 0.63 |
| Coordinación visomotora ^a | 235 | 36.1 | 167 | 315 | 0.97 | 0.42 |
| Atención/concentración | 60.5 | 16.1 | 22 | 98 | 0.97 | 0.44 |

^aEl desempeño de esta prueba se lee de forma inversa, entre menor sea el resultado, mayor será la caracterización decatípica del estudiante.

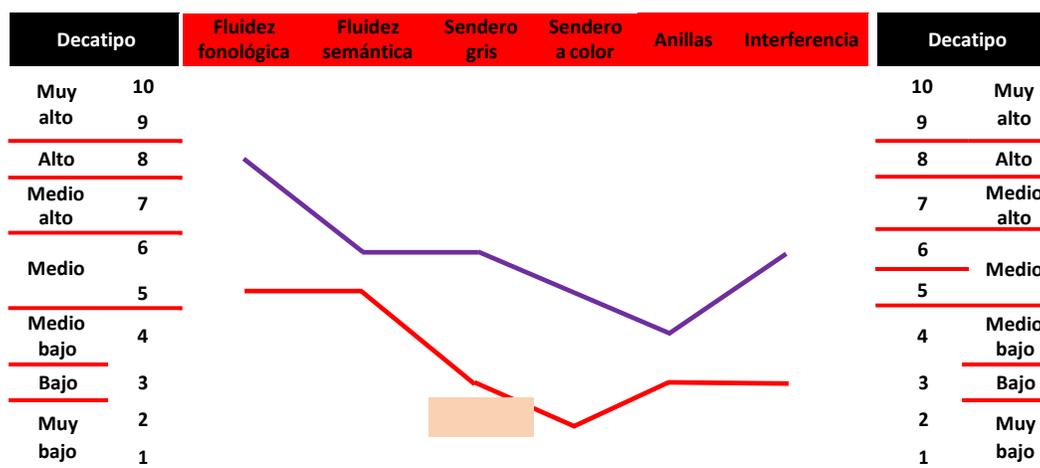
Fuente: elaboración propia.

Como se aprecia en la Tabla 6, las FE de menor desempeño son Capacidad visoperceptiva, Habilidad visoespacial, Coordinación visomotora y Atención/concentración, ubicadas en el Decatipo 4 que corresponde a desempeño Medio Bajo, por su parte, la Memoria verbal muestra desempeño Medio Alto y el Lenguaje desempeño Alto.

El perfil decatípico por grupo de desempeño (Figura 1) presenta rendimientos mayores en los estudiantes normotípicos; en ellos, la prueba de Fluidez fonológica fue la de más alto rendimiento lo que muestra un indicador Alto de Lenguaje expresivo/compreensivo, mientras que la prueba de Anillas es la de peor desempeño, esto sugiere rendimiento Medio bajo en la Coordinación motriz.

Para el caso de los estudiantes con dificultades en aritmética, las pruebas muestran desempeños más bajos en todos los dominios de FE, siendo especialmente crítico el resultado en la prueba de Sendero a color, dato que sugiere rendimiento Muy bajo en la Habilidad visoespacial. En este grupo, la mayoría de los dominios se ubican en decatipos de desempeño

Bajo.



Línea morada: Nomortípico, Línea roja: Con dificultad

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Comparación del perfil decatípico de acuerdo con los grupos de desempeño en aritmética.

Esta información es corroborada por el análisis comparativo paramétrico y no paramétrico de las FE según el grupo de desempeño en aritmética cuyos datos se describen en la Tabla 7. Allí se observa que, a excepción de la Coordinación visomotriz, todas las FE muestran diferencias estadísticamente significativas que favorecen al grupo normotípico, es decir, este grupo presenta mejor rendimiento de las FE.

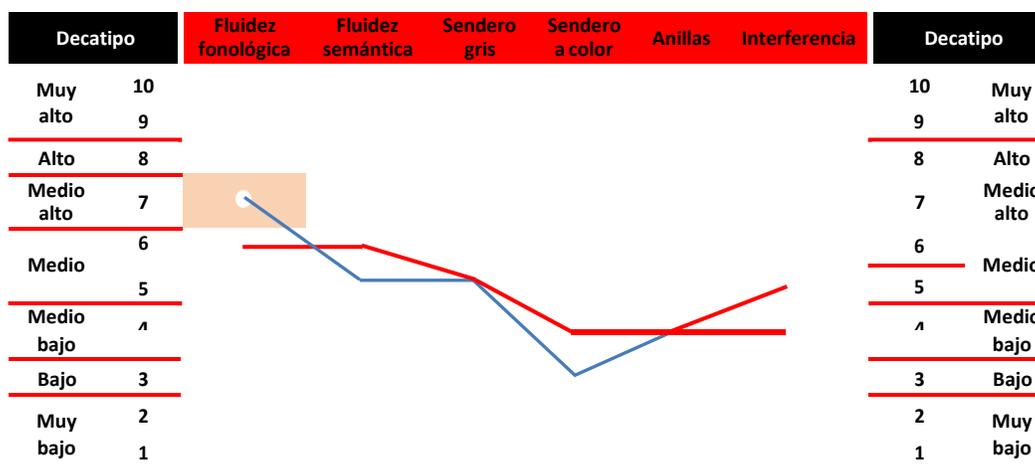
Tabla 7. Comparación paramétrica y no paramétrica de resultados en las funciones ejecutivas según grupo de desempeño de los estudiantes.

| Variables con distribución paramétrica | Estadísticas de grupo | | | | Muestras independientes | | Efecto | Potencia |
|--|-----------------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|---------|-------------------|-------------------|
| | Normotípico | | Con dificultad | | t | p | | |
| | Media | de | Media | de | | | d | 1-β |
| Memoria Verbal | 15.9 | 2.71 | 13.3 | 3.0 | 2.860 | 0.007** | 0.90 ^g | 0.87 |
| Habilidad visoespacial | 13.1 | 4.49 | 6.5 | 3.0 | 5.433 | 0.000** | 1.72 ^g | 0.99 |
| Coordinación visomotriz | 221.6 | 33.8 | 248.4 | 34 | 2.499 | 0.017* | 0.79 | 0.79 |
| Atención/concentración | 70.9 | 13.4 | 50.0 | 11 | 5.362 | 0.000** | 1.69 ^g | 0.99 |
| Variables sin distribución paramétrica | Rango medio | Suma rangos | Rango medio | Suma rangos | U | p | z | r ^a |
| Lenguaje E/C | 27.1 | 542.0 | 13.9 | 278.0 | 68.000 | 0.000** | -3.627 | 0.57 ^m |
| Capacidad visoperceptiva | 28.2 | 564.5 | 12.7 | 255.5 | 45.500 | 0.000** | -4.215 | 0.66 ^m |

* p<0.05; ** p<0.01; a= r de Rosenthal (tamaño de efecto); g=efecto grande. m=efecto medio.

Fuente: elaboración propia.

En relación con el sexo, el perfil decatípico es bastante similar, de hecho, no se observaron diferencias significativas en ninguna de las FE analizadas ($p>0.05$). En la Figura 2 se aprecia que los decatipos son similares entre hombres y mujeres y oscilan entre Medio y Medio bajo en su mayoría.



Línea morada: Mujeres, Línea roja: Hombres

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Comparación del perfil decatípico de acuerdo con el sexo de los estudiantes.

Por último, se procedió a identificar si las FE operaban como variables susceptibles de predecir la habilidad aritmética de los estudiantes (objetivo 3), para lo cual se optó por emplear las FE cuya distribución se ajustó al supuesto de normalidad y a las demás condiciones para cumplir análisis de regresión. En un principio, se probó la existencia de asociación lineal entre las variables (Tabla 8) y posteriormente se construyeron modelos de regresión. En los modelos iniciales, se observó que la interacción entre Atención/Concentración y Habilidad visoespacial producía una reducción de la Tolerancia, la cual, si bien no era tan elevada (paso de 1,000 a 0,735), en virtud de la correlación moderada entre estas variables se optó por ser conservadores pasando a analizarlas de forma independiente una de la otra mediante regresión lineal simple.

Tabla 8. Correlaciones bivariadas entre las habilidades aritméticas y las funciones ejecutivas.

| | Aritmética | Memoria verbal | Habilidad visoespacial | Coordinación visomotora | Atención/concentración |
|------------------------|------------|----------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| Total RD | .389* | .395* | .394* | -0.155 | .335* |
| Aritmética | | .324* | .520** | -0.211 | .533** |
| Memoria verbal | | | .296 | -0.264 | .357* |
| Habilidad visoespacial | | | | -.439** | .515** |
| Coord. Visomotora | | | | | -.467** |

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$

Fuente: elaboración propia.

Frente a la muestra total, la habilidad en aritmética es predicha de forma positiva por la Memoria verbal ($R^2=0.105$; $F_{[1]}=4.468$, $p=0.041 < 0.05$, $\beta=0.324$, $p=0.041 < 0.05$; $f^2=0.11$), aunque con un tamaño de efecto pequeño. La predicción directa también se da por parte de la Habilidad visoespacial ($R^2=0.271$; $F_{[1]}=14.110$, $p=0.001 < 0.05$; $\beta=0.520$, $p=0.001 < 0.05$; $f^2=0.37$) y la Atención/Concentración ($R^2=0.284$; $F_{[1]}=15.067$, $p=0.041 < 0.05$; $\beta=0.533$, $p=0.000 < 0.05$; $f^2=0.39$), ambas con tamaño de efecto grande.

Al hacer segmentación de la base por sexo, la Atención/Concentración se descubre como la FE que predice de forma directa ($R^2=0.345$; $F_{[1]}=9.475$, $p=0.006 < 0.05$; $\beta=0.587$, $p=0.006 < 0.05$; $f^2=0.52$) la habilidad aritmética en varones con tamaño de efecto grande, mientras que en las mujeres, también de forma directa y con gran efecto, la habilidad aritmética se predice por la Habilidad visoespacial ($R^2=0.307$; $F_{[1]}=7.983$, $p=0.011 < 0.05$; $\beta=0.554$, $p=0.011 < 0.05$; $f^2=0.44$).

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. **Discusión**

El objetivo principal de este estudio ha sido establecer el papel de las FE en relación con el desempeño en habilidades aritméticas de estudiantes escolarizados en educación básica primaria. En este empeño, la investigación ha partido de la evaluación de niños y niñas dentro de su contexto escolar cotidiano con el fin de determinar el vínculo que existe entre estas tareas cognitivas, partiendo de dos supuestos esenciales, el primero, que las FE muestran rendimiento diferencial según sea el desempeño de los menores en aritmética, es decir, mejor habilidad implica mejor funcionamiento ejecutivo, así como el opuesto de esa relación negativa; el segundo, que las FE son variables neurocognitivas susceptibles de predecir el desempeño de las habilidades aritméticas en niños y niñas de educación primaria.

En función de lo enunciado, a continuación, se realiza una discusión de los resultados obtenidos siguiendo la lógica de los objetivos trazados, el primero de ellos enfocado en identificar el desempeño en habilidades aritméticas en los escolares evaluados. Al respecto, los datos señalan niveles aceptables de desempeño en la muestra general, coincidentes en su mayoría con la expectativa de rendimiento para menores de la edad y grado de los participantes de la muestra, tales habilidades incluyen la capacidad de realizar actividades de conteo, organización de la información, resolución de problemas empleando adición, sustracción, fracciones, mediante el uso de símbolos y situaciones comunes. Mientras que las operaciones de mayor complejidad mostraron un desempeño más reducido a nivel general.

Dentro de las pruebas empleadas se incluyó la retención de dígitos tanto en su versión directa como inversa, tales pruebas permiten identificar el desempeño de la memoria de trabajo

que es esencial para la actividad intelectual. En general, los participantes mostraron un desempeño favorable en las tareas de rutina (retención directa) mientras que este desempeño se reduce cuando se someten a estímulos que implican interferencia (retención inversa). Vale decir que la capacidad de trabajo rutinario de la memoria fue similar para todos los estudiantes evaluados, mientras que en los ejercicios con interferencia este funcionamiento fue mejor en estudiantes con habilidades aritméticas más destacables.

Este último comentario permite puntualizar que la muestra fue diferenciada entre estudiantes con desempeño regular e irregular, o como se les ha denominado a lo largo de esta investigación, estudiantes normotípicos o con dificultades de desempeño en aritmética. El análisis comparativo de ambos grupos permitió identificar que efectivamente los del primer grupo muestran habilidades significativamente superiores que los definidos como estudiantes con dificultades, lo que indica en primer medida, que el proceso de preselección desarrollado a criterio fue debidamente cumplido, y en segunda instancia, esta información reitera la información proporcionada en trabajos previos por distintos autores que han resaltado que existen claras diferencias en tiempos de respuesta y aciertos entre estudiantes con alta y baja habilidad aritmética (Thevenot et al., 2007; Navarro et al., 2012; Gimeno & Núñez, 2017).

Por otro lado, en estos grupos se cumplió el análisis comparativo del funcionamiento ejecutivo contrastado además según el sexo de los estudiantes, cumpliendo así con lo trazado en el segundo objetivo específico. Los datos obtenidos conducen a concluir que los estudiantes con nivel de desempeño normotípico presentan mejores resultados en el rendimiento de las funciones ejecutivas en comparación con los estudiantes con dificultades, información que coincide con lo reportado por estudios previos tanto con niños normotípicos como con niños que presentan algún tipo de limitación cognitiva. Ejemplo de ello en el primer caso, son los estudios de McDonal y

Berg (2016; 2017), quienes demostraron que los resultados de niños con dificultad severa en aritmética (pero que no tienen afección cognitiva) difieren de los niños y niñas que son señalados como normales, además, los autores resaltan que una de las diferencias más grandes se basa en los resultados de la habilidad visoespacial, la cual obviamente favorece de forma amplia a los estudiantes con desempeño normotípico en aritmética (McDonal & Berg, 2016); se trata entonces de un resultado coincidente con los hallazgos del presente estudio, pues esta es justamente una FE notablemente superior en estudiantes con mejores habilidades aritméticas en la muestra analizada.

Como segundo caso, la literatura ha mostrado que esta diferencia también se da en niños y niñas con diagnóstico de alteraciones como el Trastorno de Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH), en comparación con niños sin la afección. Casas, Meliá de Alba y Taverner (2009), dividieron la muestra en dos grupos, aquellos estudiantes que presentaban buenos resultados en aritmética y lectura, y los que presentan dificultades en tales áreas debido a su condición; los datos obtenidos mostraron mejores resultados en las FE para aquellos que tienen condición de normalidad. Lo que reitera que las FE tienen participación en el desarrollo de habilidades matemáticas (puntualmente aritméticas) en niños y niñas.

El segundo aspecto del objetivo propuesto implica analizar el papel del sexo de los estudiantes, frente a ello se puede destacar el hecho de que no se encontraron diferencias significativas que permitan concluir que esta es una variable que incide en el rendimiento de las FE y las habilidades aritméticas, por el contrario, ambos desempeños son similares incluso si se considera la diferenciación entre los dos grupos definidos para este estudio lo que conduce a sostener que en la muestra, se acepta la hipótesis de independencia en relación con posibles diferencias en las variables estudiadas y el sexo.

Sin embargo, a nivel predictivo se da una realidad diferente puesto que las FE operan como predictoras de la habilidad aritmética y se observa que las funciones que cumplen este papel son diferentes entre niños y niñas. Precisamente, el tercer objetivo de este estudio se enfoca en determinar en qué medida las funciones ejecutivas son funcionalmente predictoras de la habilidad aritmética, y los resultados arrojan inicialmente que en efecto existen evidencias para apoyar la hipótesis de predicción puesto que la Habilidad visoespacial, la Atención/Concentración y la Memoria verbal mostraron predicción positiva frente a la aritmética. Esta información se ve respalda por la evidencia empírica previa en la cual se ha señalado la participación ejecutiva relacionada con la atención y el lenguaje frente al conocimiento aritmético, por ejemplo, las funciones implicadas en el lenguaje han demostrado ser importantes para que los estudiantes desarrollen habilidades para contar o hacer comparaciones y lectura de signos y números (Risso et al., 2015), otros trabajos indican que los procesos relacionados con la memoria/bucle fonológico son esenciales frente al logro en aritmética, pues facilita el acceso a información numérica que requiere de codificación verbal (Anderson, 2008). Los datos de este estudio también coinciden con los hallazgos de investigaciones previas en los que se señala que el control atencional en la etapa preescolar se relaciona con el rendimiento en matemáticas y lectura, lo cual es esencial para la adquisición de habilidades aritméticas y para la alfabetización (Welsh et al., 2010).

Así mismo, resultados concuerdan con las investigaciones realizadas previamente por López et al. (2013), quienes confirmaron que las funciones ejecutivas contribuyen a un mejor desempeño de las habilidades matemáticas, sobre todo las funciones correspondientes a atención, inhibición y habilidad visoespacial, también autores como Cantin et al (2016), Andersson (2008) y Korzeniowski (2018) relacionan en sus estudios la influencia directa de las funciones

ejecutivas en el rendimiento académico de los estudiantes en edad escolar, y de manera específica en las habilidades aritméticas.

Ahora bien, retomando el papel del sexo, al segmentar la muestra bajo este criterio se identifican diferencias en las variables que cumplen un rol predictivo, en el caso de los hombres la atención/concentración aparece como la función que predice la habilidad aritmética, y en las niñas este rol lo cumple la habilidad visoespacial. Sin duda, estos hallazgos demuestran el valor de las FE en el aprendizaje de la matemática y puntualmente de la aritmética, y al tiempo demuestran la necesidad de continuar trabajando en esta área que permite integrar el conocimiento neurocientífico con la educación matemática reconociendo las diferencias de sexo y de desempeño del estudiantado, como aspectos que merecen mayor atención tanto en el plano investigativo como en la práctica educativa propiamente dicha.

Finalmente, es importante mencionar algunas limitaciones enfrentadas en este estudio. Por un lado, el muestreo desarrollado fue a criterio y no probabilístico, lo que limita la posibilidad de ampliar los hallazgos a más estudiantes, así mismo, el acceso a los estudiantes de la muestra para la recolección de los datos fue limitado, debido a las ocupaciones diarias respecto a la carga académica de ellos y el personal docente, ciertamente la institución se encontraba en tiempo de finalización de año escolar y en ocasiones fue difícil conseguir la disponibilidad para realizar las pruebas, ya que las mismas requerían un tiempo considerable para ser ejecutadas de manera individual y completa. Adicional a esto, se trabajó con una muestra de grupos naturales que, con el fin de garantizar el buen desempeño de las pruebas estadísticas, demanda el uso preferible de grupos pequeños, de manera que para futuros estudios puede ser de utilidad ampliarla muestra tanto en número de estudiantes como en relación con el número de instituciones educativas, esto permitiría ampliar el análisis comparativo para tener una visión más amplia de

las posibles diferencias o similitudes entre los estudiantes.

Aun con esto, los resultados de este trabajo pueden ser aplicados a otros grupos de estudiantes que estén en las mismas condiciones o cuenten con características similares a las de los participantes del estudio, de la misma manera, puede desprenderse a nuevos estudios que tomen como foco las FE y su relación con las habilidades aritméticas u otras consideraciones de los pensamientos matemáticos, como un importante campo de estudio cuyas implicaciones en el aprendizaje de la matemática es realmente significativo desde la mirada de las neurociencias.

5.2. Conclusiones y recomendaciones

Portellano et al. (2009), resaltan que las FE direccionan el rendimiento académico de los estudiantes en las diferentes áreas del conocimiento, los resultados de este estudio dan respuestas claras a los objetivos planteados, mostrando la consistente influencia que tienen estas funciones en el desarrollo de habilidades aritméticas en estudiantes de básica primaria, tomando como referencia distintos autores que a través de los años han dedicado sus trabajos a discutir esta importante relación.

Es necesario realizar retroalimentación a las docentes participantes de este estudio, para que consideren los resultados aquí expuestos como respuestas a las dificultades presentadas por sus estudiantes en el aula de clases respecto a las habilidades en aritmética y de acuerdo con Rapoport, Rubinsten & Katzir (2016), unir esfuerzos para acceder a la formación en el tema de FE y los diferentes mecanismos que permiten un manejo y mejora de estas en el desarrollo de experiencias de enseñanza-aprendizaje, que posibiliten a sus estudiantes obtener mayores resultados académicos.

Se evidenció que la mayoría de los estudiantes tienen resultados similares en la prueba de anillas, por lo que su la diferencia en la función de coordinación motriz es pequeña para la clasificación de estudiantes por nivel de desempeño, lo que significa que es conveniente desarrollar actividades que fomenten la potenciación de esta FE.

Siguiendo a Soprano (2003), el campo de investigación de las FE es de gran interés, tanto en el aspecto teórico, como práctico. Se recomienda seguir realizando investigaciones sobre las implicaciones que tienen las FE en el desempeño matemático durante la etapa preescolar y la niñez, en consideración de los periodos críticos previamente descritos para el desarrollo del funcionamiento ejecutivo y su implicación en habilidades de control superior indispensables para la adquisición de conocimiento matemático y la alfabetización.

REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- Adamuz, N., & Bracho, R. (2017). *La aritmética del siglo XXI*. Madrid, España: Los libros de la Catarata.
- Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
- Alloway, T. P., Banner, G. E., & Smith, P. (2010). Working memory and cognitive styles in adolescents, *British Journal of Educational Psychology*, 80, 567-81. DOI: <https://doi.org/10.1348/000709910X494566>
- Andersson, U. (2008). Working memory as a predictor of written arithmetical skills in children: The importance of central executive functions. *British Journal of Educational Psychology*, 78(2), 181–203. DOI: 10.1348/000709907X209854
- Barker, J. E., Semenov, A. D., Michaelson, L., Provan, L. S., Snyder, H. R., & Munakata, Y. (2014). Lessstructured time in children's daily lives predicts self-directed executive functioning. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-16. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00593
- Bausela, E. (2014). Executive function: notions of development from a neuropsychological perspective. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34. DOI: <https://dx.doi.org/10.5944/ap.1.1.13789>
- Bellaj T., Salhi I., Le Gall D., & Roy, A. (2015). Development of executive functioning in school-age Tunisian children. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and*

- Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 22(8), 1-36. DOI: 10.1080/09297049.2015.1058349
- Bermejo, V. (1990) *El niño y la aritmética*. Barcelona, España: Paidós Educador.
- Blanco R., & Vera E. (2019). Un marco teórico de las funciones ejecutivas desde la neurociencia cognitiva. *Eikasia, Revista Filosófica*, 199-215.
- Brocki, K. C., & Bohlin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: A dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26(2), 571-593. DOI: 10.1207/s15326942dn2602_3
- Bull R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36-41. DOI: 10.1111/cdep.12059
- Cantin, R., Gnaedinger, E., Gallaway, K., Hessen-McInnis, M., & Hund., A. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*, 146, 66-78. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.014>
- Casas M., Meliá de Alba A., & Taverner (2009). Habilidades matemáticas y funcionamiento ejecutivo de niños con trastorno por déficit de atención con hiperactividad y dificultades del aprendizaje de las matemáticas. *Psicothema*, 21(1), 63-69.
- Clair-Thomson, H., & Gathercole, S. (2006). Executive functions and achievements in school: shifting, updating, inhibition and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 59(4), 754-759.
- Cartoceti, R. (2012). Control inhibitorio y comprensión de textos: evidencias de dominio específico verbal. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 4(1), 65-85. DOI: 10.5579/rnl.2012.0085.

- Cortez M., & Iglesias, M. (2004). *Generalidades sobre la metodología de la investigación*. México: 1° Edición. Universidad Autónoma del Carmen.
- Da Silva, D. (2017). *El estudio de las funciones ejecutivas en una población colombiana de niños y niñas de 7 a 11 años: su valor predictivo en el rendimiento académico*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra-Barcelona.
- Estrada M. (1999). *El desarrollo de las habilidades matemáticas en función de su repercusión interdisciplinaria* (tesis de maestría). San Nicolás de la Garza-México
- Fonseca G., Rodríguez L., & Parra J. (2016). Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia la Promoción de Salud*, 21(2), 41-58. DOI: 10.17151/hpsal.2016.21.2.4
- Fernández R. (2016). Neuropsicología aplicada a la educación: implicación de las funciones ejecutivas en el desarrollo lecto-escritor. Programa de intervención. *3Ciencias*. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/DideInnEdu.2016.15>
- Flores J., & Ostroksy F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 47-58.
- García, M. (2012). *Las funciones ejecutivas cálidas y el rendimiento académico*. (Memoria doctoral). Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Garon N., Bryson S E., & Smith I. M. (2008). Funcion ejecutiva en preescolares: una revisión usando un marco integrador. *Boletín Psicológico*, 134(1), 31-60. DOI: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gimeno E., & Núñez M. (2012). Habilidad aritmética y estrategias de cálculo: No todos los cerebros suman igual. *Ciencia Cognitiva*, 6(3), 76-79.

- Gómez, B. (1998). *Numeracion y Cálculo 3*. Vallehermoso, Madrid: Editorial Síntesis.
- Guerrero J. (2016). *El funcionamiento familiar y la función ejecutiva* (tesis de pregrado).
Universidad Técnica de Ambato.
- Hynd, G. W., & Obrzut, J. E. (1981). *School neuropsychology*. New York: Grune & Straton.
- Hernández A., Aguilar C., Paradell E., & Vallar F. (2015). *Escala de Inteligencia de Wechsler para Niños-V (Wisc-V) (Adaptación al español)*. Pearson Education.
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (2010). *Colombia en PISA 2009: síntesis de Resultados*. Disponible en:
www.icfessaber.gov.co/pisa/phocadownload/pisa2009/informe_pisa_2009.pdf
- Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (2010b). *Saber 5° y 9° 2009, Resultados Nacionales: resumen ejecutivo*. Disponible en:
http://www.icfessaber.edu.co/uploads/documentos/Resumen_ejecutivo_informe_nacioal_2009.pdf
- Kamii, C. (1994). *El niño reinventa la aritmética*. Madrid, España: Visor.
- Kimberg, D. Y., D'Esposito, M., & Farah, M. J. (1997). Kimberg, D. Y., D'Esposito, M., & Farah, M. J. (1997). Frontal lobes: Cognitive Neuropsychological Aspects. In: Feinberg, T.E. & Farah M.J. (Eds.). *Behavioral Neurology and Neuropsychology*. New York: McGraw-Hill, 409-418.
- Korzeniowski C. (2018). *Las funciones ejecutivas en el estudiante: su comprensión e implementacion desde el salón de clases*. Dirección General de Escuelas. Universidad Nacional de Mendoza.
- Lee K., Fong S., Lee Pe M., Yin S., Hasshim M., & Bull R. (2012). The cognitive underpinnings of emerging mathematical skills: Executive functioning, patterns, numeracy, and

- arithmetic. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 82-99. DOI: 10.1111/j.2044-8279.2010.02016.x
- Lemaire P. (2010). Executive functions and strategic aspects of arithmetic performance: The case of adults' and children's arithmetic. *Psychologica Belgica*, 50(3/4), 335-352. DOI: <http://dx.doi.org/10.5334/pb-50-3-4-335>
- Lehto, J. (1996). Are executive function tests dependent on working memory capacity? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49, 29-50. DOI:10.1080/713755616
- Ley 115. *Ley General de Educación*. Bogotá, Colombia, 8 de febrero de 1994.
- Lezak M. (1992). The problem of assessing executive functions. *International Journal of psychology*, 17, 281-297. DOI: 0020-75 94/82/0000-0000/\$02.75
- Lopera F. (2008). Funciones ejecutivas: aspectos clínicos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 59-76.
- López, L., Ávila, M., & Camargo. (2013). Atención selectiva como predictores del conocimiento matemático informal. *VII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática*, 10 al 20 de septiembre de 2013, 2723-2130.
- Lozano A., & Ostrosky, F. (2011). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas y de la Corteza Prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 159-172.
- Manga, D., & Ramos, F. (2011). El legado de Luria y la neuropsicología escolar. *Psychology, Society & Education*, 3(1), 1-13.
- Mazzocco, M. M., & Kover, S. T. (2007). A longitudinal assessment of executive function skills and their association with math performance. *Child Neuropsychology*, 13, 18-45. DOI: 10.1080/09297040600611346
- McDonald, P., & Berg, D. (2017). Identifying the nature of impairments in executive functioning

- and working memory of children with severe difficulties in arithmetic. *Child Neuropsychology*, 28(4), 1047-1062. DOI: 10.1080/09297049.2017.1377694
- Ministerio de Educación Nacional. *Serie Lineamientos Curriculares Matemáticas*. Santa Fe de Bogotá, D.C., 7 de junio de 1998
- Ministerio de Educación Nacional (2006). *Estándares Básicos de Competencia en Matemáticas. Potenciar el pensamiento matemático: ¡un reto escolar!* Bogotá: Colombia.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “Frontal Lobe” Tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. DOI: <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Navarro J., Aguilar M., Marchena E., Ruiz G., & Ramiro P. (2011). Desarrollo operatorio y conocimiento aritmetico: vigencia de la teoria piagetana. *Revista de Psicodidáctica*, 16(2), 252-266. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17518828010>
- Ojeda J. G. (1989). Ámbitos y funciones del Curriculum matemático. *Epsilon, Revista de la S.A.E.M.*, 14, 57-62.
- Portellano J.A. (2009). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños* (Entrevista con Infocop). Disponible en: <http://www.infocop.es/viewarticle.asp?id=2472>
- Portellano J.A., Martínez R., & Zumarraga L. (2009). *ENFEN Evaluación Neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños (Manual)*. España. TEA Editores S.A.U.
- Ramos-Galarza, C., Jadán-Guerrero, J., & Gómez-García, A. (2018). Relación entre el rendimiento académico y el autorreporte del funcionamiento ejecutivo de adolescentes ecuatorianos. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 36(2), 405-417. DOI: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/apl/a.5481>

- Rapoport, S., Rubinsten, O., & Katzir, T. (2016). Teachers' beliefs and practices regarding the role of executive functions in reading and arithmetic. *Frontiers in Psychology* 7, 1567. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01567
- Resnick, L. (1989). El desarrollo del conocimiento matemático. *Acción Pedagógica*, 2, 21-29.
- Ruiz, D., & García, M. (2003). El lenguaje como mediador en el aprendizaje de la aritmética en la primera etapa de educación básica. *Educere*, 7(23), 321-327.
- Risso, A., García, M., Durán, M., Brenlla, J. C., Peralbo, M., & Barca, A. (2015). Un análisis de las relaciones entre funciones ejecutivas, lenguaje y habilidades matemáticas. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, 9, 73-78. DOI: <https://doi.org/10.17979/reipe.2015.0.09.577>
- Ríos, M., Periáñez A., & Muñoz, J. (2004). Attentional control and slowness of information processing after severe traumatic brain injury. *Brain Injury*, 18, 257-72. DOI: 10.1080/02699050310001617442
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. México: 6° Edición McGraw-Hill, Interamericana Editores, S.A.
- Segovia I. (2010). *El reto de consolidar el sistema de calidad educativa* (entrevista con Al tablero). Disponible en: <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-242097.html>
- Sfard, A. (1991). On the dual nature of mathematical conceptions: Reflections on processes and objects as different sides of the same coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 1-36. DOI:10.1007/BF00302715
- Shaughnessy, J., Zechmeister, E., & Zechmeister, J. (2012). *Research methods in psychology* (9th Ed.). New York, NY: McGraw-Hill.
- Singer V., Ruiz C., & Cuadro, A. (2018). Las habilidades lingüísticas en el sistema numérico

- aproximado en la eficacia del cálculo aritmético. *Bordon, Revista de Pedagogía*, 70(3), 185-197. DOI: 10.13042/Bordon.2018.62928
- Soprano, A. M. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista Neurología*, 37(1), 44-50.
- Stelzer F., Cervigni M., & Martino P. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas en niños preescolares: una revisión de algunos de sus factores moduladores. *Liberabit. Revista de Psicología*, 17(1), 93-100.
- Thevenot, C., Fanget, M., & Fayol M. (2007). Retrieval or nonretrieval strategies in mental arithmetic Anoperand recognition paradigm. *Memory & Cognition*, 35, 1344-1352
- Tirapu J., & Muñoz J. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41(1), 475-844.
- Tirapu J. (2011). Neuropsicología - neurociencia y las ciencias "psi". *Cuadernos de Neuropsicología*, 5(1), 11-24.
- Tirapu J., Cordero P., Luna P., & Hernández P. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista Neurología*, 64, 75-84.
- Vargas R. (2013). Matemáticas y neurociencias: una aproximación al desarrollo del pensamiento matemático desde una perspectiva biológica. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 36, 37-46.
- Verdejo García A., Benbrook A., Funderburk F., David P., Cadet J., & Bolla K. (2007). The differential relationship between cocaine use and marijuana use on decision-making performance over repeat testing with the Iowa Gambling Task. *Drug and Alcohol Dependence*, 90(1), 2-11. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2007.02.004.
- Verdejo-García A., & Bechara A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas.

Psicothema, 22(2), 227-235.

- Visu-Petra, L., Cheie, L., Benga, O., & Miclea, M. (2011). Cognitive control goes to school: the impact of executive functions on academic performance. *Procidia Social and Behavioral Sciences*, 11, 240-244. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.01.069>
- Welsh, M. C., Pennington, B. F., & Groisser, D. B. (1991). A normative-developmental study of executive function: A window on prefrontal function in children. *Developmental Neuropsychology*, 7, 131-149. DOI:10.1080/87565649109540483
- Welsch, J. A., Nix, R. L., Blair, C., Bierman, K. L., & Nelson, K. E. (2010). The development of cognitive skills and gains in academic school readiness for children from low-income families. *Journal of Educational Psychology*, 102, 43-53.
- Zhang, L., Khan, G., & Tahirsylaj, A. (2015). Student performance, school differentiation, and world cultures: evidence from PISA 2009. *International Journal of Educational Development*, 42, 43-53. DOI: 10.1016/j.ijedudev.2015.02.013

ANEXOS

Evidencia Instrumentos

Anexo 1: Hoja de anotaciones. Prueba de aritmética



**Escala de Inteligencia de Wechsler para niños
Subprueba de Aritmética
Tabla de resultados por niño**

| Nombre del niño: | | | sexo: | Edad: | | |
|------------------|---------------------|--------|----------|---------------------|--------|--|
| Reactivo | Puntuación reactivo | Tiempo | Reactivo | Puntuación reactivo | Tiempo | |
| 1 | | | 18 | | | |
| 2 | | | 19 | | | |
| 3 | | | 20 | | | |
| 4 | | | 21 | | | |
| 5 | | | 22 | | | |
| 6 | | | 23 | | | |
| 7 | | | 24 | | | |
| 8 | | | 25 | | | |
| 9 | | | 26 | | | |
| 10 | | | 27 | | | |
| 11 | | | 28 | | | |
| 12 | | | 29 | | | |
| 13 | | | 30 | | | |
| 14 | | | 31 | | | |
| 15 | | | 32 | | | |
| 16 | | | 33 | | | |
| 17 | | | 34 | | | |

Puntuación Natural total: _____

Anexo 2: Hoja de anotaciones. Prueba de retención de dígitos**Escala de Inteligencia de Wechsler para niños****Subprueba de retención de dígitos****Retención de dígitos en orden directo****Tabla de resultados por niño****Nombre del niño:****sexo:****Edad:**

| Reactivo | Puntuación ensayo 1 | Puntuación ensayo 2 |
|----------|---------------------|---------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |

Puntuación Natural total de RDD: _____

Retención de dígitos en orden inverso**Tabla de resultados por niño**

| Reactivo | Puntuación ensayo 1 | Puntuación ensayo 2 |
|----------|---------------------|---------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |
| 6 | | |
| 7 | | |
| 8 | | |

Puntuación Natural total de RDI: _____

Puntuación total Prueba de Retención de Dígitos: _____

Anexo 3: Hoja de anotación resultados prueba ENFEN



Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños



Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños

CUADERNILLO DE ANOTACIÓN

DATOS DE IDENTIFICACIÓN

| | | | | | | | |
|------------------------------|--|----------------------|----------------------------|----------------------------|-----|-----|-----|
| Nombre y apellidos del niño: | | SEXO | V <input type="checkbox"/> | M <input type="checkbox"/> | AÑO | MES | DÍA |
| Nombre del examinador: | | Fecha de evaluación: | | | | | |
| Centro: | | Fecha de nacimiento: | | | | | |
| Curso: | | Edad: | | | | | |
| Motivo de la consulta: | | | | | | | |

RESUMEN DE RESULTADOS Y PERFIL

| | | | | | | | |
|----------|----|----|----|----|---|---|----------|
| PD | F1 | F2 | S1 | S2 | A | I | PD |
| | | | | | | | |
| Decatipo | | | | | | | Decatipo |
| | | | | | | | |

A continuación, marque las puntuaciones en decatipo de perfil que se presenta a continuación

| Decatipo | Fluidez fonológica | Fluidez semántica | Sentido grís | Sentido a color | Análisis | Intelectiva | Decatipo |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------|
| 10 Muy alto | <input type="checkbox"/> | 10 Muy alto |
| 9 | <input type="checkbox"/> | 9 |
| 8 | <input type="checkbox"/> | 8 |
| 7 | <input type="checkbox"/> | 7 |
| 6 | <input type="checkbox"/> | 6 |
| 5 | <input type="checkbox"/> | 5 |
| 4 | <input type="checkbox"/> | 4 |
| 3 | <input type="checkbox"/> | 3 |
| 2 | <input type="checkbox"/> | 2 |
| 1 Muy bajo | <input type="checkbox"/> | 1 Muy bajo |
| | Lenguaje Escrito | Memoria Verbal | Capacidad Visoespacial | Habilidad Visoespacial | Coordinación Visomotora | Atención y Concentración | |

Anexo 4: Evidencia fotográfica aplicación de las pruebas WISC-V y ENFEN

