



Universitat Autònoma de Barcelona

**ADVERTIMENT.** L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  [http://cat.creativecommons.org/?page\\_id=184](http://cat.creativecommons.org/?page_id=184)

**ADVERTENCIA.** El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

**WARNING.** The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Universitat Autònoma de Barcelona

**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  
ESCOLAR**

TESIS DOCTORAL

**DANIELA FILIPA DA SILVA MARQUES**







Universitat Autònoma de Barcelona

**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  
ESCOLAR**

TESIS DOCTORAL

**Daniela Filipa da Silva Marques**

Tesis doctoral dirigida por:

**Dr. Ramon Cladellas Pros**

**Dr. Gonçalo João Costa Jacinto**

Doctorado en Psicología de la Comunicación y Cambio  
Departamento de Psicología Básica, Evolutiva y de la Educación  
Facultad de Psicología

Bellaterra – Barcelona

2017





Universitat Autònoma de Barcelona

**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  
ESCOLAR**

Tesis Doctoral presentada por:

**Daniela Filipa da Silva Marques**

Para optar al título de Doctor por la  
Universidad Autònoma de Barcelona

Tesis doctoral dirigida por:

**Dr. Ramon Cladellas Pros**

**Dr. Gonçalo João Costa Jacinto**

2017



*“no us inquieteu per res, ans en qualsevol ocasió acudiu a l'oració i a la súplica, presentant a Déu les vostres peticions amb accions de gràcies.” – Filipencs 4:6*



## **AGRADECIMIENTOS**

Al Profesor Ramón, por la paciencia, el apoyo, la disposición y la disponibilidad para ayudarme a construir conocimiento...Gracias por siempre haber estado ahí!

Al Profesor Gonçalo, por mostrarme como las dudas se pueden resolver en cualquier momento y que la estadística es una cuestión de calma y paciencia... Gracias por seguirme apoyando!

A Humberto, mi esposo, por ser y existir en todos los momentos de mi vida...Gracias por ser!

A Filipe, mi hermano, por siempre ayudarme a enfrentar las dificultades y por enseñarme la calma y la tranquilidad necesaria para caminar por la vida...Gracias por estar!

A Maria y André, mis padres, por su apoyo y amor incondicional... Gracias!

Al Dr. Julio Ponce, mi jefe, por haber creído en mi... Gracias!

A las instituciones educativas que permitieron que la investigación fuera posible mediante el trabajo colaborativo con ellos y con sus niños.

A los niños y niñas que integraron la investigación disponiéndose a estar con nosotros.

A Yeraldin, y a mis estudiantes,

A todos aquellos y aquellas que han contribuido para mi proceso de formación como persona y como profesional...Gracias!



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>I</b>
<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>XIII</b>
<b>PARTE 1: MARCO TEÓRICO</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. LAS FUNCIONES EJECUTIVAS</b>	<b>3</b>
1.1. RESEÑA HISTÓRICA DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	5
1.2. DELIMITACIÓN DEL CONSTRUCTO DE FUNCIONES EJECUTIVAS	11
1.2.1. DEFINICIONES Y COMPONENTES	11
1.2.2. MODELOS TEÓRICOS	17
1.2.3. RELACIÓN CON OTROS CONSTRUCTOS	23
1.3. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS	24
1.3.1. BASES BIOLÓGICAS	24
1.3.2. FACTORES MODULADORES	31
1.4. MEDICIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN NIÑOS	35
1.4.1. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	36
1.4.2. LIMITACIONES DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	40
1.5. RESUMEN	42

<b><u>CAPÍTULO 2. EL APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ESCOLAR</u></b>	<b>47</b>
2.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA DEL CONTEXTO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	50
2.2. DELIMITACIÓN DEL CONTEXTO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	53
2.2.1. LA DINÁMICA PROFESOR-ESTUDIANTE	54
2.2.2. LA METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA	56
2.3. ADQUISICIÓN DE LOS APRENDIZAJES ESCOLARES BÁSICOS	62
2.3.1. LECTOESCRITURA	62
2.3.2. MATEMÁTICAS	67
2.4. RESUMEN	69
<b><u>CAPÍTULO 3. LA RELACIÓN ENTRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS Y EL APRENDIZAJE ESCOLAR</u></b>	<b>73</b>
3.1. TENDENCIAS ACTUALES EN LA RELACIÓN	75
3.2. DIFERENCIAS SEGÚN EL TIPO DE APRENDIZAJE ESCOLAR	82
3.2.1. EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS	82
3.2.2. EL APRENDIZAJE DE LA LECTOESCRITURA	84
3.3. FACTOR MODULADOR: EL NIVEL SOCIOECONÓMICO	86
3.4. OPORTUNIDADES DE LA RELACIÓN	88
3.5. RESUMEN	91
<b><u>PARTE 2: MARCO EMPÍRICO</u></b>	<b>95</b>
<b>INTRODUCCIÓN AL MARCO EMPÍRICO</b>	<b>97</b>
<b><u>CAPÍTULO 4. FASE EXPERIMENTAL</u></b>	<b>99</b>
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA FASE EXPERIMENTAL	101
4.1.1. DISEÑO	101
4.1.2. MUESTRA	101
4.1.3. INSTRUMENTOS	104

<b>4.1.4. PROCEDIMIENTO</b>	<b>108</b>
<b>4.1.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>109</b>
<b>4.2. ESTUDIO 1: EL IMPACTO DEL TIPO DE ESCUELA EN LAS VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS, EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS, Y EN EL RENDIMIENTO ESCOLAR EN NIÑOS COLOMBIANOS CON EDADES ENTRE 7 Y 11 AÑOS.</b>	<b>112</b>
<b>4.2.1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>112</b>
<b>4.2.2. OBJETIVOS</b>	<b>114</b>
<b>4.2.3. HIPÓTESIS</b>	<b>114</b>
<b>4.2.4. RESULTADOS</b>	<b>115</b>
<b>4.2.5. RESUMEN</b>	<b>125</b>
<b>4.3. ESTUDIO 2: EL EFECTO, LA RELACIÓN PREDICTIVA Y LA POSIBLE RELACIÓN BIDIRECCIONAL DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS, Y EL RENDIMIENTO ESCOLAR EN UNA MUESTRA DE NIÑOS COLOMBIANOS ENTRE LOS 7 Y 11 AÑOS.</b>	<b>126</b>
<b>4.3.1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>126</b>
<b>4.3.2. OBJETIVOS</b>	<b>127</b>
<b>4.3.3. HIPÓTESIS</b>	<b>128</b>
<b>4.3.4. RESULTADOS</b>	<b>128</b>
<b>4.3.4. RESUMEN</b>	<b>164</b>
<b><u>CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</u></b>	<b><u>167</u></b>
<b><u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u></b>	<b><u>191</u></b>



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición de los componentes de las funciones ejecutivas según diferentes investigadores.....	15
Tabla 2. Modelo de McCloskey de las funciones ejecutivas .....	22
Tabla 3. Procesos madurativos del lóbulo frontal.....	27
Tabla 4. Resumen de las etapas de desarrollo de las funciones ejecutivas desde la primera infancia hasta la adultez .....	30
Tabla 5. Enfoques y métodos de evaluación de las funciones ejecutivas según McCloskey, Perkins y Van Divner, (2009).....	37
Tabla 6. Instrumentos utilizados para medir las Funciones Ejecutivas .....	39
Tabla 7. Principales signos de dificultades en funciones ejecutivas.....	79
Tabla 8. Relación entre el Tipo de Escuela y la Edad de los alumnos .....	115
Tabla 9. Nivel de estudios de los padres según el Tipo de Escuela.....	116
Tabla 10. Resultado general en competencias académicas, según el Tipo de Escuela.....	117
Tabla 11. Resultado general en competencias académicas, según el género....	118
Tabla 12. Profesión de la madre y desempeño académico.....	118
Tabla 13. Profesión del padre y desempeño académico.....	119
Tabla 14. Años de estudio de la madre y desempeño académico .....	119
Tabla 15. Asociación entre el tipo de escuela y las pruebas aplicadas.....	121
Tabla 16. Asociación entre el género y las pruebas aplicadas.....	122
Tabla 17. Asociación entre la profesión de los padres y las pruebas aplicadas..	123
Tabla 18. Asociación entre el nivel educacional de los padres y las pruebas aplicadas.....	124
Tabla 19. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Cálculo mental y la Edad .....	129
Tabla 20. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Cálculo mental y la Edad .....	130
Tabla 21. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Stroop PC y la Edad .....	132

## *Lista de Tablas*

Tabla 22. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Stroop PC y la Edad .....	133
Tabla 23. Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando el Stroop PC y la edad.....	134
Tabla 24. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.....	136
Tabla 25. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.....	137
Tabla 26. Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.....	138
Tabla 27. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Anillas y Edad.....	140
Tabla 28. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Anillas y la Edad .....	141
Tabla 29. Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Anillas y la Edad .....	142
Tabla 30. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Senderos color y la Edad.....	144
Tabla 31. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Senderos color y la Edad.....	145
Tabla 32. Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Senderos color y la Edad.....	146
Tabla 33. Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Senderos gris y la Edad.....	148
Tabla 34. Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Senderos gris y Edad .....	149
Tabla 35. Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Senderos gris y Edad .....	150
Tabla 36. Modelo predictivo para lectura .....	152
Tabla 37. Modelo predictivo para la escritura.....	153
Tabla 38. Modelo predictivo para ENI Aritmética .....	154

Tabla 39. Correlaciones simples entre todas las variables en estudio .....	157
Tabla 40. Correlaciones parciales controlando la variable Matrices Progresivas de Raven (MPR) .....	159
Tabla 41. Correlaciones parciales controlando la variable Cálculo mental (memoria de trabajo).....	162
Tabla 42. Tabla General de correlaciones .....	163



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representación de las tres unidades funcionales de Luria. ....	8
Figura 2. Evidencia de maduración cerebral (materia gris) a lo largo del tiempo. .	26
Figura 3. Ciclo del aprendizaje escolar. ....	88
Figura 4. Ciclo del éxito escolar. ....	89
Figura 5. Distribución del género por grupo clínico y de control.....	102
Figura 6. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda) y ENI-Escritura (derecha), considerando el Cálculo mental.....	131
Figura 7. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el Stroop PC. ....	135
Figura 8. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el Laberinto de Porteus. ....	139
Figura 9. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el ENFEN Anillas. ....	143
Figura 10. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando ENFEN Senderos color.....	147
Figura 11. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando ENFEN Senderos gris.....	151



## Introducción

El área de las neurociencias continua en expansión hacia otras áreas del desarrollo humano, debido al fuerte interés en la comprensión de las bases biológicas de las acciones del sujeto, sus logros y sus dificultades. Lo anterior ha supuesto un incremento de los estudios en el ámbito de la relación entre la madurez cerebral y los factores asociados. En este campo se han estudiado las funciones ejecutivas y la conducta sociomoral, con la intención de entender la relación entre el desarrollo de las habilidades y el contexto en el cual el individuo está inmerso.

Desde las diferentes áreas, el constructo de funciones ejecutivas es uno de los más citados. No obstante, continúa siendo un constructo muy amplio debido a las variadas definiciones, múltiples conceptualizaciones y numerosas medidas que se han desarrollado para estudiarlo.

Así, el trabajo en funciones ejecutivas es uno de los temas de estudio más popular en la actualidad y sobre el cual trabajan investigadores de todo el mundo. Estas funciones permiten al sujeto responder adecuadamente a situaciones novedosas y así facilite que se pueda adaptar cognitivamente, emocional y socialmente.

Luria fue uno de los primeros en establecer un carácter activo a la conducta humana, reconociendo el rol de las experiencias futuras y no solo de las experiencias pasadas (Luria 1984). Tal como mencionan Blair (2016b) y Stuss (2011), las funciones ejecutivas son habilidades que posibilitan el razonamiento, planeación, resolución de problemas para lograr el adecuado manejo de la propia vida. Las regiones cerebrales que se relacionan con estas habilidades están interconectadas e influenciadas por diferentes regiones cerebrales, habiéndose hablado del importante rol de la corteza prefrontal.

Así, en lo que respecta al desarrollo de las funciones ejecutivas, es importante hablar de los lóbulos frontales y de cómo se procesa su desarrollo. De acuerdo a autores como Anderson (2001), los lóbulos frontales tienen un desarrollo secuencial, y algunas de las funciones relacionadas tienen una aparición más temprana que otras.

Para los niños las actividades que representan mayor demanda son las académicas. Se puede hablar de un periodo crítico que es la transición del ambiente preescolar hacia el sistema educativo formal, en el cual las funciones ejecutivas juegan un papel fundamental.

Así, los estudiantes diariamente deben enfrentarse a diferentes actividades cognitivas complejas, en las que frecuentemente necesitan concentrarse en una determinada actividad, atender al profesor, respetar reglas y suprimir impulsos contraproducentes (Samuels, Tournaki, Blackman & Zilinski, 2016). De esta forma, la identificación de los predictores del rendimiento escolar permitirá guiar al estudiante hacia un aprendizaje exitoso.

Las funciones ejecutivas son muy importantes para el aprendizaje, y posibilitan un aprendizaje significativo, el cual supone una actitud activa y reflexiva del sujeto que aprende, en contraposición del aprendizaje memorístico. Tal como menciona Resnick (1981), “se debe enseñar al estudiante a construir conocimiento y no a meterlo dentro de la cabeza”, lo cual solo es posible si el niño logra hacer un uso adecuado de sus funciones ejecutivas.

Adicional al anterior, para que el sujeto logre realizar un aprendizaje exitoso, el contexto tiene que ser propicio y brindarle al niño herramientas que lo mantengan motivado e involucrado en lo que está aprendiendo, para que este pueda ser el autor de su propio conocimiento mediante la orientación de su maestro.

Así, la presente tesis tuvo como objetivo explorar la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar en niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años, provenientes de estrato socioeconómico medio.

Para lograr cumplir con el objetivo, la tesis se estructura en un marco teórico y un marco empírico. Dentro del marco teórico se pueden encontrar tres capítulos. El primer capítulo se enfoca en el tema de las funciones ejecutivas presentándose una reseña histórica, así como la delimitación teórica del constructo. Se incluye también información sobre el desarrollo de las funciones ejecutivas así como sobre su medición. En el segundo capítulo se presenta el tema del aprendizaje y rendimiento escolar, considerando la evolución histórica, así como la delimitación del contexto de enseñanza-aprendizaje, enfatizando la dinámica profesor-estudiante y la metodología de enseñanza. Se termina el capítulo con información sobre la adquisición de los aprendizajes escolares básicos: lectoescritura y matemáticas. El tercer capítulo se direcciona a la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, presentándose las tendencias actuales en la relación, las diferencias según el tipo de aprendizaje, el impacto del nivel socioeconómico y las oportunidades que podrán surgir de dicha relación.

Dentro del marco empírico se presentan dos capítulos. El capítulo cuatro en el cual se hace referencia a la fase experimental de la tesis, incorporando la descripción de la fase experimental, así como los dos estudios. El primer estudio tuvo como objetivo analizar la influencia del tipo de escuela en las variables sociodemográficas, en el rendimiento escolar, y en las funciones ejecutivas en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años; mientras, el segundo estudio tuvo como objetivo estudiar el efecto, la relación predictiva y la posible relación bidireccional de las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar de una muestra de niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años

Por último, en el capítulo cinco se discuten los resultados encontrados a la luz de la teoría y se presentan las aportaciones de la tesis a la temática de estudio.



## **PARTE 1: MARCO TEÓRICO**



## **CAPÍTULO 1. *LAS FUNCIONES EJECUTIVAS***



## 1.1. Reseña histórica de las funciones ejecutivas

Desde la antropología neuroevolutiva, definida por Grignon (1993) como “la ciencia del hombre por excelencia”, se ha contribuido al estudio del comportamiento humano, bien como al análisis de su evolución a lo largo del tiempo. Así, desde hace 150.000 años, se puede observar que se ha exigido al ser humano funciones relacionadas con obtención de poder, ejercicio de un rol dominante, aprovisionamiento de bienes alimenticios y materiales, relacionarse con el otro y constituir comunidad. Todos estos aspectos hacen mención a las funciones que actualmente se sabe que corresponden al rol de la corteza prefrontal y en las cuales tienen una fuerte implicación las funciones ejecutivas (Ardila, 2008; Ardila & Ostrosky-Solís, 2008).

En este contexto, hace varios años se han publicado trabajos alrededor del tema de las funciones ejecutivas. En 1840 se hizo el reporte del caso de un paciente, Phineas Gage, algunos autores lo describen como el caso más fascinante asociado al rol de las funciones ejecutivas en la conducta. Phineas Gage sufrió una lesión en su lóbulo frontal izquierdo producida por un accidente de trabajo. Posteriormente a esta situación hubo cambios significativos en su conducta, siendo que esta se caracterizaba por la existencia de síntomas como desinhibición e hiperactividad, que cursaban con alteraciones de personalidad (Goldstein, Naglieri, Princiotta & Otero, 2014). Este caso fue determinante para el surgimiento del interés en el estudio de las funciones ejecutivas.

Siguiendo la línea cronológica, aunque el autor que se mencionará a continuación haya tenido su énfasis teórico en otra área diferente al estudio de los pacientes con lesión cerebral, desde el trabajo que realizó también pudo contribuir al estudio de las funciones ejecutivas.

### *1.1. Reseña histórica de las funciones ejecutivas*

En el año 1924, Vygotsky expuso un trabajo sobre la psicología de la conducta en un congreso sobre la psiconeurología. Este trabajo puso en evidencia su posición frente a la importancia del aspecto cultural en la organización y desarrollo cerebral del sujeto. Vygotsky argumenta que, durante la evolución cultural del individuo, toda la función aparecería dos veces, primero a nivel social (función interpsicológica) y más tarde al interior del propio sujeto (función intrapsicológica) (Grignon, 1993). De acuerdo a sus planteamientos, las funciones que aparecían como producto del desarrollo cultural las clasifica como funciones “superiores”.

Dentro de la teoría clásica de Vygotsky, el lenguaje brinda al individuo una calidad distinta de acuerdo a la cultura en la que haya nacido. En sus planteamientos Vygotsky (1929, 1978, 1986, 1987), habla que la forma superior de la cognición en los niños es mediada por el lenguaje. En esta línea, Grignon (1993), menciona que el niño estaría a merced de la relación establecida con los adultos, la cual impactaría su desarrollo social, haciendo énfasis en el factor socio-cultural como motor de la conducta.

De igual modo, el autor asume que el pensamiento y el lenguaje se desarrollan a través de la inmersión en la cultura. Así, el lenguaje se desarrollaría con la comunicación externa o también llamada de habla social, posteriormente lenguaje egocéntrico y por último lenguaje externo, siendo este clave para el desarrollo del pensamiento.

Del posicionamiento teórico de Vygotsky se puede observar que el contexto cultural tendría un rol determinante para el desarrollo del lenguaje y consecuentemente para las funciones cognitivas superiores.

En el mismo contexto histórico, Alexander Luria (1980), extendió los postulados de Vygotsky de modo a buscar los correlatos neurológicos para los procesos mentales complejos. Según el autor, las funciones mentales complejas tendrían origen social, estarían estructuradas jerárquicamente y organizadas en un sistema complejo.

Luria (1983), planteó el concepto de *función* el cual se relacionaría con la actividad de determinado *órgano* orientada a la realización de una tarea específica. Esta actividad podrá ser ejecutada mediante diferentes procedimientos, según la tarea a la cual se enfrenta el sujeto. De acuerdo a esta teoría, hablar en función implica hablar en *sistema funcional*, estando éste constituido por eslabones que tendrían una organización sistémica y dinámica de acuerdo a las necesidades psicológicas o fisiológicas de la tarea a realizar (Luria, 1984; Tupper, 1999).

Si se contrasta la teoría de Luria con lo propuesto por Vygotsky se aprecia que se tomó el planteamiento esencial referente al rol del contexto social en el cual el sujeto está inmerso y se empezó a dar forma a lo que sería la *organización de las funciones mentales superiores*, considerando la existencia de órganos (actualmente designados como estructuras) que serían responsables para la realización de determinadas actividades, y que estos se organizarían de forma sistémica y permitirían responder a la demanda que el individuo tendría que enfrentarse.

De esta manera, Luria (1984) reconoce el *carácter activo de la conducta*, conociendo que esta no se basa únicamente en la experiencia pasada, sino que también está determinada por intenciones futuras. Consecuentemente, las funciones cerebrales superiores le permitían al individuo crear estos modelos de conducta orientada al futuro (intencionalidad) y además de eso, subordinarse a ellos.

Varios autores han resaltado la contribución de los principios de la teoría desarrollada por A. Luria a la Neuropsicología actual. A este respecto, Tupper (1999), y Bodrova, Leong y Akhutina (2011) coinciden en que los aportes más significativos de la teoría de Luria se relacionan con los siguientes aspectos: (a) desarrollo histórico-cultural de las funciones mentales superiores (retomado de la teoría de Vygotsky); (b) propuesta de la organización funcional del cerebro basada

### 1.1. Reseña histórica de las funciones ejecutivas

en tres unidades funcionales – véase Figura 1; (c) organización sistémica de las funciones cerebrales.

A su turno, Kostyanaya y Rossouw (2013) enfatizan el rol de la organización funcional del cerebro en los procesos mentales y en la actividad consciente. Así, el abordaje de Luria plantea la existencia de tres unidades funcionales: (a) la primera unidad funcional estaría relacionada con el *arousal* y el estado motivacional – correspondería al funcionamiento del sistema límbico y reticular; (b) la segunda unidad funcional, se encargaría de recibir, procesar y almacenar información – correspondería al funcionamiento de las áreas corticales pos-rolándicas; (c) la tercera unidad funcional estaría implicada en la programación, control y la verificación de la actividad – que correspondería al funcionamiento de las estructuras de la corteza prefrontal (véase Figura 1).

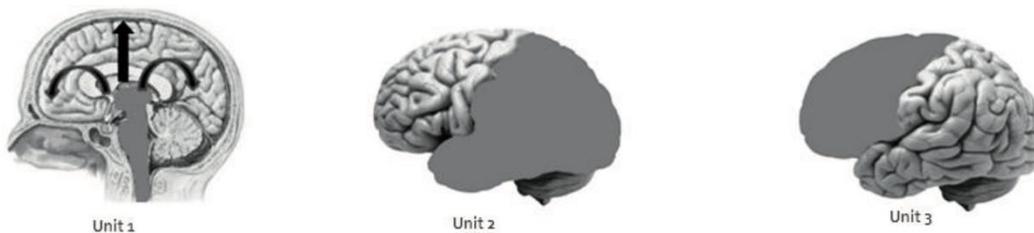


Figura 1. Representación de las tres unidades funcionales de Luria.

Adaptado de “Luria’s model of the functional units of the brain and the neuropsychology of dreaming” de A. Téllez y T. Sánchez, 2016, *Psychology in Russia: State of the Art*, 9(4), p.84. Copyright 2016 por la American Psychological Association.

De acuerdo a este planteamiento, Alexander Luria (1980), es considerado el antecesor del término de funciones ejecutivas, estando estas relacionadas con la actividad de la tercera unidad funcional.

Como se puede apreciar, el término funciones ejecutivas es relativamente reciente en el campo de las neurociencias. No obstante, posteriormente a este primer abordaje de Luria, muchos otros autores se han interesado por seguir aportando a la comprensión del constructo. A continuación, se presentarán los acercamientos de los autores más importantes en el área.

Paralelamente a los trabajos que se estaban empezando en Rusia, también en Reino Unido y Alemania se iniciaron los acercamientos teóricos, que más tarde se conceptualizaron como modelos de las funciones ejecutivas. Así en 1953, Donald Broadbent en sus trabajos plantea la distinción entre procesos automáticos y procesos controlados, siendo este un aspecto importante en el ámbito de las funciones ejecutivas. En 1975, Michael Posner plantea el término control cognitivo, de acuerdo al autor existe un aspecto del sistema atencional que es responsable por focalizar la atención en los elementos deseados del ambiente. Este aspecto, años más tarde, se denominó como red cerebral anterior o red ejecutiva (Petersen & Posner, 2012).

También desde Alemania surgió uno de los aportes más importantes para el estudio de las funciones ejecutivas, mediante el aporte de Murriel Lezak (1982; 1993), providenciando información sobre el modo como las funciones ejecutivas se organizan y permiten caracterizar la conducta humana. Hay quienes apuntan (p.e. Filippetti & López, 2013; Tirapu-Ustárrroz, Cordero-Andrés, Luna-Lario, & Hernández-Goñi, 2017) que fue la primera investigadora en orientar esfuerzos hacia la comprensión del funcionamiento ejecutivo, no obstante, si se revisa con detenimiento la literatura se constata que antes ya se había iniciado el acercamiento al estudio de las funciones ejecutivas.

Según Lezak, Howieson, Bigler y Tranel (2012), las funciones ejecutivas contemplarían cuatro aspectos: (a) volición (formulación de objetivos); (b) planeación y toma de decisiones; (c) acciones propositivas (ejecutar planes dirigidos a un objetivo); (d) desempeño eficiente (monitoreo). Cada uno de estos aspectos involucraría un conjunto distinto de actividades relacionadas con la conducta.

Se resalta también el aporte de Baddeley (1996, 2007), otro autor clásico que ha buscado un entendimiento de las funciones ejecutivas. El autor argumenta que el patrón de la conducta humana que caracteriza la disfunción a nivel frontal se

### 1.1. Reseña histórica de las funciones ejecutivas

relaciona con la presentación de dificultades en iniciativa, atención, planeación, inhibición de respuestas inapropiadas, flexibilidad de la conducta y fluidez verbal. El autor acuñó el término *síndrome disejecutivo*, el cual también ha sido denominado como *síndrome frontal* y fue descrito por primera vez en adultos con enfermedad de Alzheimer (Baddeley, 1986; Baddeley & Wilson, 1988).

Baddeley (1996) sugiere que existen falencias en la comprensión del síndrome disejecutivo y desde la perspectiva de la psicología cognitiva se podrán obtener respuestas más sólidas para caracterizar lo que el autor denomina como proceso ejecutivo y que forma parte de una de las funciones principales del lóbulo frontal. Sugiere disociar los aspectos funcional y anatómico, indicando que el sujeto puede presentar conducta con características de lesión en el lóbulo frontal y no presentar daño frontal.

El autor y su equipo (p.e. Baddeley y Sala, 1996) han descrito, que la disociación entre los aspectos funcional y anatómicos se podía lograr estudiando el proceso ejecutivo desde su modelo de memoria de trabajo (psicología cognitiva) (Baddeley & Hich, 1974), específicamente, analizando el ejecutivo central, como componente de la memoria de trabajo y responsable del control atencional.

La exposición anterior permite dar cuenta del trabajo de los autores clásicos como Vigotsky, Luria, Broadbent, Posner, Lezak y Baddeley, los cuales han contribuido al estudio de las funciones ejecutivas, permitiendo que los investigadores que se interesan por el estudio de este tópico puedan partir de una base teórica bien fundamentada. De igual modo, la contribución de los autores se ha reflejado en la delimitación del concepto, en el establecimiento de definiciones y en la propuesta de nuevos modelos de estudio, información que se presentará en la siguiente sección.

## 1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas

En lo que se refiere al análisis de la definición de las funciones ejecutivas, existen variados modelos teóricos que se han descrito para explicar este concepto. Se han elaborado muchas definiciones, documentado variados atributos e identificado varias esferas de influencia.

Baggetta y Alexander (2016), documentan la existencia de veinte y cinco atributos que fueron utilizados para describir las funciones ejecutivas, de los cuales se han utilizado con mayor frecuencia: (1) proceso cognitivo, (2) proceso cognitivo de orden superior, (3) habilidades de autorregulación, (4) proceso psicológico, y (5) habilidades conductuales. Los autores reportan también, la existencia de veinte y cuatro esferas de influencia que permiten operacionalizar el concepto, las más predominantes serían: (1) conducta dirigida a un objetivo, (2) acciones y pensamientos, (3) cognición, (4) autorregulación de la conducta, (5) cognición y emoción.

Lo anterior evidencia la diversidad de contenido que es posible encontrar cuando se pretende delimitar un constructo tan amplio como funciones ejecutivas. La información presentada a continuación es el resultado de la tentativa de sistematizar la literatura existente, por supuesto que estará incompleta, pues este es uno de los constructos más populares en la actualidad para el cual diversos investigadores en todo el mundo siguen en la búsqueda de respuestas claras.

### 1.2.1. Definiciones y componentes

El trabajo de revisión teórica realizado por Baggetta y Alexander (2016), muestra que, en la búsqueda de la definición de *funciones ejecutivas*, se han establecido definiciones explícitas e implícitas.

## *1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas*

Una definición explícita clásica sería la propuesta por Murriel Lezak (1982). Según la autora las funciones ejecutivas pueden ser definidas como habilidades relacionadas con la conducta compleja que permiten responder de manera adaptativa a situaciones novedosas y que forman parte de las habilidades cognitivas, emocionales y sociales.

Complementariamente, Banich (2009), y Ahmed y Miller (2011) definen las funciones ejecutivas como procesos cognitivos de orden superior que están involucrados en la conducta orientada a objetivos, que posibilitan guiar esfuerzos de modo a alcanzar un objetivo, especialmente en situaciones no rutinarias. Lo anterior, incluye priorizar y secuenciar conductas, inhibir respuestas inapropiadas, crear y mantener en mente la idea sobre cuál de las tareas o información es más relevante según el objetivo, alternar entre diferentes tareas y retroalimentarse de la información del medio para la toma de decisiones que le permitan enfrentarse exitosamente a situaciones novedosas.

En lo que concierne a las definiciones explícitas, tal como lo mencionan Baggetta y Alexander (2016), existe un porcentaje importante de definiciones explícitas que no tienen un referencial teórico bien fundamentado y son definiciones desarrolladas por los autores de los trabajos (i.e. su propia opinión).

Por otra parte, Ardila y Surloff, (2007), plantean que las funciones ejecutivas incluyen aspectos relacionados con la habilidad para reducir la interferencia, la flexibilidad mental, la habilidad para engancharse en conductas auto-dirigidas y para anticipar la conducta de los demás. Bull, Phillips, y Conway (2008), basan su definición en los componentes, como inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo.

Las dos definiciones anteriormente planteadas corresponderían a una definición implícita del concepto, considerando la definición de la habilidad con base a los procesos que la componen, los cuales tendrán algunas variaciones conforme el

autor que realice el estudio. Como lo indican algunos trabajos (p.e. Lee et. al., 2011; Lee, Bull & Ho, 2013), estas variaciones están relacionadas también con la edad de los sujetos de la muestra, los instrumentos utilizados para evaluar el funcionamiento ejecutivo y las técnicas estadísticas empleadas.

Antes de hablar de los componentes que se han descrito dentro del constructo de funciones ejecutivas y considerando la población que tratará esta investigación, niños en edad escolar, importa resaltar algunos aspectos.

Todavía no se ha llegado a una perspectiva uniforme sobre el abordaje del funcionamiento ejecutivo en los niños. Existen posiciones teóricas muy fuertes en los dos sentidos, unidimensional y multidimensional, lo que mantiene activa esta discusión. No obstante, para el área de la neuropsicología del adulto ya está descrito, habiendo aceptación general en la comunidad científica, que las funciones ejecutivas deben ser abordadas como un constructo multidimensional (Decker, Ezrine, & Ferraracci, 2016). Considerando el avance científico actual, en el estudio de las funciones ejecutivas en población infantil, no demorará en alcanzarse dicha aceptación.

De acuerdo con Tirapu-Ustárriz, Garcia-Molina, Luna-Lario, Verdejo-Garcia y Rios-Lago (2012), los modelos unidimensionales de las funciones ejecutivas corresponden a las teorías que proponen la explicación del funcionamiento ejecutivo mediante un único constructo cognitivo, como por ejemplo memoria de trabajo (Baddeley, 1986), inteligencia fluida o factor G.

El trabajo clásico, que considera la habilidad de funciones ejecutivas como habilidad multidimensional, fue realizado por el equipo de Akira Miyake (Miyake, Friedman, Emerson, Witzki & Howerter, 2000), con una población de jóvenes universitarios. Los autores aportaron una de las posiciones teóricas más fuertes sobre los componentes de las funciones ejecutivas, que en la actualidad cuenta con el mayor

## *1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas*

número de citas (7042 de acuerdo con los datos de citas en google académico), independientemente de la edad de la población considerada.

El autor, mediante un análisis factorial, relaciona tres componentes de las funciones ejecutivas (inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo) y su involucramiento en las tareas complejas, encontrando que los componentes se encuentran moderadamente correlacionados entre ellos, pero que serían procesos claramente separables. El abordaje teórico del autor buscó atribuir bases empíricas para el desarrollo de una teoría que especifique cómo las funciones ejecutivas están organizadas y el papel que estas juegan en la cognición compleja.

Tal como lo mencionan Dias y Seabra (2016), juntamente con Miyake, Adele Diamond ha sido una de las pioneras en el estudio de los componentes que integran las funciones ejecutivas. La autora en sus trabajos (p.e. Diamond, 2013) ha buscado validar teóricamente y empíricamente la hipótesis de los tres componentes principales de las funciones ejecutivas: inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo.

Aunque, como lo reportan Baggetta y Alexander (2016), en la literatura se han evidenciado muchos más componentes. El componente que se ha mencionado con mayor frecuencia es el control inhibitorio o inhibición de respuesta, siendo usualmente definido como la habilidad que permite controlar deliberadamente o inhibir respuestas dominantes o automáticas (pensamientos, respuestas y conductas). La segunda habilidad que más se ha documentado es la memoria de trabajo, cuya definición indica que es la habilidad que permite mantener una tarea o idea en mente mientras se adiciona información relevante o elimina información no relevante para responder a las demandas de la actividad. Existen algunos estudios que se han enfocado en la flexibilidad cognitiva o alternancia (p.e. Diamond, 2013), generalmente caracterizada como la habilidad que permite al sujeto alternar de forma flexible entre tareas y objetivos diferentes. Por último, existen también estudios que han mencionado como componentes a la planeación

(p.e. Hughes, Ensor, Wilson, & Graham, 2010) y a la atención (p.e. Barkley, 1997, 2014).

Aunque existan diferentes posicionamientos frente a considerar las funciones ejecutivas como habilidad unidimensional o multidimensional en niños, parece existir una mayor tendencia en la literatura actual, hacia la multidimensionalidad de las funciones ejecutivas. El constructo estaría compuesto por diferentes componentes que son independientes entre ellos, pero que guardan cierto nivel de dependencia.

Como se expresó, aunque se haya planteado la existencia de varios componentes de las funciones ejecutivas, los que mayor consenso han generado en la literatura cuyo enfoque es la población infantil, son el control inhibitorio, la memoria de trabajo, y la flexibilidad cognitiva (Diamond, 2013). De igual forma también existe un número importante de trabajos que se ha enfocado en el estudio de las habilidades de planeación (p.e. Cai, Georgiou, Wen & Das, 2016) y atención (p.e. Rueda, Posner, & Rothbart, 2004).

De acuerdo a lo expuesto se presentará, en la Tabla 1, un resumen de las principales definiciones establecidas en la literatura para los componentes de las funciones ejecutivas considerados en esta investigación. De igual modo se consideran dos de los componentes que algunos autores han designado como secundarios, como es el caso de planeación y atención, debido al valor que estos tienen en el aprendizaje escolar.

Tabla 1.

*Definición de los componentes de las funciones ejecutivas según diferentes investigadores.*

## 1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas

Componente	Características
<i>Control Inhibitorio</i> (Best & Miller, 2010; Lee, Bull, & Ho, 2013; Banich & Depue, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad para resistir a la interferencia proveniente de respuestas o procesos que compiten entre ellos.</li> <li>- Permite conducir, interrumpir y frenar respuestas en curso, especialmente cuando estos procesos ya se han iniciado.</li> <li>- Posibilita rechazar la tendencia a la automaticidad en una situación específica.</li> <li>- Se considera la existencia de diferentes procesos inhibitorios, como inhibición motora, inhibición cognitiva, control de interferencia y inhibición motivacional.</li> </ul>
<i>Memoria de Trabajo</i> (Lee, Bull, & Ho, 2013; Chung, Weyandt & Swentosky, 2014; Zelazo, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilidad para actualizar, mantener y manipular eficientemente la información, en la presencia de nueva información.</li> <li>- Se encuentra involucrada en tareas cognitivas complejas, como es el caso de la comprensión del lenguaje, aprendizaje y razonamiento.</li> </ul>
<i>Flexibilidad cognitiva</i> (Lee, Bull, & Ho, 2013; Chung, Weyandt & Swentosky, 2014; Zelazo, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilidad que permite alternar entre diferentes operaciones mentales.</li> <li>- Pensar sobre algo desde diferentes perspectivas.</li> </ul>
<i>Planeación</i> (McCormak, & Atance, 2011; Chung, Weyandt & Swentosky, 2014; Cai, Georgiou, Wen & Das, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad para considerar diferentes secuencias de acciones y elegir entre ellas antes de reaccionar, considerando cuál de las acciones será la más apropiada y en qué momento.</li> <li>- Competencia que permite anticipar los estados futuros.</li> <li>- Posibilita disponer de una larga categoría de respuestas y procesos, los cuales implican toma de decisiones, evaluación de su propia conducta y de la conducta de los demás.</li> <li>- Fundamental para la formulación de objetivos y organización de planes de acción.</li> </ul>
<i>Atención</i> (Jacob & Parkinson, 2015)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilidad para enfocarse en los estímulos relevantes e ignorar los distractores.</li> <li>- Capacidad para elegir la información a la cual debe atender y a la cual no debe atender.</li> </ul>

Nota: Elaboración propia.

Es importante indicar que se han descrito muchos más componentes comparativamente a los que se presentaron. No obstante, el objetivo no es describir todos los componentes existentes, sino darle un sentido a la amplia conceptualización teórica existente según lo que se desea investigar. De igual modo, si la diversidad fue una de las principales características encontradas en la búsqueda de la definición de funciones ejecutivas y la especificación de sus componentes, lo mismo se verifica para los modelos teóricos que se han desarrollado.

### **1.2.2. Modelos teóricos**

Son varios los modelos teóricos que se han establecido con el objetivo de entender cómo operan las funciones ejecutivas. En esta sección se presentarán algunos de los más influyentes, ya que retomando el trabajo de revisión de Baggetta y Alexander (2016) es posible dar cuenta de la existencia de por lo menos 48 estudios que contemplan la existencia de diferentes modelos en la comprensión de las funciones ejecutivas.

#### **- Modelo del Sistema Atencional Supervisor – SAS (Norman & Shallice, 1986; Shallice, 2002)**

Este modelo diferencia las acciones que son automáticas de las que requieren de recursos atencionales deliberados. Las acciones automáticas, como el nombre indica serían realizadas sin involucramiento de la conciencia (tanto para iniciar como finalizar). De modo contrario, las situaciones que requerían de control atencional deliberado incluyan actividades en las que se veían involucradas la planeación, toma de decisiones, resolución de problemas e inhibición. Para lidiar con estos dos niveles de acción, el modelo de los autores propone dos procesos complementarios: Sistema Atencional Supervisor - SAS (que sería el mediador para dar respuestas ante situaciones no rutinarias) y sistema de organización jerárquica de esquemas

## 1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas

(para respuestas automáticas). De acuerdo a este modelo, las funciones ejecutivas se asociarían al rol ejercido por el SAS.

### **- Modelo de memoria de trabajo – área central ejecutiva (Baddeley, 1996)**

La memoria de trabajo juega un importante rol en las actividades complejas y es considerada un componente integral del sistema ejecutivo. Este modelo plantea la existencia de tres componentes: bucle fonológico, agenda visoespacial y área central ejecutiva. Las funciones del área central ejecutiva incluyen aspectos como: atención selectiva y dividida, recuperar la información de la memoria a largo plazo. Es decir, el área central ejecutiva involucraría una serie de funciones que corresponderían a las que se atribuyen actualmente el rol de las funciones ejecutivas.

### **- Modelo de autorregulación de las funciones ejecutivas (Barkley, 1997)**

De acuerdo al autor, la autorregulación es el principal componente de las funciones ejecutivas y consecuentemente de su modelo. Así, la autorregulación se definiría como cualquier respuesta ajustada al contexto que afectaría la respuesta subsecuente del individuo, y las consecuencias relativas del acontecimiento relacionado. De acuerdo a la definición, la autorregulación involucraría la mayoría de los componentes claves de las funciones ejecutivas, como conducta orientada a un objetivo, secuenciar actividades para alcanzar un determinado objetivo, utilización del lenguaje interno, seguimiento de instrucciones, elaboración de planes y control de impulsos.

### **- Funciones ejecutivas frías y calientes (Zelazo & Muller, 2002)**

Los autores indican que las funciones ejecutivas presentan variaciones que pueden estar asociadas a la significancia motivacional de la situación. Así las *funciones ejecutivas frías* se activan en situaciones no afectivas y abstractas. Los dominios

que integrarían las funciones ejecutivas frías serían: control inhibitorio, memoria de trabajo, y flexibilidad cognitiva. Tsermentseli y Poland (2016), indican que las funciones ejecutivas frías se activan cuando el sujeto se enfrenta al problema e intenta su resolución a través de la autocomprensión y comprensión social.

Las *funciones ejecutivas calientes* se activan en situaciones con significado motivacional y en condiciones afectivas, se incluirían las habilidades cognitivo-afectivas, retrasar la gratificación y la toma de decisiones (Tsermentseli & Poland, 2016).

La distinción entre funciones ejecutivas frías y cálidas se empezaría a observar a partir de los 3 años de edad (Zelazo, 2015). Según Tsermentseli y Poland (2016), las funciones ejecutivas frías estarían en mayor medida asociadas al rendimiento académico y las funciones ejecutivas calientes a la conducta disruptiva. Aunque, todavía no es tan clara la distinción entre funciones ejecutivas frías y calientes.

**- Sistema de control ejecutivo (Anderson, 2002; Anderson, Jacob & Anderson, 2008)**

El modelo del autor se encuentra fundamentado principalmente en la literatura de la neuropsicología del desarrollo, y es influenciado por los estudios de análisis factoriales (anteriormente planteados con los estudios de Akira Miyake y su equipo) de las funciones ejecutivas y por los estudios de desarrollo de estas habilidades. Este modelo contempla la existencia de cuatro dominios de las funciones ejecutivas: control atencional (integrado por atención selectiva, autorregulación, automonitoreo, inhibición), flexibilidad cognitiva (integrado por atención dividida), procesamiento de la información (constituido por eficiencia, fluidez y velocidad de procesamiento) y definición de objetivos (constituido por iniciativa, razonamiento conceptual, planeación y organización estratégica). Estos procesos son esenciales para el desarrollo de cualquier actividad.

## 1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas

### **- Modelo de funciones ejecutivas metacognitivas y motivacionales o emocionales (Ardila, 2008)**

Considerando trabajos de autores como Fuster, (2001), y Happaney, Zelazo y Stuss, (2004), el autor menciona la existencia de dos grandes divisiones del funcionamiento ejecutivo, funciones ejecutivas metacognitivas y funciones ejecutivas motivacionales o emocionales. Las *funciones ejecutivas metacognitivas*, incluyen habilidades relacionadas con la resolución de problemas, abstracción, planeación, desarrollo e implementación de estrategias y memoria de trabajo.

*Las funciones ejecutivas motivacionales o emocionales*, involucran habilidades que permiten la coordinación de la cognición y de la emoción, lo que requiere suprimir impulsos inadecuados para emitir una respuesta socialmente aceptable.

### **- Modelos factoriales (Miyake et al., 2000; Diamond, 2013)**

Estos modelos se han basado en técnicas estadísticas como el análisis factorial para demostrar la existencia de tres componentes principales de las funciones ejecutivas. Los cuales serían: inhibición, flexibilidad cognitiva (cambio o *shifting*), memoria de trabajo (actualización o *updating*). Los cuales según los autores serían componentes que correspondían a habilidades parcialmente dissociables y que consecuentemente se podían analizar de forma individual.

### **- Modelo holocrático de las funciones ejecutivas (McCloskey, Perkins & Van Divner, 2009)**

Este modelo integra perspectivas desde diferentes áreas de conocimiento como es el caso de neurociencia cognitiva, psicología, neuropsicología, psicología clínica y del desarrollo, educación, entre otras. El autor postula la existencia de cinco categorías holocráticas de organización de las funciones ejecutivas.

Las primeras tres estarían involucradas directamente en el *autocontrol* y corresponderían a las habilidades que permiten enfrentarse a las actividades diarias. Así, la categoría que estaría en la base sería la *autoactivación* (sueño, vigilia), posteriormente estaría la *autorregulación* (integrada por 23 habilidades ejecutivas—percepción, iniciativa, modulación, calibración, focalización, sostenimiento, parada, inhibición, cambio, mantenimiento, manipulación, organización, planificación, asociación, generación, equilibrio, almacenamiento, recuperación, tiempo, secuenciación, tempo, monitorización y corrección) y en seguida la *autodeterminación* (autoconsciencia y autoanálisis) y *autorrealización* (generación de objetivos, planificación a largo plazo).

Las últimas dos categorías se relacionarían con las habilidades ejecutivas más desarrolladas. Estas últimas involucrarían aspectos de la vida de mayor profundidad y significado (p.e. sentido espiritual), en términos de la *autogeneración*. De igual modo, incluiría el deseo para expresar el sentido y la consciencia de la existencia, sería la *integración transpersonal*.

El modelo propuesto, supone un proceso de progresión dinámica entre los cinco niveles, no obstante, las dificultades en el desarrollo de los aspectos más básicos podrán impactar el desarrollo de las habilidades posteriores.

## 1.2. Delimitación del constructo de funciones ejecutivas

Tabla 2.

*Modelo de McCloskey de las funciones ejecutivas.*

<b>5 - INTEGRACIÓN TRANSPERSONAL</b>	
<b>4 – AUTOGENERACIÓN</b>	
integración cuerpo-mente, sentido espiritual	
<b>3 – AUTODETERMINACION</b>	<b>3 – AUTORREALIZACION</b>
autoconsciencia y autoanálisis	generación de objetivos, planificación a largo plazo
<b>2 – AUTOREGULACION</b>	
percepción, iniciativa, modulación, calibración, focalización, sostenimiento, parada, inhibición, cambio, mantenimiento, manipulación, organización, planificación, asociación, generación, equilibrio, almacenamiento, recuperación, tiempo, secuenciación, tempo, monitorización y corrección	
<b>1 - AUTOACTIVACIÓN</b>	
sueno, vigilia	

En el análisis conceptual del funcionamiento ejecutivo es importante documentar los modelos teóricos que se han desarrollado en el área, de forma a entender como estos han impactado y direccionado los investigadores que se han interesado por la temática. Sin embargo, de acuerdo a los objetivos de esta investigación se tomará como punto de referencia al modelo factorial (Miyake et al, 2000; Dimond, 2013) y al modelo holocrático (McCloskey, 2009), debido a que se ambiciona establecer una perspectiva integradora, con base a los modelos clásicos y modernos,

Para finalizar esta sección, a continuación, se presentará una breve relación con otros constructos que se pueden confundir con funciones ejecutivas.

### 1.2.3. Relación con otros constructos

Posterior a la definición del constructo y la exposición de algunos de los modelos teóricos que han surgido para estudiar a las funciones ejecutivas, es importante establecer las diferencias con respecto a otros constructos que parecen sobreponerse al término de funciones ejecutivas. Lo anterior se realizará con el fin de culminar la delimitación del término.

Tal como mencionan Zelazo, Blair y Willoughby (2016), las funciones ejecutivas son habilidades requeridas para controlar nuestras acciones, pensamientos y emociones. Este control autodirigido implica diferentes tipos de conducta: (1) persistencia, (2) habilidades para enfocar en diferentes aspectos simultáneamente, (3) alternar fácilmente entre tareas, (4) aprendizaje significativo.

Los autores mencionan que lo anterior implicaría el uso de las funciones ejecutivas. En varias investigaciones estos aspectos conductuales hacen referencia a constructos relacionados con características de temperamento o personalidad, pero hay que diferenciarlo del constructo de funciones ejecutivas.

Por otro lado, existen autores (p.e. Kyllonen & Christal, 1990) que mencionan que el constructo de funciones ejecutivas se solapa con el constructo de inteligencia fluida, ya que esta es esencial para realizar predicciones, identificar patrones y obtener conclusiones lógicas.

De igual modo, como menciona Blair y Raver (2014), es importante diferenciar también el constructo de “autorregulación” de funciones ejecutivas, ya que los dos hacen referencia a aspectos distintos. Así, la autorregulación hace referencia a un amplio conjunto de aspectos que implica que el sujeto ajuste su conducta, lo que haría referencia a un proceso voluntario. No obstante, la autorregulación también puede suponer un proceso involuntario, como es el caso de la autorregulación de la temperatura corporal.

### *1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas*

Así, considerando que la presente investigación tendrá como principal enfoque la población infantil, además de la comprensión teórica de las funciones ejecutivas, es importante entender cómo se desarrollan estas habilidades cognitivas y que factores podrán impactar su desarrollo. En la siguiente sección se abordarán estos aspectos.

### **1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas**

Como se mencionó anteriormente, las funciones ejecutivas son habilidades cognitivas responsables de la conducta humana compleja. Luego, es determinante caracterizar su desarrollo ya que estas contribuirán al éxito futuro en las determinadas áreas de la vida del individuo.

Lo anterior no quiere decir que toda la conducta humana esté determinada por las habilidades de funciones ejecutivas, pero la investigación ha documentado el peso que estas tienen de éxito en el futuro (Diamond, 2013).

En seguida se presentará, de modo general, la perspectiva de desarrollo cerebral, específicamente los procesos relacionados con la maduración de las estructuras que mantienen relación con las funciones ejecutivas. El desarrollo cerebral es impactado por el contexto en el cual el sujeto está incluido, por lo tanto, tal desarrollo se encuentra también amenazado por las vulnerabilidades asociadas al proceso de maduración cerebral.

#### **1.3.1. Bases biológicas**

La maduración cerebral es un proceso complejo que ocurre a lo largo de la vida. Éste se puede analizar en detalle gracias a las técnicas de neuroimagen que han tenido una fuerte evolución en las últimas décadas. De igual modo, los trabajos que se han realizado con niños con y sin patología han permitido evidenciar las alteraciones estructurales que se producen como resultado de los cambios

corticales y sub-corticales durante el desarrollo madurativo (Toga, Thompson, & Sowell, 2006).

Toga, Thompson, y Sowell (2006), mencionan que las fases iniciales de la maduración durante el desarrollo fetal y la niñez son sin duda los procesos más importantes, debido a todas las potencialidades y vulnerabilidades que integran el desarrollo cerebral.

La sustancia gris de la corteza y de las regiones subcorticales se desarrolla de forma orquestada lo que implica proliferación celular secuencial, migración y maduración, todo esto conlleva a que en el momento del nacimiento el cerebro del niño integre aproximadamente 100 billones de neuronas. En el momento del nacimiento el cerebro del niño corresponderá en representación estructural a  $\frac{1}{4}$  del cerebro del adulto. Este continúa su proceso de especialización siguiendo un programa genético, cuyas modificaciones vienen dadas por los cambios ambientales positivos y negativos. Con la estimulación y la experiencia, las conexiones neuronales se amplían y se fortalecen. Desde la evidencia histológica se conoce que el desarrollo cerebral es un proceso que se caracteriza por cambios dinámicos progresivos y regresivos (Sowell et al., 2003).

### 1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas

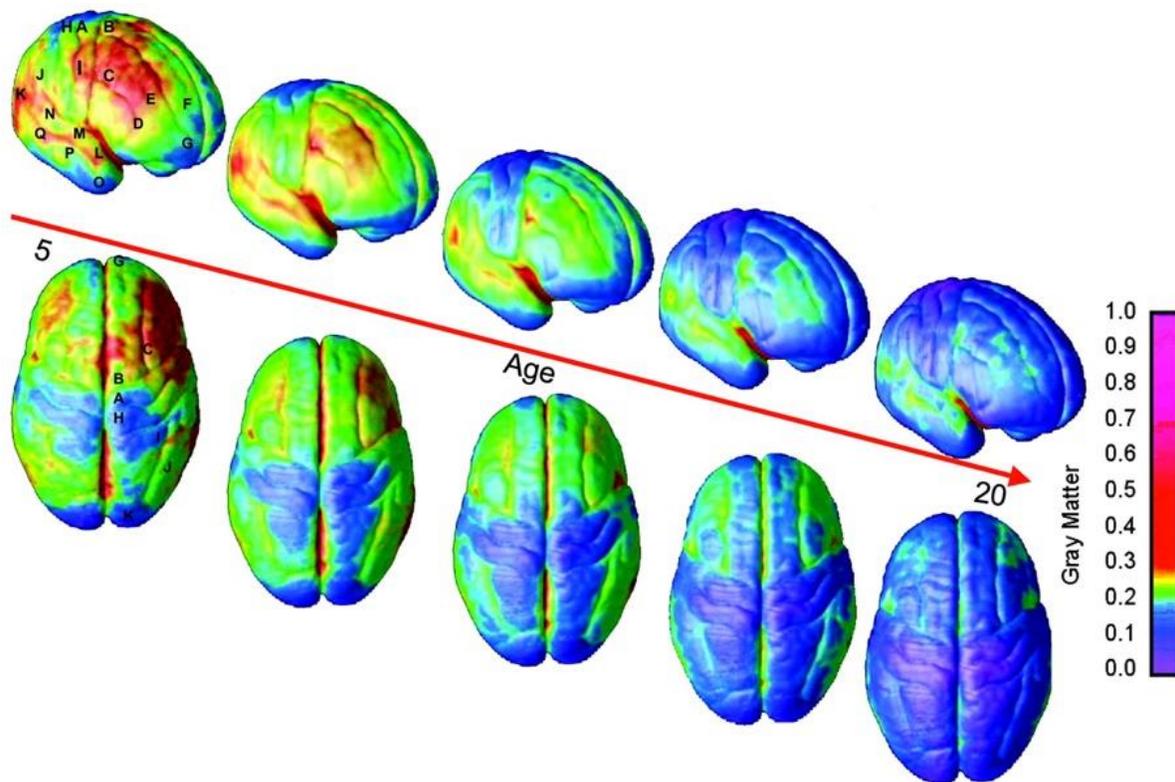


Figura 2. Evidencia de maduración cerebral (materia gris) a lo largo del tiempo.

Adaptado de "Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood" de Gogtay et al., 2004, *PNAS*, 101, p.8178. Copyright 2004 por la American Psychological Association.

Se observa que el volumen de materia gris generalmente declina posteriormente a los 7 años, tal vez debido a que se incrementa el proceso de mielinización. Ese cambio se empieza a observar en estructuras como el núcleo profundo motor (las cuales ocurren en la infancia temprana), posteriormente en el lóbulo parietal y en seguida en el lóbulo frontal (en la pubertad). Las funciones que primero alcanzan la madurez son las relacionadas con las funciones más básicas, como las responsables del procesamiento sensorial y movimiento. Las regiones involucradas en orientación espacial y lenguaje (lóbulos parietales) siguen el curso de desarrollo hasta la pubertad (11-13 años). Las regiones involucradas en funciones más complejas, como integración de la información sensorial, razonamiento y funciones ejecutivas son las últimas en alcanzar la maduración (véase Figura 2) (Thompson et al., 2000; Gogtay et al., 2004).

Tal como lo menciona Capilla et al. (2004), en la literatura existe una asociación entre la maduración del lóbulo frontal y el desarrollo de las habilidades de funciones ejecutivas, en niños y adolescentes. No obstante, se ha planteado que el desarrollo de las funciones ejecutivas no depende únicamente de los procesos madurativos del lóbulo frontal, sino que están implicadas otras áreas tanto corticales como sub-corticales.

Sin embargo, para caracterizar las bases cognitivas del desarrollo de las funciones ejecutivas es importante mencionar como se procesa el desarrollo del lóbulo frontal. En la Tabla 3 se encuentran los procesos madurativos del lóbulo frontal según Capilla et al. (2004).

Tabla 3.

*Procesos madurativos del lóbulo frontal.*

Proceso	Edad
Alcance del número máximo de neuronas	- 2 años.
Densidad de las neuronas	- Máxima en el nacimiento. - Disminución rápida entre los 0 y 6 meses. - Disminución lenta a partir de los 2 años hasta la madurez.
Arborización dendrítica	- Hasta los 7 años, al menos en el giro frontal medio.
Sinaptogénesis	- Densidad máxima a los 12 meses. - Disminución gradual hasta los 16 años.
Eliminación sináptica	- Hasta los 20 años en el giro frontal medio.
Mielinización	- Apariencia mielinizada a los 8-12 meses. - Continúa durante la segunda década de vida.

Nota: Adaptado de "Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas" de Capilla et al., 2004, *Actas Españolas de Psiquiatría*, 32(2), p. 84. Copyright 2004 por la American Psychological Association.

### *1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas*

Es importante aclarar que la región del lóbulo frontal, juntamente con la región supralímbica (áreas parieto-temporales), son las últimas en alcanzar la maduración (Capilla et al., 2004). El lóbulo frontal es una región cerebral muy amplia, se estima que integra 25-33% de la totalidad de la corteza cerebral, incluye 15 áreas de Broadman, cada una con una especificidad arquitectónica, asimismo es una de las regiones anatómicas del cerebro que más conexiones establece con las otras áreas tanto corticales como sub-corticales. De ahí que el desarrollo de las funciones ejecutivas se conecta al desarrollo del lóbulo frontal, pero es impactado por todas esas conexiones que se establecen (Capilla et al., 2004; Stuss, 2011).

Tal como lo argumenta Victoria Anderson (2001), las funciones ejecutivas parecen tener un desarrollo secuencial, habiendo funciones de aparición más temprana que otras. Así este desarrollo sería más intenso en la niñez y progresivamente reduciría su velocidad hasta la adolescencia. Lo anterior se puede observar en la Figura 2, mediante la reducción de materia gris (surgimiento de color azul) que se va produciendo en el lóbulo frontal hasta la adultez.

De acuerdo a esto, algunos autores (p.e. Capilla et al., 2004) mencionan que las funciones ejecutivas aparecen a los 6 años de edad, hay otros autores (p.e. Reynolds, & Horton, 2008; Best & Miller, 2010) que reportan el surgimiento de la habilidad desde etapas más iniciales del desarrollo humano.

En línea con lo anterior, Best y Miller (2010), consideran que los primeros aspectos más rudimentarios de las funciones ejecutivas empiezan a desarrollarse antes del primer año de vida. Los autores señalan también que los hallazgos de las investigaciones en lo que se refiere al desarrollo de las funciones ejecutivas hasta los 5 años son mixtos, posiblemente por la dificultad que existe en caracterizar las funciones ejecutivas en preescolares. Por otra parte, existen autores (p.e. Brocki & Bohlin, 2004) que mencionan que pueden existir dos periodos (periodo 1: entre 7 y 9 años; periodo 2: entre 9 y 11 años) en los que existe una mejoría significativa en el rendimiento en las tareas que miden funciones ejecutivas.

Adicional a lo anterior, es importante resaltar que, en un estudio longitudinal realizado por Harms, Zayae, Meltzoff, y Carlson (2014), se muestra que el rendimiento observado en tareas en funciones ejecutivas a los 8 años está significativamente correlacionado con el rendimiento en las mismas medidas aplicadas a los 12 años. El hallazgo de los autores podrá indicar que no existen alteraciones sustanciales, en las funciones ejecutivas, durante esta etapa del desarrollo.

No obstante la controversia existente, mediante el aporte de las distintas áreas ya existen propuestas de desarrollo de las funciones ejecutivas bastante contundentes.

En la Tabla 4 se presenta un resumen del proceso madurativo de las funciones ejecutivas, el cual se recopiló de los diferentes trabajos revisados.

### 1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas

Tabla 4.

*Resumen de las etapas de desarrollo de las funciones ejecutivas desde la primera infancia hasta la adultez.*

Periodo	Surgimiento de Dominio FE
Primera infancia (Nacimiento - 12 meses)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Representación mental del objeto (rudimento de memoria de trabajo);</li><li>- Inhibir la tendencia de respuesta dominante (rudimento de inhibición).</li><li>- Capacidad para coordinar medios y fines (rudimento de planeación).</li></ul>
Preescolar (3-5 años)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Importantes avances en FE (optimización de los procesos que habían surgido en el periodo anterior).</li><li>- Inhibir el <i>set</i> mental en curso y redirigir su foco atencional al nuevo <i>set</i>.</li><li>- Punto de cambio importante en el desarrollo de la habilidad de planeación mediante la representación temporal de los acontecimientos.</li></ul>
Escolar 1 (6 años)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación simple.</li><li>- Inhibición simple.</li></ul>
Escolar 2 (7-12 años)	<ul style="list-style-type: none"><li>- Inhibición compleja y control de impulsos.</li><li>- Comprobación de hipótesis</li><li>- Periodo más silencioso y de mayor estabilidad</li></ul>
Adolescencia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Planificación compleja.</li><li>- Comportamiento dirigido a una meta.</li></ul>
Adultez	<ul style="list-style-type: none"><li>- Fluidez verbal.</li></ul>

Nota: Elaboración propia.

En relación con lo anterior, McClelland y Acock (2017), mencionan que el desarrollo madurativo de las diferentes estructuras, responsables para el adecuado funcionamiento de los procesos cognitivos del niño, tiene implicaciones importantes para muchos aspectos de la vida. Se resalta como periodo crítico la transición del ambiente preescolar hacia el sistema educativo formal, resaltando que las funciones ejecutivas y la regulación conductual posibilitan al niño enfocarse en el aprendizaje proporcionado en el salón de clase.

Tal como documentan Barrasso-Catanzaro y Eslinger (2016), y Dekker, Ezrine, y Ferraracci (2016), la madurez de la corteza prefrontal tiene implicaciones en el desarrollo del funcionamiento ejecutivo, pero no hay que tomarlo como una mirada reduccionista. Los autores, defienden que los cambios del desarrollo en la corteza frontal, ocurren especialmente en la infancia “inicial” y adolescencia. Asimismo, indican que las funciones ejecutivas se desarrollan rápidamente entre los 4 y 6 años. Los déficits en estas habilidades, que sean producidos por lesión cerebral o que estén asociados a condiciones atípicas de desarrollo tienen implicaciones en trastornos como autismo, TDAH, trastorno de habilidades sociales, entre otros.

En seguida se presentan algunos de los factores que podrían impactar el desarrollo del lóbulo frontal y consecuentemente de las funciones ejecutivas.

### **1.3.2. Factores moduladores**

Como se pudo evidenciar, la niñez y la adolescencia se caracterizan por cambios en los procesos cognitivos y conductuales, provenientes de la madurez de áreas cerebrales involucradas en funciones de orden superior. Autores como Barrasso-Catanzaro y Eslinger (2016), mencionan que los primeros doce años son clave en términos de los cambios neuronales que se pueden producir. Durante este periodo de tiempo, los niños adquieren la mayor parte del conocimiento social, cognitivo y emocional, bien como la experiencia diaria en contextos socio-morales. Los autores refieren que a nivel cerebral se organiza cada aspecto de la experiencia, de forma espaciada en el tiempo y de acuerdo a la situación.

Según Garcia y Rigau (2012), las dificultades en funciones ejecutivas se pueden relacionar con, lesión cerebral adquirida (p.e. traumatismo craneoencefálico), malformaciones congénitas del sistema nervioso central, causas médicas o metabólicas (p.e. fenilcetonuria) o estar relacionadas con trastornos de la maduración del sistema nervioso central.

### *1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas*

De acuerdo a la revisión de la literatura (p.e. Pérez, Carboni y Capilla, 2012), a continuación, se discutirán los principales factores que podrían impactar en el desarrollo de las funciones ejecutivas, de acuerdo al siguiente orden: (a) estrés y nivel socioeconómico, (b) sueño y deporte, (d) bilingüismo, (e) metodología de la escuela.

#### **a) *Estrés y nivel socioeconómico***

Pérez, Carboni y Capilla (2012) defienden que la exposición al estrés a temprana edad impacta el desarrollo de diferentes estructuras cerebrales (p.e. hipocampo y amígdala), esto incluye también la etapa prenatal, es decir el estrés vivenciado por la madre podría impactar negativamente en el niño.

En esta línea, el estrés crónico y la deprivación sociocultural producen vulnerabilidad en el desarrollo cerebral exacerbando el estrés fisiológico, el cual se relaciona con un incremento en la producción de cortisol, entre otros aspectos. Lo anterior podría impactar negativamente el desarrollo de los procesos relacionados con la corteza prefrontal, que es particularmente sensible a este tipo de alteraciones (Hanson et al., 2013; Barrasso-Catanzaro y Eslinger, 2016).

Según Hanson et al, (2013) los niños provenientes de ambientes familiares menos favorecidos económicamente están expuestos a más problemas familiares, violencia, separaciones, puede haber mayor inestabilidad y reciben menos soporte social.

Así, el contexto familiar y las experiencias con el cuidador influyen el desarrollo de las funciones ejecutivas, ya que esta experiencia facilita el desarrollo de la autorregulación y la flexibilidad de la conducta.

Como ya se ha demostrado en varias investigaciones (p.e. Hackman & Farah, 2009; Bernier, Carlson, & Whipple, 2010), el contexto familiar es muy importante en la

madurez cerebral. De acuerdo a lo anterior, la pobreza, la adversidad y la deprivación sociocultural podrán impactar el desarrollo de las funciones ejecutivas.

En la literatura se encuentra descrito (p.e. Blair y Raver, 2012) que la presencia de un adecuado soporte ambiental permite modular la respuesta neurobiológica al estrés y actuar preventivamente ante alteraciones del neurodesarrollo que puedan surgir. Lo anterior indica que, cuidadores protectores y generadores de seguridad propician un adecuado medio para el desarrollo de las funciones ejecutivas.

Siguiendo esta misma línea, Duncan, McClelland y Acock (2017), mencionan que el control inhibitorio podría estar más relacionado con el curso madurativo de las habilidades de funciones ejecutivas en los niños, y que la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva podrían estar influenciadas por el contexto ambiental de los niños.

De igual modo, los estudios parecen apuntar que el nivel educativo de la madre impactará en el desarrollo de las funciones ejecutivas de los niños (Alloway & Alloway, 2010). Los autores indican que el ambiente del hogar ejerce una fuerte influencia en el desarrollo del vocabulario, especialmente en el nivel de vocabulario manejado por la madre. Lo anterior ocurre porque existe una tendencia para que los niños desarrollen su vocabulario de acuerdo a, por ejemplo, el número de palabras manejadas por la madre.

Lo anterior se puede relacionar con el hecho de que los padres de los niños de nivel socioeconómico más bajo no hablan tanto con sus hijos, y por lo general su discurso es menos elaborado. Del mismo modo, no se involucran tanto en actividades como lectura, visita a la biblioteca, comparativamente con los padres de los niños de nivel socioeconómico medio.

### *1.3. Desarrollo de las funciones ejecutivas*

#### ***b) Sueño y actividad física***

El sueño y la realización de actividad física impactan positivamente en el desarrollo cerebral. Hasta los 24 meses, el tiempo que los niños pasan en vigilia es inferior al tiempo que pasan durmiendo (Pérez, Carboni y Capilla, 2012). Las investigaciones (p.e. Diamond, 2013) han mostrado el impacto de la privación de sueño, tanto en niños como en adultos. El impacto se hace sentir en mayor medida en las regiones frontales y consecuentemente en las funciones ejecutivas (Diamond, 2013).

De igual manera, la realización de actividad física tiene un efecto positivo en las funciones ejecutivas tanto de los niños como de los adultos (Pérez, Carboni y Capilla, 2012; Cladellas, Clariana, Gotzens, Badia y Descallar, 2015). De acuerdo a varias investigaciones (p.e. Diamond, 2013), la realización de deporte mejora el control atencional de los niños, por ejemplo, se ha reportado el efecto positivo de actividades como artes marciales (p.e. Diamond, 2013), baloncesto (p.e. Diamond, 2013), actividad anaeróbica (p.e. Diamond, 2013), entre otras.

#### ***c) Bilingüismo***

Está comprobado que el bilingüismo se asocia a un esfuerzo superior en la utilización de las funciones ejecutivas, debido a la exigencia de inhibir un idioma para adaptarse al otro que se requiere en el contexto (p.e. Rosselli, Ardila, Lalwani & Vélez-Uribe, 2016).

Las investigaciones (p.e. Bialystok & Martin, 2004; Bialystok, 2010) parecen mostrar un beneficio del bilingüismo en las funciones ejecutivas, especialmente a nivel de las habilidades del control inhibitorio.

#### **d) Metodología de la escuela**

En varios trabajos (p.e. Solovieva & Quintanar, 2008) se ha descrito la necesidad de trabajar la preparación para la escuela en niños preescolares. Encontrándose evidenciada en la literatura, la existencia de una fuerte asociación entre el desarrollo de las habilidades de funciones ejecutivas y la preparación para la escuela (Diamond, 2013).

De acuerdo con lo anterior, se han creado programas como *Tools of Mind* (Bodrova y Leong, 2007), en el cual las autoras retoman los planteamientos de Vygotsky y defienden la importancia de dedicar tiempo a actividades lúdicas durante la etapa preescolar para potenciar las funciones ejecutivas en la edad escolar.

Tal como defienden Barrasso-Catanzaro y Eslinger (2016), el curso madurativo de las funciones ejecutivas dependerá de factores neurobiológicos, anatómicos y fisiológicos, así como de la experiencia. Los mecanismos anteriores irán moldeando las redes y los procesos de plasticidad cerebral relacionados con el funcionamiento de la corteza prefrontal y las áreas relacionadas.

Posteriormente a la caracterización del desarrollo de las funciones ejecutivas, es importante revisar los aspectos relacionados con su medición. Lo anterior permitirá entender como se ha cuantificado y cualificado el desarrollo de estas habilidades con base en el rendimiento en tareas que se han diseñado para posibilitar conocer su estado funcional.

### **1.4. Medición de las funciones ejecutivas en niños**

Como se pudo evidenciar en la sección anterior, el lóbulo frontal, así como sus conexiones corticales y subcorticales con otras regiones, tiene un rol importante en las funciones ejecutivas. De acuerdo a Donald Stuss (2011), existe consenso con

#### *1.4. Medición de las funciones ejecutivas en niños*

respecto a que en tareas complejas y novedosas se requiere una considerable atención, y demandan una mayor actividad del lóbulo frontal.

Lo anterior implica que, de acuerdo a las características de la tarea, tales como el nivel de complejidad, el grado de novedad, el nivel de esfuerzo implicado, podría significar que diferentes procesos se inician en regiones frontales y no frontales. Estos procesos podrían actuar de modo a modular o controlar la ejecución de muchas otras funciones independientemente de la dificultad de la tarea (Buller, 2010).

En seguida, se presentarán los instrumentos que más frecuentemente se han reportado como medida de evaluación de las funciones ejecutivas en población infantil en edad escolar.

##### **1.4.1. Instrumentos de medición**

Antes de evidenciar los instrumentos que se han diseñado, es importante mencionar los enfoques y métodos disponibles para la evaluación de las funciones ejecutivas. Para tal se considera el planteamiento de McCloskey, Perkins y Van Divner, (2009), quienes plantean la existencia de enfoques de evaluación directos e indirectos. En lo que se refiere a los métodos, se menciona la existencia de métodos formales e informales (véase Tabla 5).

Tabla 5.

*Enfoques y métodos de evaluación de las funciones ejecutivas según McCloskey, Perkins y Van Divner, (2009).*

Enfoque de Evaluación	Método de Evaluación	
	Informal	Formal
Indirecta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista con los padres y profesores.</li> <li>- Revisión de los registros escolares.</li> <li>- Interpretación orientada de las evaluaciones de los padres, profesores y autoevaluación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación comportamental realizada por los padres.</li> <li>- Evaluación comportamental realizada por los profesores.</li> <li>- Auto evaluación.</li> </ul>
Directa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrevista con el niño.</li> <li>- Observación comportamental sistemática y no-sistemática.</li> <li>- Interpretación orientada al proceso de prueba estandarizada.</li> <li>-Muestras de trabajo de clase y administración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicación individual de pruebas estandarizadas.</li> </ul>

Nota: Adaptado de "Assessment and intervention for executive function difficulties" de McCloskey, Perkins & Van Divner, 2009, p.102. Copyright 2009 por Routledge.

De acuerdo a lo anterior, para esta investigación se trabajará con el enfoque directo y el método formal: instrumentos estandarizados de administración individual. Estas medidas permiten que, mediante el rendimiento en una determinada prueba, se pueda indagar el nivel de desarrollo del funcionamiento ejecutivo y de sus componentes. Siendo este uno de los acercamientos más utilizados en la literatura actual y el que, aunque presente limitaciones (descritas en la sección siguiente), permite obtener una adecuada validez de los datos obtenidos (p.e. McCloskey, Perkins & Van Divner, 2009).

#### *1.4. Medición de las funciones ejecutivas en niños*

Así, Barros y Hazin (2013), documentan la existencia de un amplio conjunto de instrumentos que permiten evaluar las funciones ejecutivas. Baggetta y Alexander (2016), en su revisión dan cuenta de la existencia de 109 instrumentos que se han descrito para evaluar las funciones ejecutivas, resultando que la tarea más utilizada ha sido el Stroop. Según Tirapu, Molina, Lario, y Periañez (2012), no existe una sola prueba que por sí misma pueda evaluar las funciones ejecutivas, por este motivo en la evaluación se suele utilizar siempre más de una medida para caracterizar el nivel de desarrollo de la habilidad. Es importante mencionar que, siempre que se evalúan las funciones ejecutivas se habla del componente primario y secundario(s) evaluados por las pruebas o instrumentos aplicados.

En este ámbito, debido al elevado número de instrumentos que se han desarrollado para evaluar las funciones ejecutivas, en la Tabla 6 se presentan las pruebas más utilizadas según los componentes considerados para esta investigación.

Tabla 6.

*Instrumentos utilizados para medir las Funciones Ejecutivas.*

Componente	Instrumento para su medición
Control Inhibitorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stroop Día y Noche y Colores** (Inhibición verbal)</li> <li>- Go/no-Go (Inhibición conductual)</li> <li>- Stop-signal* (Inhibición de una respuesta dominante antes de que esta se ponga en marcha)</li> <li>- Número de movimientos en pruebas de Torres (Inhibición motora).</li> </ul>
Memoria de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digit Span**</li> <li>- Nback verbal y no verbal</li> <li>- Cálculo mental</li> </ul>
Flexibilidad cognitiva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tapping</li> <li>- Clasificación de Tarjetas de Zelazo</li> <li>- Teste de clasificación de cartas de Wisconsin**</li> <li>- Trail Making Test – parte b**</li> <li>- Senderos</li> </ul>
Planeación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Torre de Hanoi, Torre de Londres (Planificación motriz)</li> <li>- Laberintos de Porteus (Planeación grafica)</li> <li>- Tarea estilo “mundo real” Mapa del Zoo BADS (Planeación-representación temporal de acontecimientos)</li> </ul>
Atención	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Senderos</li> <li>- Trail Making Test – parte a**</li> </ul>

Nota: Elaboración propia con base en la revisión de la literatura. \*Prueba poco usada en neuropsicología. BADS – Behavioral Assessment of dysexecutive Syndrome. \*\*Pruebas más utilizadas considerando la revisión teórica.

En lo que respecta a la selección de los instrumentos de medición, tal como indican Baggetta y Alexander (2016), no existe una medida que sea *gold-standard* para la evaluación de las funciones ejecutivas. De acuerdo a Tirapu, Molina, Lario y Periáñez (2012), a la hora de seleccionar los instrumentos de evaluación se deben atender a algunos aspectos, tales como la fiabilidad de los instrumentos, la validez,

#### *1.4. Medición de las funciones ejecutivas en niños*

la sensibilidad a los cambios, viabilidad de administración, la validación de las pruebas con poblaciones similares, la existencia de protocolos claros y precisos de administración y puntuación.

Aunque en poblaciones de Latinoamérica, como es el caso de Colombia, existen pocas pruebas estandarizadas, en Argentina y México ya existen pruebas validadas y son estos instrumentos los que se utilizan para establecer el rendimiento cognitivo de los niños. Lo anterior se puede considerar una oportunidad de evaluación única, ya que en Colombia solo existe una prueba estandarizada para evaluar a los niños. Siendo esta insuficiente para toda la caracterización clínica que es pertinente hacer cuando se trabaja con esta población.

Posteriormente a la caracterización de los instrumentos de medida más comúnmente descritos para evaluar los componentes de las funciones ejecutivas, como son los aspectos a tener en cuenta en la selección de estos, es importante analizar sus limitaciones. A continuación, se presenta brevemente las limitaciones que han sido apuntadas en la utilización e interpretación de los datos provenientes de estos instrumentos.

#### **1.4.2. Limitaciones de los instrumentos de medición**

Considerando las limitaciones de los instrumentos de medición, en los trabajos de Miyake, Friedman, Emerson Witzki, y Howerter (2000) y Best y Miller (2010) se habla que uno de los problemas de las medidas de funciones ejecutivas es la impureza de las tareas. La crítica que se realiza es que un bajo desempeño en tareas que miden funciones ejecutivas se puede deber a varios aspectos, no solamente a dificultades en funciones ejecutivas.

Para el caso específico, Best y Miller (2010), mencionan que muchas de las tareas diseñadas para evaluar inhibición, no son tareas de inhibición puras, indicando que

las tareas de inhibición requieren del funcionamiento mínimo de la memoria de trabajo.

Los autores mencionan que la sensibilidad a la variación en la medida de control inhibitorio parece cambiar debido a factores como: instrumentos de medida, modalidad de la respuesta que el sujeto debe emitir, el grado de memoria de trabajo requerido por la actividad, entre otros.

Por otro lado, si se analiza la prueba Stroop, esta ha sido utilizada para realizar diferentes mediciones, entre las cuales se resalta inhibición, control cognitivo, memoria de trabajo, atención, medida general de funciones ejecutivas, entre otras. Lo anterior evidencia la impureza de las tareas que miden funciones ejecutivas. Como se mencionó, esto es un problema que ocurre cuando una única tarea permite operar diferentes componentes de funciones ejecutivas, lo que puede dificultar la indicación sobre cuál es el componente principal que mide la tarea (Zelazo, Blair, & Willoughby, 2016).

Además de las reportadas, González-Muñoz (2013) señala que existen otras limitaciones tales como: a) las medidas de funciones ejecutivas miden también otras capacidades, b) los instrumentos que evalúan capacidades cognitivas son también una medida de funciones ejecutivas, y c) las condiciones de aplicación impactan también el resultado de la tarea.

Por último, Zelazo, Blair, y Willoughby (2016) hacen referencia a la escasa validez ecológica de las pruebas, el desempeño en la tarea de funciones ejecutivas no siempre corresponde a la expresión de la función en las actividades de la vida diaria.

No obstante las limitaciones presentadas, los instrumentos estandarizados son una excelente herramienta para caracterizar el nivel de desarrollo del funcionamiento ejecutivo. La información presentada alerta la necesidad de ser cuidadoso en el momento de realizar interpretaciones y extrapolaciones reduccionistas con base en

## 1.5. Resumen

los instrumentos de medición. Asimismo, las características psicométricas de los instrumentos y la rigurosidad de los estudios que se puedan desarrollar, determinarán la validez de los instrumentos para la medición de los componentes de las funciones ejecutivas que se deseen estudiar. De igual modo se resalta que los instrumentos para evaluar las funciones ejecutivas son importantes y se deben elegir con mucho cuidado.

## 1.5. Resumen

Tal como mencionan Goldstein, Naglieri, Princiotta y Otero (2014), durante los últimos 150 años, se han producido avances significativos en la comprensión del cerebro y de su rol en la conducta de los sujetos en su forma de enfrentarse a los contextos en los cuales se encuentran inmersos.

Este capítulo empieza con la dimensión histórica de las funciones ejecutivas, considerando los aportes de los autores clásicos, como Vygotsky, Luria, Broadbent, Posner, Lezak y Baddeley. Desde las distintas áreas de experticia y de acuerdo a las herramientas disponibles según la época en que cada uno desarrolló su trabajo, se observa que existió un avance importante en la comprensión de la conducta humana que coincidió también con el desarrollo y crecimiento de las áreas de la neuropsicología y neurociencia.

De los años 20 en los que Vygotsky inició sus estudios hasta los años 80 y 90 en los que Lezak y Baddeley reportan sus acercamientos, existen muchos cambios sociales que van mediando todo el desarrollo científico y consecuentemente la comprensión de una de las ciencias emergentes en el momento – neuropsicología y consecuentemente de uno de los conceptos igualmente emergente – las funciones ejecutivas.

Así se aprecia que Vygotsky estableció una comprensión indirecta del constructo, Luria fue el pionero en hablar del rol de la corteza frontal en la conducta. Lezak

también dejó un legado importante, especialmente por el valor agregado de sus aportaciones a la definición y evaluación de las funciones ejecutivas. Por último, Baddeley tuvo una fuerte contribución en la caracterización del síndrome resultante de lesión frontal y las implicaciones de presentar dificultades en la habilidad de funciones ejecutivas.

Para lograr caracterizar las habilidades de las funciones ejecutivas es fundamental entender el constructo desde las dimensiones que lo componen y desde la forma como se desarrollan estas habilidades. Tal como lo menciona Fuster (2008), no es posible separar completamente los diferentes componentes de las funciones ejecutivas, aunque se esté avanzado hacia la multidimensionalidad de estas funciones, tal como ocurre con la mayoría de los procesos cognitivos (p.e. atención, percepción, memoria, etc.), no reconocer que existen interrelaciones entre los diferentes dominios de las funciones ejecutivas llevaría a lo que Fuster llama “frenología” frontal, esto implicaría concebir el lóbulo frontal constituido por una serie de conexiones que se establecen entre distintas regiones que lo componen y con las diferentes regiones cerebrales. Hacerlo sería ignorar todo el avance científico que se ha producido en las diferentes áreas y consecuentemente las definiciones, componentes y modelos teóricos que se han desarrollado.

Considerando los avances que se han producido en el campo de las neurociencias y neuropsicología estos se han visto reflejados también en los acercamientos que se han realizado en el estudio del proceso de desarrollo cerebral.

Desde el área de las neurociencias, actualmente trabajos como el de Gogtay et al., (2004) (Véase Figura 2) permiten dar cuenta de la disminución de materia gris en la superficie cerebral y consecuente incremento del proceso de mielinización, poder relacionarlo con la conducta observable del sujeto y asimismo dar cuenta del estado de desarrollo de las habilidades cognitivas del sujeto.

## 1.5. Resumen

Desde el área de la neuropsicología, se ha trabajado en el desarrollo de instrumentos de medida que posibiliten caracterizar el estado de desarrollo de determinada habilidad con base en el rendimiento en ese mismo instrumento, lo que se considera un avance igualmente importante. No obstante, se consideran las limitaciones de cada uno de estos enfoques, tal como la impureza de algunas de las tareas que miden funciones ejecutivas.

Se resalta también las implicaciones positivas que podrá tener en la vida de los niños, el hecho de disponer de medidas concretas para evaluar sus habilidades y que estas puedan ser utilizadas como herramientas que permitan comprender como potenciar sus habilidades y consecuentemente incidir sobre el proceso clave durante la etapa escolar – *el aprendizaje*. Siendo que la existencia de pruebas estandarizadas para la población tiene un gran valor agregado, pero como en Colombia no se cuenta con esas medidas, se utilizará para fines de la investigación las que mayor cercanía poblacional presentan.

Una posible explicación podrían ser las funciones ejecutivas. De acuerdo a Garcia y Rigau (2012) las ideas básicas del aprendizaje están conectadas al rendimiento de las funciones ejecutivas:

- El aprendizaje previo debe ser el punto de partida para la adquisición de nuevos conocimientos.
- Integrar y organizar los nuevos conocimientos mediante conocimiento metacognitivo.
- Se debe integrar la nueva información a la memoria comprensiva, para que, siempre que el sujeto lo requiera esté disponible.

Adicional a las funciones ejecutivas los estilos de enseñanza son muy importante, pues dependiendo de cómo sean los estilos de cada docente, la prioridad debe ser el proceso de enseñanza. Es decir, tanto las funciones ejecutivas de los niños como de los maestros son claves para un adecuado aprendizaje y rendimiento escolar.

En seguida se presentará la relación entre los estilos de enseñanza y el aprendizaje escolar de los niños.



## **CAPÍTULO 2. *EL APRENDIZAJE Y RENDIMIENTO ESCOLAR***



El aprendizaje y rendimiento escolar son una prioridad de estudio nacional e internacional, estando influenciados por muchas variables, incluyendo características de los profesores, metodología de la enseñanza, entre otras. No obstante, en la literatura se sigue poniendo mucho enfoque en las características de los niños, como son la autorregulación y la conducta en clase (Molfese et al., 2010). En seguida se presentará como el concepto de aprendizaje ha evolucionado en el tiempo y los principales factores que se relacionan con el aprendizaje y rendimiento escolar.

Todos los autores estarían de acuerdo en la necesidad de que nuestros alumnos aprendieran a ritmos diferentes, según sus necesidades y aptitudes. Sin embargo nuestras escuelas enseñan una cantidad fija y predeterminada de contenidos en un cierto intervalo de tiempo preestablecido. De esta manera, los alumnos menos maduros intelectualmente se ven obligados a avanzar sin haber conseguido aprender los contenidos y, por el contrario, aquellos más avanzados madurativamente se ven forzados a perder el tiempo y esperar al grupo para conseguir nuevos aprendizajes. La razón de todo ello es que todavía hoy en día se sigue con un paradigma de educación desarrollado durante la era industrial. Dicho de otra manera, todavía sigue vigente un sistema educativo surgido a finales del siglo XVIII. Este sistema tenía sentido en su momento, pues lo que pretendía era *seleccionar* a los estudiantes; pero de ninguna de las maneras se entiende en pleno siglo XXI. En el contexto escolar actual todavía se concibe un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en los currículos y contenidos. A partir de ello, el docente enseña a partir de aplicar unas determinadas metodologías, teniendo en todo momento el alumno un papel pasivo. A pesar de los cambios experimentados en el paradigma enseñanza-aprendizaje a lo largo del siglo XX, no se ha conseguido establecer un proceso de enseñanza-aprendizaje centrado en el aprendizaje, en el que se tengan en cuenta las características propias e individuales de cada alumno, situándose este por delante del docente, la metodología y los contenidos o currículum. A continuación se analizará la evolución histórica del contexto de

## 2.1. Evolución histórica del contexto de enseñanza-aprendizaje

enseñanza-aprendizaje desde una concepción conductista hasta una concepción cognitivista.

### 2.1. Evolución histórica del contexto de enseñanza-aprendizaje

El paradigma enseñanza-aprendizaje ha sufrido diversas modificaciones, tanto en la Psicología Educativa como en la *Psicología de la Instrucción*. Esta rama es relativamente reciente y se encuentra vinculada temporalmente con la historia de la Psicología de la Educación.

Un análisis histórico (como se cita en Beltran & Genovard, 1996) muestra como primero fue Thorndike en 1913 quien estudió por primera vez la *Psicología de la Educación*, buscando la unión de dos mundos, el de la Psicología y el de la Educación, siendo el autor conductista todo se resumía a estímulo-respuesta. De igual modo, propuso cambiar creencias y tradiciones por principios científicos en el diseño de la instrucción.

Otro autor importante fue Dewey, quien contribuyó fuertemente para la Psicología de la Instrucción. El autor defendía la *“existencia de una ciencia que hiciera un puente entre la teoría científica y la práctica educativa”*. En concreto, John Dewey señalaba que la experiencia debe ir unida al pensamiento para que se forme el aprendizaje crítico, dentro del marco de una educación progresista (Reibelo, 1998).

Posteriormente surgieron otros autores, que querían “armonizar” las dos perspectivas antes mencionadas, como es el caso de Glasser (1978), contribuyendo así al entrenamiento del profesorado.

En la línea cronológica, Bruner habla del proceso de la educación, *“indicando que no se deben enseñar hechos y métodos sino estructuras y principio claves de cada asignatura. Por otra parte indicaba también que todos los principios y métodos se pueden enseñar de alguna forma a los niños en cualquier estado evolutivo.”* En

1956, Bruner, Goodnow y Austin (2003) realizan sus clásicos estudios sobre la adquisición de conceptos, que serían considerados como una de las investigaciones que apuntalaría el desarrollo de la Psicología Cognitiva. Dos años más tarde, en 1961, Bruner anuncia su teoría del aprendizaje por descubrimiento, según la cual el aprendizaje significativo se contrapone al aprendizaje memorístico, lo cual supone promover la actitud activa y reflexiva del alumno frente la actitud pasiva que supone memorizar una determinada cantidad de información (Arias, 2010).

Siguiendo el cronograma histórico, en el año 1964, Hilgard escribe el primero libro sobre Teorías del Aprendizaje y de la Instrucción. A su turno, en 1966, Bruner realizó también su publicación hacia una teoría de la instrucción. Más tarde en 1968 Skinner publica el libro Tecnología de la Enseñanza, en el cual hacía la “*traducción directa*” de los principios del condicionamiento operante al campo de la enseñanza.

Como se puede observar hasta este momento histórico, la instrucción todavía parte de la emisión de un estímulo por parte del profesorado y el alumno emite una respuesta, considerándose muy reduccionista esta perspectiva.

Varios fueron los autores que contribuyeron para ampliar esta perspectiva reduccionista, entre ellos se resaltan los siguientes.

Gagne y Rohwer (1969) quienes publican por primera vez un capítulo denominado Psicología de la Instrucción, “*estudiando variables que influyen en la retención dentro del aprendizaje verbal*”. Los autores se preocuparon por estudiar las condiciones de aprendizaje para aplicarlas a nivel de la práctica instruccional.

Posteriormente a esto, McKeachie (1974), presenta un punto de vista más amplio, con respecto a la instrucción, entendiéndola como “*aquellos factores que determinan la eficacia de la instrucción, considerando: a) el estudiante, b) el profesor, c) los métodos de enseñanza y d) los objetivos y contenidos de la*

## 2.1. Evolución histórica del contexto de enseñanza-aprendizaje

*instrucción.*” Aunque la evolución del concepto enseñanza-aprendizaje no sea todavía el esperado, este autor ya indicia la exclusión de los modelos conductistas.

Siguiendo esta línea, importa resaltar lo defendido por Resnick (1981), quien argumenta que “*se debe diseñar la instrucción, no para meter el conocimiento dentro de la cabeza del estudiante, sino para poner a los estudiantes en condiciones tales que permitan construir conocimiento bien estructurado*”.

Muchos autores han contribuido al estudio del aprendizaje escolar mediante el establecimiento de teorías en el ámbito de la psicología de la instrucción. Para efectos del presente trabajo se hará énfasis únicamente en las teorías presentadas.

Importa retomar la teoría de Bruner (como se cita en Beltran y Genovard, 1996), quien menciona que el aprendizaje surge de la manipulación y utilización de la información, implicando tres procesos: a) adquisición de la información, b) transformación de la información, y c) evaluación de la información. En la actualidad esta teoría se acerca a lo que se nombra como *aprendizaje significativo*, es decir, el sujeto mediante la orientación del profesor construye su propio conocimiento. En el aprendizaje significativo el mayor peso está en el estudiante y no en el profesor, como lo proponían las teorías iniciales sobre el método instruccional.

No obstante, el aprendizaje activo no se opone per se a una enseñanza expositiva. Así, en 1963 Ausubel publicaría su libro “Psicología del aprendizaje significativo verbal” donde propone su teoría del aprendizaje significativo por recepción, y en 1968 publicó “Psicología educativa desde un punto de vista cognoscitivo” donde critica ampliamente la teoría del aprendizaje por descubrimiento de Bruner.

Según Ausubel, la teoría de Bruner es poco viable porque no todo conocimiento es descubierto por uno mismo, ya que en la mayoría de los casos es necesaria la intervención directa del profesor. Además, el aprendizaje por descubrimiento no conduce necesariamente a la organización, transformación y empleo del

conocimiento como un producto ordenado e integrado (Arias y Oblitas, 2014). Lo que hace que un contenido sea más o menos significativo es su grado de inserción en otros esquemas previos, por ello es básico que los datos se presenten de manera organizada y conectada con diversos tipos de información. Así pues, algunas estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo son los esquemas, los mapas mentales, las analogías, etc. (Fernández, 2006).

Toda esta evolución de la concepción del aprendizaje debería conllevar cambios en el rol de docentes y alumnos dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, con el objetivo de que estos últimos consigan un aprendizaje a partir de la reflexión y participación activa.

A continuación se presenta la delimitación del contexto de enseñanza-aprendizaje considerando las variables principales: a) los alumnos, b) el profesor, y c) las metodologías de enseñanza.

## **2.2. Delimitación del contexto de enseñanza-aprendizaje**

Para que el sujeto logre realizar un aprendizaje exitoso el contexto tiene que ser propicio, mediante métodos y técnicas que mantengan al estudiante motivado e involucrado en lo que está aprendiendo y que este sea el autor de su propio conocimiento como se mencionaba en anteriores párrafos.

En los procesos de enseñanza-aprendizaje, los cambios más significativos se han orientado hacia fortalecer el aprendizaje centrado en el alumno, donde este puede autogestionar su aprendizaje, a diferencia del modelo de enseñanza en el que el profesor tiene todo el control del proceso educativo. Sin duda una de las aportaciones más valiosas que ha contribuido a ello son los denominados entornos personales de aprendizaje o PLE (*Personal Learning Environment*), que se definen como una herramienta personal para acceder, agregar, configurar y manipular artefactos digitales de sus experiencias continuas de aprendizaje (Lubensky, 2006).

## 2.2. Delimitación del contexto de enseñanza-aprendizaje

Kesim y Altinpulluk (2013) describen tres características propias de los PLE: permiten a los estudiantes a organizar su aprendizaje, proveen la libertad para elegir el contenido y permiten la comunicación y la colaboración con otros fácilmente.

Sin olvidar la indudable contribución que han tenido las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de los alumnos, tenemos que ser conscientes de las delimitaciones de las mismas, sobre todo en el mal uso o abuso que se ha hecho de ellas.

### 2.2.1. La dinámica profesor-estudiante

Autoras como Garcia y Rigau (2012) mencionan que *“el aprendizaje escolar está muy dirigido a enseñar contenidos, es decir a ofrecer información, y a menudo se olvida el proceso, es decir el “como” se debe gestionar esa información”*.

Las autoras mencionan también el concepto de aprendizaje significativo y lo definen como “aquel aprendizaje en el cual se relaciona la nueva información con la que ya se posee”. La estructura de conocimientos previos condiciona los nuevos conocimientos y las experiencias, y éstos a su vez modifican y reestructuran los anteriores.

El aprendizaje significativo es permanente y produce un cambio cognitivo si se pasa del no saber al saber. Para que esto ocurra el profesor debe estar enfocado en los contenidos que el sujeto debe aprender y no en los contenidos que le va a enseñar (Beltran & Genovard, 1996).

Lo anterior hace emergente cambiar el paradigma educativo, desde la enseñanza al aprendizaje, es decir el enfoque debe estar en el alumno. Este cambio de paradigma permitirá a los estudiantes asumir su proceso de aprendizaje como algo verdaderamente importante y podrán hacerse cargo del mismo con mayor nivel de autonomía.

Así, como menciona Beltran y Genovard (1996), si se considera el aprendizaje como construcción de significados, el estudiante asume un papel autónomo, auto-regulado y que tiene en sus manos el control del aprendizaje. Es decir, el sujeto no adquiere solamente conocimiento sino que lo construye tomando como base la experiencia previa para integrar y modificar el nuevo aprendizaje. Así el profesor participa como agente constructor de conocimiento en lugar de “suministrar” conocimiento.

Este es el cambio principal en la dinámica profesor-estudiante, hubo un cambio de paradigma que hizo que el enfoque pasara de la enseñanza (docente) al aprendizaje (estudiante como constructor de significados). En esta línea, Beltran y Genovard (1996), mencionan que el aprendizaje de acuerdo a este nuevo modelo se caracteriza como: aprendizaje activo, cognitivo, constructivo, significativo, mediado y auto-regulado.

Tal como lo mencionan los autores, si el estudiante desea aprender se debe comprometer activamente con el proceso para construir su conocimiento. No obstante, existen algunos factores que modelan esta relación como: la motivación, las creencias, el conocimiento previo, las interacciones, la nueva información y las estrategias. Lo anterior implica un proceso riguroso de planificación por parte de los estudiantes.

Se puede decir que el estudiante necesita formulación de metas, organización del conocimiento, utilización de estrategias y comprensión significativa. Siendo el aprendizaje un proceso constructivo ya que el estudiante integra la nueva información en la estructura organizada que ya posee.

### 2.2.2. La metodología de enseñanza

En lo que refiere a la metodología de enseñanza, también se han producidos fuertes cambios a lo largo de los años.

Se empieza mencionando el *constructivismo*, para los cuales el diseño y la instrucción provienen de una tradición objetiva, según la cual el medio está estructurado en relaciones y propiedades, considerando el papel insignificante de la experiencia. Otras líneas de aproximación han sido el *conductismo*, concibiendo al “*sujeto como una tabla rasa y que el conocimiento se transfiere apenas a la memoria*”.

No obstante, los estudios de Bruner (Beltran y Genovard, 1996) mencionan que la instrucción se debe centrar únicamente en el aprendizaje y en el sujeto que aprende. El enfoque está puesto en la enseñanza (naturaleza de la instrucción) de forma a que el sujeto pueda aprender eficientemente.

En la actualidad, se pueden destacar cuatro enfoques en la instrucción cognitiva fundamentada en el aprendizaje: a) instrucción de contenidos, b) instrucción situada, c) instrucción de estrategias cognitivas, y d) instrucción mixta. A continuación, se explica cada enfoque.

La *instrucción de contenidos* tiene como objetivo seguir las pautas tradicionales en el aula de forma que se pueda permitir el aprendizaje de los niños. La *instrucción situada* se relaciona con el uso de ambientes enriquecidos, en el espacio del aula escolar, bien como fuera de este, haciendo énfasis en el aprendizaje cognitivo. La instrucción de *estrategias cognitivas*, implica el uso de estrategias cognitivas y metacognitivas, durante el curso de la instrucción o fuera de este. Por último, la *instrucción mixta* que enfatiza tanto la instrucción de estrategias como de contenidos.

De estos enfoques, el primero no es novedoso, y concibe el aprendizaje como única transmisión (profesor) y adquisición de conocimientos (alumnos). A su vez, los demás enfoques cognitivos son novedosos y sitúan al estudiante como responsable de su conocimiento y su meta en la construcción de significados, tanto del contenido que están aprendiendo, como de los procesos o de las estrategias.

Este proceso está centrado en el alumno, es decir, en el proceso de aprendizaje, para lo cual los docentes deben a la vez realizar importantes cambios en las maneras de hacer y entender su actividad (De Miguel, 2005). A su vez, ello implica la asunción por parte del estudiante de un papel activo y participativo en el proceso de su propia formación, es decir, en la construcción de estructuras de conocimiento y por parte del profesorado la introducción de nuevos métodos docentes. El papel del profesor es acompañar, guiar, evaluar y apoyar al alumno en su proceso de aprendizaje. En este sentido el profesor va cediendo terreno a favor del estudiante que va ganando autonomía e independencia.

A continuación se expondrá un breve repaso desde los métodos tradicionales a los métodos innovadores o activos.

No existe consenso entre los autores a la hora de clasificar los métodos docentes (De Miguel, 2006; Navaridas, 2004) pues se han seguido diferentes criterios taxonómicos y, que a la vez, producen cierta confusión sobre la denominación de los mismos. Así, algunos autores se refieren a estrategias de aprendizaje, otros a técnicas, etc. Dejando de lado lo comentado anteriormente, todos los autores estarían de acuerdo en clasificar los métodos según el mayor o menor grado de participación del alumno (Rodríguez Sánchez, 2011). Así podemos hablar de metodologías tradicionales o pasivas, centradas en el aprendizaje por parte de los docentes, y de metodologías innovadoras, activas y participativas centradas en el aprendizaje activo de los alumnos. La metodología por excelencia del primer grupo sería la clase magistral; mientras que del segundo grupo destacarían el método de la clase invertida y el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Siendo conscientes

## *2.2. Delimitación del contexto de enseñanza-aprendizaje*

de que existen variadas metodologías, nos centraremos en este trabajo en las señaladas anteriormente, pues se considera que son las representativas de metodologías tradicionales e innovadoras.

### **- Metodologías tradicionales: La clase magistral**

“La universidad es un lugar donde los apuntes del profesor pasan directamente a los apuntes de los alumnos sin pasar por el cerebro de ninguno de ellos” es una cita que se suele atribuir a Mark Twain, aunque existen series dudas de que realmente fuese él quien lo dijo (O’Toole, 2012). Esta cita que podría ser extrapolable a cualquier otro ámbito fuera del sistema universitario es una dura crítica al método de enseñanza más tradicional. Esta metodología tal cual podía llegar a tener cierto sentido años atrás, cuando no se tenía posibilidades de conseguir la información de otra manera que no fuera esta, pero en pleno siglo XXI ha dejado de ser razón de existir, pues actualmente la información se puede obtener muy fácilmente y desde cualquier lugar.

Este método todavía sigue siendo utilizado pues ofrece importantes ventajas frente a otros métodos docentes: es un método rápido, barato y eficiente de transmitir una gran cantidad de información de manera simultánea a un elevado número de alumnos. No obstante es necesario puntualizar que no debería ser el método de enseñanza por defecto, su principal problema radica en la manera en que muchos docentes lo utilizan, pues es bien sabido que es difícil que un alumno pueda mantener la atención en aquello que dice el docente más allá de un determinado tiempo (45-60 minutos).

### **- Metodologías activas**

Estas metodologías se caracterizan en que el alumno, guiado por el profesor, asuma una mayor responsabilidad y autonomía en su proceso de aprendizaje, facilitando ello que se consiga un aprendizaje más eficaz (Arias y Fidalgo, 2013). Ello ha

generado que los docentes hayan tenido que replantearse la forma de impartir las clases. Uno de los métodos activos más innovador es el método de la clase invertida o *Flipped Classroom*.

**a) El método de la clase invertida**

El aprendizaje puede dividirse en dos partes: la adquisición del conocimiento y la asimilación o comprensión del mismo. Normalmente adquirir conocimiento es necesario para su asimilación o comprensión, el problema radica cuando un alumno solo se queda con la primera parte, ya que ello se correspondería más a un aprendizaje cualitativo de bajo nivel o memorístico. Es decir, se puede llegar a adquirir gran cantidad de conocimiento sin que forzosamente se tenga que comprender aquello que se ha memorizado.

La segunda parte del aprendizaje se suele realizar de forma individual y fuera de la clase y supone la comprensión y elaboración de los contenidos aprendidos.

La clase invertida (*flipped classroom*) (Lage, Platt, Treglia, 2000) es un método docente que se puede clasificar dentro de la categoría de métodos docentes conocidos como *peer instruction* (Mazur, 1997). Tal y como indica su nombre, en la clase invertida se invierte el orden, pues la adquisición de la información la realiza el alumno fuera de la clase, con la ayuda de materiales docentes recomendados por el docente (libros, artículos, vídeos, etc...) y, la asimilación o comprensión se realiza en el aula con la ayuda o guía del docente (Luján-Mora, 2013).

Si bien los resultados obtenidos con el empleo del método de la clase invertida muestran una mejoría en el proceso de aprendizaje (Fagen, Crouch, Mazur, 2002); se recomienda tener mucho cuidado en la implementación de este tipo de metodología, pues su uso generalizado puede no ser adecuado.

**b) Aprendizaje basado en problemas**

El aprendizaje basado en problemas constituye el puente que une los principios teóricos del constructivismo, el diseño instruccional y la práctica de la enseñanza (Savery y Duffy, 2001), pues intenta desplazar la tradicional concepción de la enseñanza basada fundamentalmente en el profesor como único responsable de transferir conocimientos a la identificación del alumno como centro y responsable de su propio aprendizaje (Barrell, 1999). Además, tiene en cuenta muchos elementos pedagógicos que han demostrado ser útiles para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje: aprendizaje cooperativo y activo, retroalimentación rápida, resolución de problemas reales, etc. (Barret, 2005). Para ello es necesario que el docente redefina la concepción de currículum, de tal manera que se tenga en cuenta: la selección de contenidos prácticos, estructuración basada en conceptos y objetivos de aprendizaje, y la importancia de los objetivos que se llevan a cabo.

Los alumnos trabajan en grupos de 5 a 8 alumnos y el profesor actúa como guía o tutor. El rol del docente incluye, entre otras cosas, escuchar al alumnado, promover el trabajo en grupo hacia los objetivos propuestos, orientar en la búsqueda de información, y establecer un buen clima de trabajo entre los miembros del grupo y todo ello intentando integrar informaciones que provengan de diferentes áreas de conocimiento.

Son varias las ventajas que presenta esta metodología en relación a las clases tradicionales, tal y como se expone a continuación:

- Incrementa significativamente el uso de estrategias para resolver problemas y en la obtención de información (Stepien, 1993).
- Mejora el conocimiento que tienen los estudiantes sobre una materia y la habilidad para resolver problemas del mundo real (Nendaz y Tekian, 1999).
- Genera un mayor desarrollo de competencias profesionales (Koh et al., 2008).
- Fomenta el pensamiento crítico, la comprensión, a aprender a aprender y el trabajo cooperativo (White, 1996).

- Aumenta la capacidad crítica para analizar la información que aparece en el proceso de búsqueda (Molina et al., 2003).
- Promueve el desarrollo de las capacidades metacognitivas de los estudiantes (Downing et al., 2009).

En definitiva, el estudiante pasa a tener un papel mucho más activo y responsable en su aprendizaje, y el profesor se convierte en tutor o guía del estudiante.

No obstante y como cualquier metodología no está exenta de inconvenientes o desventajas, algunas de ellas son:

- Requiere mucho tiempo y dedicación por parte de los alumnos.
- Al comienzo de la utilización del ABP se produce desconocimiento, desconcierto e inseguridad entre los estudiantes.
- La gestión entre los miembros del equipo de trabajo.
- Asistencia obligatoria y continuada.
- Se divisan los beneficios del ABP a partir del momento en que los alumnos disponen de suficiente información o conocimientos previos sobre el tema del problema propuesto.

Una vez tratada, si bien de manera muy resumida, algunos de los ejemplos más característicos, tanto de las denominadas metodologías tradicionales como de las innovadoras, es obligatorio destacar que todas ellas presentan ventajas e inconvenientes, de esto se puede desprender que no existe una buena o mala metodología. Cualquier metodología es válida siempre y cuando tenga sentido tanto para el que la imparte (profesor) como para el que la recibe (alumno). De nada sirve que un docente aplique una determinada metodología si no tiene un buen dominio de la misma y, lo que es más importante, el docente tiene que estar seguro y convencido del porqué aplica una determinada metodología y no otra. Como suele suceder en todo aquello que tiene relación directa con la educación, lo interesante no es lo que se utiliza (metodología, tecnología, evaluación, etc...) sino tener un

### *2.3. Adquisición de los aprendizajes escolares básicos*

conocimiento profundo de lo que se utiliza y, sobretodo que efectos en términos de aprendizaje tendrá ello para los alumnos.

## **2.3. Adquisición de los aprendizajes escolares básicos**

La lectoescritura constituye el proceso escolar básico mediante el cual los niños pueden comunicarse con el mundo de forma escrita y pueden acceder a la comunicación escrita expresada por los demás. La conversión grafema-fonema y vice-versa es un paso primordial en la vida de los niños, pues permite dar un significado a la comunicación que se establece con los demás.

Lo mismo ocurre para las matemáticas, el desarrollo de esta habilidad permitirá al niño gradualmente operar elementos simples hasta elementos complejos, alcanzando la habilidad para abstraer conceptos numéricos.

### **2.3.1. Lectoescritura**

Mientras el lenguaje oral forma parte del bagaje genético del ser humano por lo que se desarrolla con relativa facilidad y rapidez a pesar de su complejidad, en el lenguaje escrito no sucede lo mismo. El lenguaje escrito no forma parte de nuestro bagaje genético por lo que nuestro cerebro todavía no está preprogramado para adquirirlo. Por este motivo, es normal que los niños aprendan a hablar de forma natural; pero no es normal que aprendan a leer y escribir sin recibir una aprendizaje más o menos formal (Benedet, 2013).

Tal y como ya se ha apuntado en anteriores párrafos de este capítulo y siguiendo a diversos autores (p.e. Goodman, 1982; Ausubel, 1990), en el ámbito educativo es fundamental partir de la experiencia previa de los alumnos, de los conocimientos y aprendizajes que posee, es decir, de sus estructuras de conocimiento; si bien, ello aún es más importante tanto en el inicio del aprendizaje de la lectura como de la escritura.

La lectura y la escritura son actividades complejas que resultan imprescindibles para alcanzar los conocimientos que se organizan en torno a una cultura y, por tanto, son esenciales para desarrollarse de manera satisfactoria dentro de una sociedad. (Núñez y Santamaria, 2014). Ambos procesos se adquieren posteriormente al aprendizaje del habla, ello de por sí ya nos da una pista de lo importante que es que los alumnos cuando empiecen a leer y escribir dispongan de un buen dominio del habla.

En la actualidad, la concepción de lectura pasa por la necesaria decodificación, que está estrechamente relacionada con el concepto de comprensión lectora; no basta con la identificación de las letras, su conversión en sonidos, el reconocimiento de palabras y la sintaxis, sino que se hace necesario el reconocimiento de las palabras para relacionarlos entre sí y con la información previa que ya dispone el lector, lo que exige procesos superiores, como razonar e inferir (Núñez y Santamaria, 2014).

El inicio de estos aprendizajes (lectoescritura) presenta numerosas controversias y debates, de hecho podemos constatar que hoy en día no existe consenso en cuanto a la enseñanza de los mismos. A principios del siglo XXI, la literatura sobre el tema comenzó a emplear un nuevo tipo de nomenclatura, de esta forma aparecieron los métodos ascendentes, *bottom up*, y los métodos descendentes o *top down*. El primero se centra en las unidades elementales, de ellas se va ascendiendo a las más complejas. Es decir, las letras, los fonemas y las sílabas se combinan para configurar esas otras unidades más complejas que son las palabras, las frases y los textos. En los métodos descendentes se parte del conocimiento del sujeto y es éste el que determina el proceso perceptivo, por este motivo, también se conoce como procesamiento guiado por los conceptos. Casi siempre suelen actuar ambos tipos de forma simultánea.

Otros métodos de enseñanza relacionados con el aprendizaje de la lectura y escritura son los que se subscriben a la perspectiva constructivista, la cual intenta unificar en un mismo proceso las relaciones existentes entre alumnado, contenido

### 2.3. Adquisición de los aprendizajes escolares básicos

y docente. Desde esta perspectiva De Amo (2004) sostiene *“la lectura se considera como un proceso mediante el cual el lector construye el significado del texto; la escritura, por su parte, es un proceso complejo mediante el cual, el escritor elabora un significado global y preciso y lo dirige a uno(s) destinatario(s)”*.

Otras de las cuestiones que también ha suscitado y suscita polémica se refiere a la edad a la que ha de iniciarse el aprendizaje formal de la lectura y la escritura. La mayoría de los sistemas educativos están planteados de forma que se inicien tales aprendizajes en la etapa de la Educación Infantil, la cual, en España y Colombia, se desarrolla desde los cero hasta los seis años de edad.

Selles (2006) afirma que tradicionalmente se han mantenido dos posturas contrapuestas sobre cuál es el momento idóneo para comenzar la enseñanza de la lectura. Por una parte se considera importante cuanto antes mejor; mientras que otros se inclinan por esperar a que el niño madure. Personalmente me decanto por esta segunda pues la primera supone el peligro de forzar al niño a realizar un aprendizaje para el cual todavía no está preparado. Solo es necesario ver los resultados obtenidos por los niños escolarizados en Finlandia, los cuales empiezan a leer a los siete años, y obtienen a los nueve años unos resultados, según informa PISA, de comprensión lectora muy superiores a los niños escolarizados en España y Colombia.

Acorde a lo comentado en el párrafo anterior, Benedet (2013) indica que para abordar el aprendizaje de la lectura el niño debe estar preparado para ello. Si se inicia el proceso de adquisición de la lectoescritura sin que el niño esté preparado para ello, se puede favorecer el desarrollo de una “dislexia secundaria” o una “dislexia funcional” (dislexia sin afectación cerebral). Ello explicaría porque actualmente en España y Colombia existe un sobrediagnóstico de niños con dislexia por contra de los pocos niños diagnosticados en Finlandia.

Autores como Guerrero (1992) o Benedet (2013) destacan una serie de prerrequisitos para poder iniciar el aprendizaje lectoescritor, entre los que destacan:

- Un buen desarrollo del lenguaje oral.
- Asegurarse de que no existan problemas de percepción y discriminación visual.
- Adquisición de unas habilidades visoperceptivas y visoespaciales normales, que permitan percibir correctamente las letras: forma, posición, orientación espacial y secuenciación dentro de la palabra.
- Percepción y discriminación auditiva: asegurándose de que no existen problemas importantes de audición.
- Discriminación adecuada de los sonidos del habla y adquisición de una adecuada conciencia fonémica.
- Adecuado nivel de grafomotricidad y coordinación visomotora.
- Desarrollo de las habilidades necesarias para el aprendizaje, atención y memoria normales.
- Y, por supuesto, la madurez emocional necesaria para desear leer.

A continuación se detallaran las particularidades propias del idioma castellano por ser el tratado en este trabajo.

El castellano posee características específicas que pueden dificultar el aprendizaje por parte de los niños. Este mantiene similitudes con otras lenguas indoeuropeas. Tal como lo mencionan Rosselli y Ardila (2014), el sistema fonológico del castellano consta de aproximadamente 23 fonemas, y hay fonemas que se encuentran únicamente en algunas regiones de España y otros en Latinoamérica. Lo anterior podrá dificultar el aprendizaje escolar de los niños, incrementando los errores ortográficos que se pueden producir.

Los autores reportan también que existen tres categorías para la producción del castellano: a) *diptongación*, el idioma requiere de una cantidad extensa de diptongos que se pueden alternar con las vocales; b) *fonemas oclusivos sueltos* y otros que

### 2.3. Adquisición de los aprendizajes escolares básicos

en posición intervocálicas son *sonoros*; c) *estructura silábica* bien definida en las palabras, para cada palabra existe un acento.

De igual modo, el castellano es definido como un sistema de lectura transparente, tal como mencionan Rosselli y Ardila (2014), existen reglas precisas para la conversión de grafemas a fonemas, con las siguientes excepciones: a) palabras tomadas de otras lenguas; b) palabras irregulares tomadas de nativos de América; c) palabras escritas que no corresponden a la pronunciación actual; d) arcaísmos en la escritura.

En cierto grado esta ambigüedad impacta la adquisición del proceso de lectoescritura en los niños, específicamente la automatización de las reglas ortográficas. Importa mencionar que el costo para convertir grafema-fonema es inferior al costo para convertir fonema-grafema.

Para la escritura es posible distinguir errores, *homófonos*, que comúnmente se llaman errores ortográficos, en los que la pronunciación de la palabra no cambia. Existen también errores *no homófonos*, los cuales se conocen como errores de escritura.

Retomando el aspecto de la lectura, los autores mencionan que la unidad de la lectura en castellano sea la sílaba, aunque todavía no exista consenso sobre esto. Así, la rapidez relacionada con el progreso lector está marcada en grande medida por el sistema ortográfico de la lengua; siendo que este también se relaciona con los problemas de aprendizaje que puedan surgir.

Adicional a lo anterior, el Ministerio de la Educación Colombiana (2017), Murillo y Román (2008) reporta que los hábitos de lectura, asistencia a la biblioteca y consumo de libros son bajos, aunque en los últimos años se hayan incrementado. Esto puede relacionarse con el hecho de que el contacto con el idioma escrito y sus características particulares haga el aprendizaje del idioma más complejo todavía,

pues no se valora, como sería de esperar, ni la lectura ni la comunicación escrita. Importa todavía mencionar que los niños deben memorizar las reglas ortográficas, sin que la mayoría utilice herramientas para facilitar este proceso (p.e. juegos). De aquí la justificación para que los niños presenten tantos errores ortográficos, especialmente en colegios públicos. Posteriormente, en el apartado siguiente se delimitará el aprendizaje de las matemáticas, especificando también el contexto Colombiano.

### **2.3.2. Matemáticas**

Tal como mencionan Alfonso y Fuentes (2000), desde siempre han existido muchas interrogantes con respecto al pensamiento matemático, tales como: *¿el sentido numérico es innato o adquirido?, ¿cómo representamos los números en nuestro sistema cognitivo?*.

Para Piaget esta habilidad surge a los 5 años y tenía como requisito el razonamiento lógico. No obstante, hoy se cuenta con hallazgos que muestran que ya desde el primero año de vida los niños cuentan con conocimiento numérico rudimentario (Alfonso & Fuentes (2000).

Alfonso y Fuentes (2000), Rosselli y Matute (2011), mencionan que desde el nacimiento existen circuitos cerebrales responsables por la identificación de números pequeños, es decir, un módulo numérico, que permite la adquisición de cantidades y de sus relaciones y que será el punto de partida para el desarrollo de las habilidades matemáticas complejas. De esta forma, el sentido del pensamiento matemático se caracteriza por la habilidad para pensar el mundo en términos numéricos.

Los autores indagan: *“¿Que forma adopta la representación interna de los números?”* Para contestar esta pregunta, los autores hablan de tres aspectos fundamentales para caracterizar el pensamiento numérico: a) *el efecto de la*

### 2.3. Adquisición de los aprendizajes escolares básicos

*distancia* (siempre que tenemos que resolver una tarea de comparación de números); b) *el efecto del tamaño* (es más difícil la discriminación de números cuando aumentan sus valores numéricos) y c) *el efecto de asociación espacial numérica y código de respuesta - SNARC* (en tareas experimentales de tiempo de reacción, ante un número más elevado, las personas dan una respuesta más rápida con la mano derecha, lo contrario sucede para números bajos).

En Colombia no se tiene en cuenta, en la mayoría de los colegios, este sistema de adquisición de números y cantidades numéricas. Por este motivo se presentan tantas dificultades en matemáticas, pues a los niños se les dificulta o no saben representarse mentalmente cantidades, y por supuesto mientras más avanzan académicamente mayores serán esas debilidades.

Otro aspecto a tener en cuenta es como a lo largo de la historia de la psicología, el estudio de las matemáticas se ha realizado desde perspectivas diferentes, a veces enfrentadas. En el periodo inicial de la psicología científica se produjo un enfrentamiento entre los partidarios de un aprendizaje de las habilidades matemáticas elementales basado en la práctica y el ejercicio y los que defendían que era necesario aprender unos conceptos y una forma de razonar antes de pasar a la práctica y, por tanto, su enseñanza se debía centrar fundamentalmente en la significación u la comprensión de los conceptos.

Una buena muestra de ello son los diferentes posicionamientos mostrados por los enfoques de autores como Thorndike, Browell, Piaget, Ausubel, Gagné y Vigotsky. Todos ellos se preocuparon por el aprendizaje de las matemáticas y por intentar averiguar que hacen realmente los niños cuando llevan a cabo una determinada actividad matemática (Ahmed, 2011).

Como apunta Alsina (2012) existen diferentes prácticas educativas en las que se trabajan las conexiones matemáticas desde un enfoque globalizado (intradisciplinar e interdisciplinar). El uso de contextos de vida cotidiana a partir de un enfoque

globalizado es un claro ejemplo de ello. No obstante, es necesario puntualizar que este tipo de contextos de aprendizaje, o cualquier otro tipo de contexto, no contribuyen por ellos mismos al desarrollo de la alfabetización matemática, sino que ello depende de cómo los profesionales de la Educación Infantil plantean y gestionan las actividades de los alumnos. Así, es necesario considerar, primero, que las matemáticas forman parte de nuestro entorno; segundo, que las matemáticas deben servir para que el sujeto se desenvuelva mejor en este entorno, más que para resolver correctamente las actividades propuestas en un cuaderno; y tercero, y por encima de todo, debemos plantearnos cuáles son las necesidades de los niños y niñas en sus primeras edades para el aprendizaje de las matemáticas.

En este escenario de dificultades tanto en lectoescritura como de matemáticas, pueden surgir varias preguntas, como por ejemplo *¿será que las evaluaciones permiten dar cuenta del rendimiento y aprendizaje escolar?*, tal como menciona Murillo y Román (2008), ya que se supone que todos los niños aprenden de la misma forma y no es así. Esto está directamente relacionado con lo ya mencionado anteriormente en este mismo capítulo, suponer que en un sistema educativo centrado en la enseñanza, todos los alumnos reciben los mismos contenidos y consecuentemente obtienen el mismo aprendizaje. Para nada se tiene en cuenta que cada niño disponga de sus propios recursos cognitivos, una experiencia previa personalizada de conocimientos y unas motivaciones diferentes. Actualmente no se evalúa aprendizaje sino que se proporcionan calificaciones numéricas. Dos niños ante un mismo resultado numérico pueden haber obtenido aprendizajes bien distintos. Uno de los principales retos de los docentes debería estar en cómo evaluar aprendizaje y no limitarse a calificar numéricamente a los alumnos.

## **2.4. Resumen**

El presente capítulo empieza hablando de la Psicología de la instrucción, la cual emerge desde la psicología de la educación y de las teorías conductistas, pero rápidamente se aparta de estos paradigmas. Estando lo anterior conectado a los

#### 2.4. Resumen

procesos que se relacionan con la evolución del contexto enseñanza-aprendizaje y a la relación profesor-estudiante, la cual inicialmente estaba situada en el profesor como única fuente de conocimiento y ahora está en el estudiante como constructor de su propio aprendizaje, surgiendo el concepto de aprendizaje significativo.

El profesor asume el papel de guía en el aprendizaje. Este avance teórico-metodológico fue propiciado por autores como Bruner (1966), quien desde su perspectiva confirió a la educación un papel autónomo por parte del estudiante, para que este pueda construir significados y encajar los nuevos aprendizajes en los que ya posee. Lo anterior favorece la acumulación de conocimiento y no solamente su adquisición aislada que posteriormente el estudiante olvida pues no lo logra relacionarlo con información previa.

Especificando la dinámica Profesor-Estudiante, es importante resaltar que cuando existe un aprendizaje significativo este ocurre para siempre, creando una huella de conocimiento, el sujeto pasa de no saber al saber. Para esto el profesor se debe enfocar en los contenidos que el sujeto debe aprender y no en los contenidos que le va a enseñar, como lo mencionan Beltran y Genovard (1996). De acuerdo a su experiencia, el sujeto construye su conocimiento con base en su experiencia, asumiendo el proceso de aprendizaje como algo verdaderamente importante.

Así, los autores (p.e. Beltran & Genovard, 1996), contemplan la existencia de algunos factores que modelan esta relación del aprendizaje: la motivación, las creencias, el conocimiento previo, las interacciones, la nueva información y las estrategias. Esto indica que en un aprendizaje significativo se debe considerar una serie de requisitos de los estudiantes, para que estos puedan conectar la nueva información y generar el aprendizaje que se pretende.

En lo que concierne a la metodología de la enseñanza, usualmente se utilizaba la metodología tradicional en la que el profesor era el dueño del conocimiento. No obstante, a partir de los años 70, surgieron otras metodologías que permitieron la

aplicación del aprendizaje significativo, instrucción cognitiva, la instrucción situada, instrucción de estrategias cognitivas y la instrucción mixta. No se entrará en detalles en cada una de las metodologías, pero se aclara que cada vez más en el ámbito educativo se busca alejar de la metodología tradicional.

La instrucción, y la mayoría de las estrategias, buscan que se realice el aprendizaje significativo de los contenidos que representan las mayores dificultades para los niños, como lo es la lectura, escritura, y las matemáticas. Se habla de que las propias características del idioma pueden favorecer la presencia de dificultades. Para las matemáticas además de poder existir una relación entre el aprendizaje de estas y la lectura y comprensión de los enunciados, es importante generar herramientas curriculares que permitan al niño representar y abstraer cantidades.

Siendo esta investigación realizada con población colombiana también ocurre que no hay tanto interés por el aprendizaje escolar específicamente en niños de estrato más bajo, pues las condiciones socioeconómicas en las que viven no le permiten dedicar tiempo a la preparación de las habilidades que permiten obtener un rendimiento académico exitoso.

Es decir, si estos niños no practican los conceptos trabajados en el aula, muy difícilmente van a poder alcanzar los resultados esperados comparativamente a su grupo académico.

Por un lado, tenemos el factor relacionado con el nivel socioeconómico, no obstante, cuando se menciona el rendimiento y aprendizaje escolar también surgen las competencias académicas, las cuales muchas veces son divergentes del rendimiento escolar. Es importante percibir porque esto ocurre, que factores están bloqueando estos procesos.

Para finalizar, se indica que a continuación se presentarán los estudios más importantes que marcan la tendencia actual en este campo de investigación - funciones ejecutivas, aprendizaje y rendimiento escolar.



**CAPÍTULO 3. LA RELACIÓN ENTRE LAS FUNCIONES  
EJECUTIVAS Y EL APRENDIZAJE ESCOLAR**



### **3.1. Tendencias actuales en la relación**

En los capítulos anteriores ha quedado claro cómo se da el aprendizaje escolar y las variables que intervienen en este proceso. De igual modo, se pudo documentar que las funciones ejecutivas son una habilidad cognitiva que inicia su desarrollo en la infancia y que se encuentra implicada en los procesos más complejos de la vida del individuo. Considerando que, para los niños, el contexto que implica mayor demanda es el académico, las alteraciones que puedan surgir en sus funciones ejecutivas van impactar este contexto.

Algunos autores (p.e. Blair, 2016; Shanmugan & Satterhwaite, 2016) documentan que las funciones ejecutivas se desarrollan rápidamente en la infancia y son claves para el éxito académico. Así, el desarrollo de la habilidad para regular los estados emocionales y mantener el nivel óptimo de atención que permita al sujeto orientar su conducta al aprendizaje escolar es el primer objetivo de la educación preescolar. Se esperaría que, en el caso más favorable, los niños en edad preescolar hagan estos avances para que cuando lleguen a la educación primaria puedan hacer uso de estas habilidades.

Así, la investigación alrededor del tema del desarrollo de las funciones ejecutivas en población infantil y las diferencias interindividuales han sido foco de interés, bien como el impacto del desarrollo de estas en los niños, desde el ámbito cognitivo, socio-emocional y académico (Blair, 2016).

García y Rigau (2012) plantean que, desde el ámbito de la educación, hace tiempo se han utilizado términos que podrían ser equivalentes a lo que hoy conocemos como funciones ejecutivas. No obstante, es relativamente reciente la consideración de las funciones ejecutivas como proceso esencial para el aprendizaje escolar.

### 3.1. Tendencias actuales en la relación

De este modo, los logros alcanzados en el contexto educacional están determinados, en parte, por la habilidad para tener éxito en un dominio académico específico (Passolunghi y Lanfranchi, 2012). Aunque exista este conocimiento, todavía se sigue en la búsqueda de los predictores o de las claves para el éxito académico. En este contexto, el funcionamiento ejecutivo ha tenido una popularización en los últimos años, habiendo ya bastantes investigaciones que documentan el papel de las funciones ejecutivas en el aprendizaje escolar (p.e. Hughes, Ensor, Wilson, & Grham, 2010; Lee, Bull & Ho, 2013).

En esta misma línea, Meltzer (2010) expone que el éxito académico depende de la habilidad de los estudiantes para planear, priorizar su tiempo, organizar el material así como la información, elegir las ideas principales obviando los detalles, cambiar de forma flexible entre diferentes métodos de resolución de problemas, monitorear su propio progreso y reflexionar sobre su trabajo.

La revisión de la literatura realizada por Baggetta y Alexander (2016), evidencia que existe un gran número de publicaciones en las que en el título se encuentran aspectos como: *“Funciones ejecutivas como predictores del éxito académico y en la vida”*, *“¿Son las funciones ejecutivas el nuevo CI?”*, *“5 razones por las cuales los padres se deben familiarizar con las funciones ejecutivas”*, *“Las habilidades de funciones ejecutivas son esenciales para el presente y el futuro”*.

En la actualidad, existen más de veinte laboratorios (p.e. Schuhfried, 2017; Instituto Guttman, 2017) que se han interesado en desarrollar y comercializar programas para estimular las funciones ejecutivas en los contextos académico, de salud y de enfermedad.

Lo anterior se relaciona con el avance propiciado por las investigaciones en el área en las últimas décadas, indicando que las funciones ejecutivas son claves para el éxito en diferentes ámbitos, tales como: a) razonamiento, b) comprensión lectora, c) aprendizaje en general en niños, d) aprendizaje en adultos, e) reducción de la sintomatología asociada al trastorno de déficit de atención con hiperactividad, y f)

preparación para la escuela y éxito escolar, entre otros (Baggetta & Alexander, 2016; Dias & Seabra, 2016).

Más concretamente, entre el año 2000 y 2013 se encuentran publicados alrededor de 1400 artículos (datos de PsylInfo provenientes de Baggetta & Alexander, 2016), cuyo enfoque estuvo en la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar. Los autores no contemplan los artículos indexados en otras bases científicas, así como los trabajos de grado y posgrado, bien como libros monográficos, capítulos de libros y proyectos de investigación que se han realizado en el ámbito de las funciones ejecutivas, lo que superaría bastante el valor numérico indicado.

En esta línea, autores como Dias y Seabra (2016), Zelazo (2015), Duncan, McClelland y Acock (2017), argumentan que las funciones ejecutivas y las habilidades de regulación conductual son fuertes predictores del desempeño académico. Esta relación existe una vez que, aquellos niños que logran focalizar su atención e inhibir conductas disruptivas, tienen una mejor capacidad para adaptar flexiblemente su conducta a nuevas situaciones y a las demandas. De igual modo, podrán hacer uso de esas habilidades cuando la situación lo requiera y esto impactará su aprendizaje y su funcionamiento diario. De acuerdo a esto, los niños hacen uso de sus funciones ejecutivas cuando atienden a los maestros, siguen instrucciones y completan o persisten en una tarea o actividad.

En otro estudio realizado por Duncan, McClelland y Acock (2017), se analizó la relación entre las funciones ejecutivas, la regulación de la conducta en el salón de clase y los logros académicos de acuerdo al nivel socioeconómicos de los padres, habiendo encontrado que todas las variables se encuentran relacionadas de forma similar con el rendimiento escolar. A partir de lo anterior los autores indican que niveles socioeconómicos más elevados se asocian a un mejor rendimiento escolar.

### 3.1. Tendencias actuales en la relación

Por otra parte, Baggetta y Alexander (2016), mencionan que el papel de las funciones ejecutivas en el aprendizaje y desempeño académico es un tópico de investigación muy popular. Es necesario seguir en la búsqueda de la respuesta a la pregunta *¿Cómo contribuyen las funciones ejecutivas para el desempeño humano, específicamente en el contexto educativo?*. Pregunta esta que será contestada en el marco empírico de este trabajo.

Los autores mencionan también en su artículo de revisión que, una gran parte de los estudios han sido realizados alrededor del desempeño escolar (específicamente en el rendimiento escolar), seguido por el tema del funcionamiento social.

Autores como Otero y Baker (2014), mencionan que en la niñez temprana la mejoría en el desempeño en las habilidades relacionadas con inhibición, memoria de trabajo, fluidez verbal y planeación permiten que en la etapa preescolar los niños tengan un rol más activo en el aprendizaje. Así, para que los niños sean exitosos cuando la demanda académica se incrementa es determinante que durante el periodo preescolar se puedan fomentar adecuadamente estas habilidades.

Según autores como Davis-Unger y Carlson (2008), el desempeño en tareas de funciones ejecutivas tiene un fuerte valor para la eficacia de la enseñanza, estas tareas asumen tanto la función de moderador como mediador.

Por otra parte, Duncan, McClelland y Acock (2017), mencionan que las funciones ejecutivas permiten que los niños regulen su conducta hacia el aprendizaje y se mantengan en el puesto de trabajo durante el tiempo requerido para culminar exitosamente las demandas propuestas en clase. Lo anterior hará posible que logren atender a la información brindada por los maestros, resolver problemas y orientar su conducta a la consecución de determinados objetivos.

De igual modo Garcia y Rigau (2012), documentan que un bajo rendimiento en tareas que miden funciones ejecutivas se relaciona con dificultades en el

aprendizaje escolar. A continuación, en la Tabla 7 se presentan los signos de dificultades reportados por las autoras.

Tabla 7.

*Principales signos de dificultades en funciones ejecutivas.*

	<b>Función ejecutiva utilizada</b>	<b>Signos de disfunción ejecutiva</b>
<b>Comprensión lectora</b>	Memoria de trabajo/acceso a la información.	Olvido de puntos clave, dificultad para entender la globalidad.
	Regular el estado de alerta.	Incapacidad de mantener el alerta y la atención.
	Regular la velocidad de procesamiento.	Leer encuadrando, perder el ritmo en el patrón de la lectura.
<b>Escritura</b>	Activación.	Dificultad para iniciar el proyecto.
	Organización.	Dificultad para mantener una idea enlazada.
	Priorización.	Escribir muchas cosas e ideas sin dar importancia a la historia.
	Secuenciación.	Presentar hechos y/o ideas desorganizadas, orden ilógico e incoherente.
<b>Resolver exámenes</b>	Focalización.	Fácil distracción. Incapacidad de estar centrado en las instrucciones o las preguntas.
	Estrategia.	Incapacidad de desarrollar un plan de actuación adecuado desgranando por partes el examen (instrucciones) antes de responder.
	Memoria de trabajo.	Al responder las preguntas, dificultad para recordar la información previamente adquirida.
		Esfuerzos para acceder a la información.
	Incapacidad para manipular mentalmente hechos/conceptos a fin de encontrar la respuesta a la pregunta.	
	Control de la mente.	Dedicación exagerada de tiempo en algunas preguntas.

### 3.1. Tendencias actuales en la relación

<b>Proyectos a largo plazo</b>	Organización.	Incapacidad de determinar los pasos para realizar el trabajo (la secuencia).
		Fallos en la unión de la información de forma lógica y ordenada.
	Control del tiempo.	Dificultad en la planificación realista del tiempo que se necesita para efectuar cada paso.
	Autorregulación.	Fallo en la monitorización del proyecto.
<b>Resumir, tomar notas, estudiar</b>	Capacidad de cambio.	Incapacidad para hacer una tarea atendiendo a otro trabajo y para cambiar adecuadamente el foco de atención.
	Tolerancia a la frustración.	Al equivocarse o detectar un error, enfadarse y no utilizar el error como aprendizaje.

Nota: Adaptado de "Funciones ejecutivas y dificultades de aprendizaje. In *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (p. 523)" de Garcia & Rigau, 2012. Copyright 2012 por Viguera Editores.

Como se pudo dar cuenta, existe un gran número de investigadores trabajando para que se alcance la comprensión de la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, desde varias disciplinas. No obstante todos estos aportes científicos, todavía existen cuestiones para resolver (p.e. *¿Cómo impactan las funciones ejecutivas en el aprendizaje escolar?, ¿Este impacto cambia según los periodos de desarrollo de las funciones ejecutivas?*) y puntos para clarificar alrededor de la temática de las funciones ejecutivas en el contexto del aprendizaje escolar. Aspectos que se contestarán en el marco empírico de este trabajo.

En este orden de ideas, Baggetta y Alexander (2016), argumentan que, si existe rigurosidad en los objetivos establecidos, se puede llegar a una comprensión de la relación entre las funciones ejecutivas y el desempeño académico.

Por su parte, Jacob y Parkinson (2015), realizaron una revisión sobre la asociación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico. Los autores encontraron que existen pocos estudios que exploren la relación causal entre las funciones

ejecutivas y el rendimiento académico de forma rigurosa, indicando que los estudios que se han reportado son contradictorios.

De igual modo, los autores indican que aunque se sepa que existe una relación, son pocos los estudios que reportan como los diferentes componentes de las funciones ejecutivas están implicados en la relación; también se sabe muy poco sobre cómo es esta relación diferencial para la lectoescritura y para las matemáticas. Indicando que se ha estudiado en mayor medida la relación entre los componentes de las funciones ejecutivas y las matemáticas, comparativamente al número de estudios desarrollados para la lectoescritura.

Con lo anterior se puede notar, aunque los trabajos de revisión de los autores reportados (Jacob & Parkinson, 2015; Baggetta & Alexander, 2016) sean de años diferentes, en ambos se llega a la conclusión de que es necesario que se realicen más estudios que permitan caracterizar la asociación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar.

Por otra parte, si se llega a la conclusión de que existe una relación diferencial para matemáticas y lectoescritura, se podrían proponer adaptaciones curriculares que involucren actividades para trabajar las funciones ejecutivas. De igual modo, si se llega a encontrar que alguno de los componentes de las funciones ejecutivas tiene una asociación más fuerte con el rendimiento escolar, los programas curriculares podrían hacer mayor énfasis en ese aspecto

En lo que concierne al enfoque teórico, es importante estudiar la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar con recurso a los modelos factoriales, de modo a entender como cada componente del funcionamiento ejecutivo tiene interacción para explicar las variaciones en el rendimiento escolar.

Posteriormente a la comprensión de las tendencias actuales que permiten caracterizar el conocimiento disponible sobre la relación entre las funciones

### *3.2. Diferencias según el tipo de aprendizaje escolar*

ejecutivas y el aprendizaje escolar, es importante percibir que diferencias se han reportado según el tipo de aprendizaje escolar

## **3.2. Diferencias según el tipo de aprendizaje escolar**

En la sección anterior se puso en evidencia que existe relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, no obstante, hay que seguir trabajando con miras de conocer los matices de esa relación. De igual modo, la literatura actual (p.e. Jacob & Parkinson, 2015) muestra que el principal enfoque de las investigaciones ha estado en la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje de las matemáticas, no siendo la lectoescritura tan estudiada.

En seguida se presentarán las diferencias reportadas en los trabajos revisados, según la relación diferencial entre el rendimiento en tareas que miden funciones ejecutivas y el tipo de aprendizaje escolar: matemáticas o lectoescritura.

### **3.2.1. El aprendizaje de las matemáticas**

En la literatura actual ha existido una mayor tendencia para establecer la relación entre las funciones ejecutivas y las habilidades matemáticas, más que para otros dominios del rendimiento académico. Los conceptos matemáticos que han mostrado mayor relación con las funciones ejecutivas han sido la multiplicación y la resolución de problemas (Baggetta & Alexander, 2016).

Algunos autores (p.e. Hassinger-Das, Jordan, Glutting, Irwin & Dyson, 2014) encontraron que los niños con mejores habilidades ejecutivas muestran un amplio incremento en el desempeño en las matemáticas en los periodos del preescolar y del primer grado, específicamente en problemas aplicados. De acuerdo a esto, las funciones ejecutivas frías (modelo descrito anteriormente) predicen habilidades matemáticas en el jardín infantil. A su turno, las funciones ejecutivas calientes no

guardan relación alguna con el rendimiento en matemáticas (Baggetta & Alexander, 2016).

Por otra parte, Clements, Samarra y Germeroth (2016), mencionan que, para aprender y resolver problemas, son necesarios recursos que posibiliten controlar, supervisar y regular el propio pensamiento y la conducta. Luego, las funciones ejecutivas constituyen una característica inherente al proceso del aprendizaje productivo de las matemáticas (p.e. los niños necesitan inhibir y analizar bien el problema que tienen que resolver para responder correctamente). Las aptitudes implicadas en las habilidades matemáticas serían la comprensión conceptual, la fluidez de procedimientos, las habilidades estratégicas, el razonamiento adaptativo y la disposición productiva (Clements, Samarra & Germeroth, 2016).

Existen autores que reportan que la memoria de trabajo es un factor importante en el éxito en las tareas que requieren habilidades matemáticas (Andersson, 2008; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Adicional a esto, también hay quienes documentan que los niños que presentan dificultades para las matemáticas presentan rendimiento inferior en las tareas que evalúan las habilidades de inhibición (Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011),

Otros autores (p.e. Arroyo, Korzeniowsky & Espósito, 2014; Cai, Georgiou, Wen & Das, 2016), observaron que variaciones en las habilidades de planeación se relacionaban con variaciones en la aptitud para solucionar problemas matemáticos. Importa mencionar que esta relación parece estar mediada también por la asociación que establece la habilidad de comprensión lectora y la habilidad de planeación.

Existen algunos estudios que identificaron que las habilidades de planeación predecían la comprensión lectora (p.e. Kendeou, Papadopoulos & Spanoudis, 2015) y que la comprensión lectora era predictiva de las habilidades matemáticas (Zheng, Swanson & Marcoulides, 2011).

### 3.2. Diferencias según el tipo de aprendizaje escolar

Zelazo, Blair, y Willoughby (2016), documentan que está bien establecido el papel de las funciones ejecutivas en el aprendizaje de las matemáticas, debido a que la resolución de problemas implica habilidades de memoria de trabajo así como flexibilidad cognitiva.

La revisión teórica muestra que existe un reporte consistente en lo que se refiere a la relación entre los componentes de las funciones ejecutivas, como la memoria de trabajo, la planeación, la flexibilidad cognitiva, control inhibitorio, las aptitudes que caracterizan el aprendizaje de las matemáticas bien como el rendimiento escolar en matemáticas.

Aun así, es importante contribuir a este campo de estudio buscando ampliar la respuesta a la pregunta: *¿Cómo el aprendizaje y el rendimiento escolar en matemáticas pueden ser impactados por las funciones ejecutivas?* Esta contribución es necesaria pues la mayoría de los estudios han utilizado metodologías poco robustas. A lo anterior se suma que no se haya tenido en cuenta el nivel de escolaridad de la madre, control de antecedentes de los niños, entre otros. Se aclara que esta pregunta será contestada en el marco empírico de este trabajo.

Puesto esto, a continuación se presentará la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje de la lectoescritura.

#### **3.2.2. El aprendizaje de la lectoescritura**

La literatura que hace referencia a la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje de la lectoescritura es significativamente inferior a los estudios que reportan esta relación con las matemáticas.

Los trabajos de Fuster (2008), muestran que las funciones ejecutivas tienen un fuerte impacto en los procesos de comprensión lectora y fluidez. También se ha

investigado específicamente el rol de la habilidad de la flexibilidad cognitiva en la composición y descomposición de palabras.

A su turno, Zelazo (2015), muestra que en niños de 6 años las funciones ejecutivas son predictores del aprendizaje conceptual. Tal como lo indican Zelazo, Blair, y Willoughby (2016), la asociación entre las funciones ejecutivas y las habilidades de lectura surge debido a la fuerte asociación entre las funciones ejecutivas y el desarrollo del lenguaje.

Por otra parte, Cai, Georgiou, Wen y Das (2016), mencionan que se encuentra descrito que la planeación es un fuerte predictor de la lectura, específicamente de la comprensión lectora.

Segers, Damhuis, Sande, y Verhoeven (2016), mencionan que las funciones ejecutivas y el ambiente del hogar son predictores de las habilidades de lectura iniciales. Esta relación se verifica especialmente para el aprendizaje del vocabulario y la comprensión de la lectura.

De igual modo, autores como Helland y Asbjorsen (2000), indican que existe una relación entre las dificultades de lectura y las funciones ejecutivas, mostrando que los individuos que presentan mayores dificultades en la lectura presentan desempeños inferiores en todas las pruebas de funciones ejecutivas. Por otra parte, Drijbooms, Groen y Verhoeven (2017), muestran la importancia de las funciones ejecutivas para el desarrollo de las habilidades de escritura.

Otros autores como Butterfuss y Kendou (2017), mencionan que las funciones ejecutivas podrán explicar las interacciones complejas entre el sujeto que lee el texto, el texto y el discurso, permitiendo así el desarrollo de modelos de comprensión lectora que incluyan las funciones ejecutivas. Siendo este un importante avance en la comprensión de las funciones ejecutivas en niños, ya que

### 3.3. Factor modulador: el nivel socioeconómico

el trabajo en funciones ejecutivas permitiría incrementar la comprensión lectora de los menores.

Aunque ya se hayan realizado diferentes estudios, todavía no está claro como las funciones ejecutivas impactan las habilidades de lectura y escritura. De esta forma, los estudios reportados, evidencian la necesidad de responder a la siguiente pregunta: *¿Cómo el aprendizaje y el rendimiento escolar en lectoescritura puede ser impactados por las funciones ejecutivas?* Pregunta esta que será contestada en el marco empírico de este trabajo.

### **3.3. Factor modulador: el nivel socioeconómico**

Es importante entender las funciones ejecutivas y la regulación conductual de los niños en el contexto de la pobreza, debido a que se asocia a menor calidad del ambiente familiar y de aprendizaje. Los estudios (p.e. Kim et al., 2013), han demostrado que la pobreza se asocia a elevados niveles de estrés crónico que impactan las funciones ejecutivas y los procesos de regulación. Sin los recursos de soporte necesarios, ambientes altamente estresantes producen un incremento en la reactivación neuronal, lo que podría contribuir a los bajos niveles de desempeño en actividades que requieren funciones ejecutivas y regulación conductual.

Morrison et al., (2010), mencionan que los niños que se encuentran en ambientes más favorecidos económicamente tienen mejores habilidades de control inhibitorio y rendimiento escolar. Hay estudios que confirman este planteamiento y otros que lo rechazan. Siendo esto indicador de que es necesaria más investigación en el área para profundizar en esta problemática.

En los trabajos de Duncan, McClelland y Acock (2017), se encontró que el control inhibitorio está menos relacionado con otros procesos de las funciones ejecutivas y regulación conductual en niños provenientes de familias con nivel socioeconómico bajo. Del mismo modo, el control inhibitorio se encuentra menos relacionado con las

habilidades matemáticas y habilidades de vocabulario en los niños, mientras que otros procesos como la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva se relacionan de forma más consistente con el nivel socioeconómico.

Hanson et al. (2013), mencionan que los niños procedentes de familias menos favorecidas económicamente, por lo general, tienen menor número de herramientas de aprendizaje, como libros, acceso a computadores con internet, entre otras. De acuerdo con el autor, los niños provenientes de ambientes con estas características van a presentar en mayor medida trastornos del aprendizaje, trastornos conductuales, problemas de salud mental y física que persisten hasta la edad adulta. Estos efectos se han documentado en países como Brasil, México y Estados Unidos (Murillo & Román, 2008).

En línea con lo expuesto, Segers, Damhuis, Sande, y Verhoeven (2016), reportan tres aspectos relacionados con el nivel socioeconómico que actúan como factores de riesgo para el desarrollo de las habilidades de lectura en los niños, son ellos: a) el nivel educacional de los padres, b) el clima de lectura en la casa, y c) la frecuencia de lectura. En países en desarrollo, como Colombia, estos son aspectos que impactan el desarrollo de los niños, pues hay poco interés por las actividades de lectura en población de nivel socioeconómico medio y bajo (Murillo & Román, 2008).

Según Strasser, Rolla, y Romer-Contreras (2016), existe el reporte de un trabajo realizado (como resultado de una tesis de Doctorado) con población preescolar de Chile en el que la autora muestra que el nivel socioeconómico parece impactar en mayor medida la inteligencia verbal que las funciones ejecutivas.

En línea con lo anterior, Zelazo, Blair, y Willoughby (2016), y Duncan, McClelland y Acock (2017), mencionan que todavía queda por clarificar de qué modo, los factores demográficos modelan la relación entre las habilidades ejecutivas y el rendimiento escolar.

### 3.4. Oportunidades de la relación

Se dará paso a la exposición de las oportunidades de investigación que pueden surgir mediante el estudio de una relación que aparentemente ya se encuentra establecida, pero que se sigue en la búsqueda de ampliar su entendimiento.

Así, mediante la revisión de la literatura realizada, es posible proponer el ciclo del aprendizaje escolar (véase Figura 3), en el cual se resaltan los aspectos claves para entender la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar: a) individualidad del sujeto, b) habilidades para el aprendizaje, c) medio de aprendizaje, d) contexto de aprendizaje, e) resultado del aprendizaje, y f) evaluación del aprendizaje.

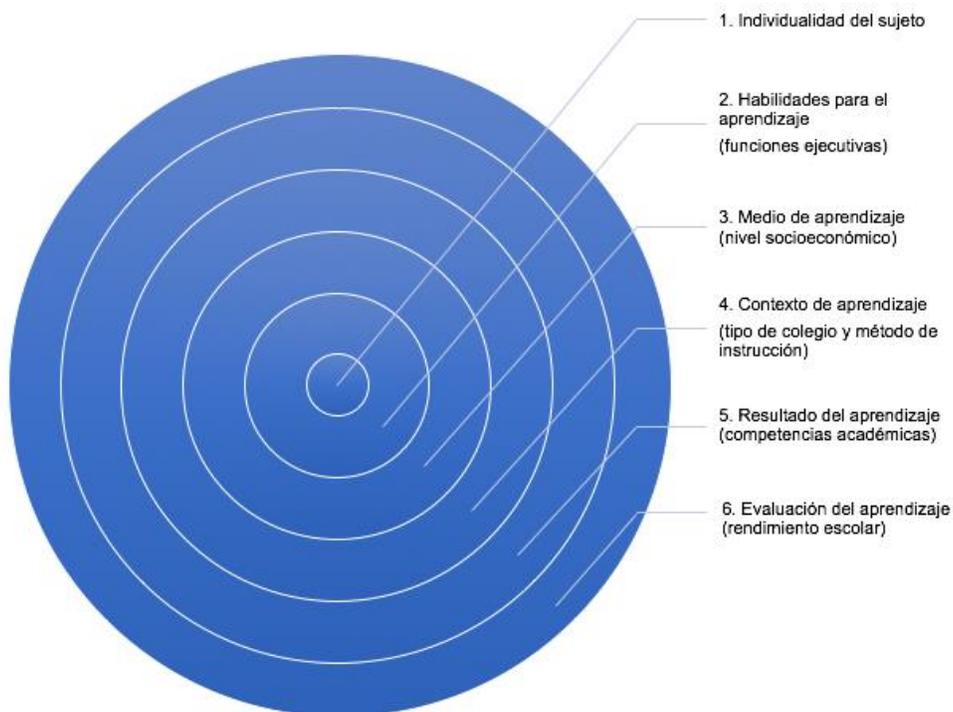


Figura 3. Ciclo del aprendizaje escolar.

Elaboración propia.

De acuerdo a la dinámica propuesta en el ciclo del aprendizaje escolar, podrían surgir oportunidades para el establecimiento de relaciones entre los elementos que lo componen, a nivel unidireccional y bidireccional, que se detallan en el marco empírico. En seguida se plantean, oportunidades de intervención que podrían surgir de esta relación.

**- El desarrollo de programas de intervención en contexto escolar orientados al trabajo en funciones ejecutivas**

En varios trabajos (p.e. Meltzer, Reddy, Pollica & Roditi, 2004) se ha demostrado que una mejoría en las funciones ejecutivas produce beneficios en el contexto escolar y que pequeños cambios en las funciones ejecutivas impactan la vida de los niños de forma significativa.

Meltzer, Reddy, Pollica y Roditi (2004), establecen un ciclo del éxito escolar (véase Figura 4). De acuerdo a su ciclo de éxito escolar el desarrollo de estrategias tiene un fuerte impacto en el aprendizaje.

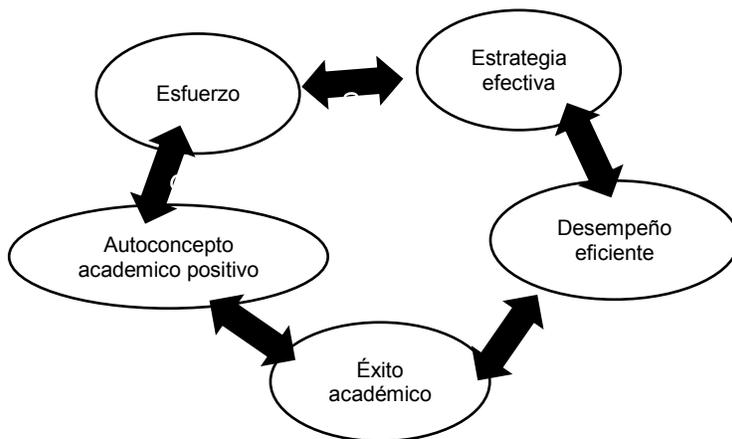


Figura 4. Ciclo del éxito escolar.

*Adaptado de Meltzer, L. (2010). Promoting executive function in the classroom (p.9) New York: The Guilford Press. Copyright 2010 por la American Psychological Association.*

En esta línea, Dias y Seabra (2016), mencionan que las funciones ejecutivas se pueden promover mediante intervenciones realizadas en el salón de clase. Se han

### 3.4. Oportunidades de la relación

publicado diferentes trabajos en todo el mundo alrededor de este aspecto. Garcia y Rigau (2012), hacen referencia a un programa de entrenamiento “*Drive to Thrive*” (Meltzer, 2010). Las autoras mencionan que la eficacia del programa para mejorar las funciones ejecutivas en el contexto escolar estará relacionada con los siguientes aspectos: a) las estrategias utilizadas deben relacionarse con el currículo escolar, b) el profesor debe brindar instrucciones explícitas y es necesario que los estudiantes comprueben que las estrategias que están utilizando les permite ser exitosos, c) las estrategias deben ser un apoyo sistemático y estructurado, y d) la retroalimentación debe ser constante y el niño debe sentirse motivado para utilizar las estrategias.

Por otra parte, Blair (2016b), reporta que los sujetos que realizan una actividad específica relacionada con las funciones ejecutivas durante 6 a 8 semanas - durante 45 minutos al día muestran alteraciones en el funcionamiento cerebral (estudios realizados para memoria de trabajo). No obstante, según el autor, también existen estudios que apuntan a cambios relacionados con las habilidades atencionales. Asimismo, las investigaciones han demostrado que la intervención orientada a las funciones ejecutivas no tiene efecto únicamente en las medidas conductuales de las funciones ejecutivas, sino que también se evidencian cambios en la actividad cerebral. Importa mencionar que los programas se han desarrollado, en su mayoría, en Estados Unidos.

Así, es importante seguir con el desarrollo de programas de intervención direccionados al trabajo en funciones ejecutivas en el aula, específicamente en la región de Latinoamérica, de modo a incrementar el éxito escolar y disminuir posibles conductas de riesgo. De igual forma se aclara que existe una preocupación más fuerte por la región de Latinoamérica ya que el presente trabajo tiene como objetivo la población infantil colombiana.

**- Las funciones ejecutivas en relación con el medio y contexto de aprendizaje**

Queda por clarificar si las conexiones entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar son las mismas en diferentes poblaciones de niños. De aquí podría emerger el interés de investigar el desarrollo de estudios de una población tan específica como la colombiana, orientado a la comprensión de los procesos ejecutivos en niños de colegios cuyo método instruccional se relaciona con el sistema público y privado.

En línea con lo anterior, se establece que la posibilidad de estudiar la población infantil colombiana, proveniente de colegios públicos y privados, constituye un aporte novedoso no solo en Colombia, sino también en Latinoamérica.

Adicional a lo anterior, es importante referir que también es una necesidad seguir estudiando las diferencias entre instituciones educativas públicas y privadas, así como estas impactan el desarrollo de las funciones ejecutivas de los niños. Así, la metodología de enseñanza, el cuidado y seguimiento de los niños y de los padres, podrían cambiar de acuerdo al tipo de colegio. Implicando, en alguna medida, que los niños de colegios públicos podrían estar en desventaja frente a sus pares que frecuentan el colegio privado.

Los niños más favorecidos económicamente van a poder tener acceso a bienes y servicios educativos de mejor calidad, los cuales impactarán positivamente en el desarrollo de sus funciones ejecutivas. Para mitigar la desigualdad en el desarrollo de las funciones ejecutivas entre niños de diferentes clases socioeconómicas, se podría incluir el trabajo específico para estas funciones en el aula.

### **3.5. Resumen**

La utilización de las funciones ejecutivas en el día a día, se puede relacionar con la visión que se tiene cuando se observa un bosque, es posible hacerlo desde la parte de arriba de una montaña o se puede hacer desde el camino entre los árboles, tener

### 3.5. Resumen

la habilidad para alternar entre estas dos perspectivas da al sujeto la posibilidad de conocer la realidad en su totalidad. Tanto una como la otra perspectiva permiten comprender la realidad, pero de forma aislada son insuficientes.

El éxito académico se encuentra fuertemente relacionado con la motivación, el esfuerzo, la persistencia, el autoconcepto académico y la autoeficacia (Meltzer, 2010). Estas son habilidades percibidas por los estudiantes que le permiten mantener la motivación frente a los contenidos que deben aprender en el salón de clase, siendo estos de mayor o menor interés para ellos.

Así, en este capítulo se pudo resaltar las oportunidades de trabajo que pueden surgir en la temática de funciones ejecutivas. Se habló inicialmente de las tendencias actuales de la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, siendo este un tópico de estudio que bastante interés ha generado pero que todavía no ha obtenido respuestas contundentes. Existe una relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, pero se desconoce en parte los matices de esa relación pues se han elaborado pocos estudios con características metodológicas rigurosas.

En lo que concierne a las diferencias en la relación entre las habilidades académicas, parece existir una tendencia que apunta una relación más fuerte entre las funciones ejecutivas y las habilidades matemáticas, comparativamente a la lectoescritura. De este modo surgen algunas oportunidades de trabajo: a) validar si esto ocurre también para población colombiana, b) cual es el tipo de relación entre la lectoescritura y las funciones ejecutivas, entre otras.

De acuerdo a lo anterior parecen surgir dos prioridades, en primer lugar investigar de forma rigurosa como contribuyen las funciones ejecutivas para el rendimiento y aprendizaje escolar. En segundo lugar conocer los factores que pueden modular fuertemente esta relación, como el nivel socioeconómico y el tipo de colegio frecuentado por los niños.

En este capítulo se ha mencionado también como los programas de intervención aplicados en otros países podrían ser efectivos para las funciones ejecutivas y consecuentemente para el aprendizaje escolar, lo que daría indicios de que si se desarrollan programas de intervención en Colombia, estos podrían impactar positivamente en el aprendizaje y rendimiento escolar de los niños.

No obstante, para identificar los programas que tendrían mayor éxito se requiere de una evaluación rigurosa de las funciones ejecutivas, para conocer los dominios que presentan mayores debilidades y así direccionar los esfuerzos de intervención a estos procesos. Estos programas, habiendo la necesidad, tendrían que tener en cuenta los factores moduladores, como por ejemplo el nivel socioeconómico de los niños.

Lo anterior es muy importante, por ese motivo en el marco empírico se hará énfasis en la evaluación de las funciones ejecutivas.



## **PARTE 2: MARCO EMPÍRICO**



## INTRODUCCIÓN AL MARCO EMPÍRICO

En esta sección se presentarán los resultados (capítulo 4), la discusión y conclusiones de la investigación (capítulo 5), de forma a explorar la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar en población infantil colombiana con edades entre los 7 y 11 años.

El capítulo 4 se inicia con la presentación del tipo de diseño utilizado en la investigación, las características de la muestra, los instrumentos que se aplicaron, el procedimiento para la recolección de datos y el análisis estadístico realizado. Importa mencionar que las técnicas estadísticas utilizadas son aquellas que en la actualidad mayor relevancia tienen para el estudio de las funciones ejecutivas y la relación de estas con el aprendizaje escolar. Asimismo, se consideran las que tienen mayor fiabilidad y rigurosidad para el estudio del tema.

Se seguirá con la presentación del primer estudio en el cual se desea conocer la influencia del tipo de escuela en las variables sociodemográficas, en las funciones ejecutivas, y en el rendimiento escolar en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años.

Seguidamente se presentará el segundo estudio en el que se desea estudiar el efecto, la relación predictiva y la posibilidad de bidireccionalidad entre las funciones ejecutivas, el aprendizaje y rendimiento escolar de una muestra de niños colombianos entre los 7 y 11 años. Con este capítulo se direccionarán esfuerzos hacia la comprensión del problema principal de esta investigación *¿Cómo impactan las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar y como estas son impactadas por el mismo rendimiento escolar?*.

Como se pudo constatar en el marco teórico, en la literatura actual ya parecen existir varias respuestas, sin embargo, algunos estudios son contradictorios y poco

rigurosos, de ahí emerge la necesidad de seguir con el desarrollo de trabajo empírico en esta área de estudio.

Posteriormente en el capítulo 5, se discutirán los resultados a la luz de la literatura, relacionando los hallazgos de la investigación con la teoría revisada. Del mismo modo se presentarán los puntos fuertes del estudio, las principales limitaciones, las aportaciones novedosas del estudio y las perspectivas de trabajo de futuro.

De modo general, todo lo anterior se realizará en el sentido de percibir como contribuyen las funciones ejecutivas para el desempeño humano, específicamente en el contexto educativo, de modo a posibilitar el eventual incremento de la calidad de la educación que reciben los niños y que esta se adapte a sus necesidades, según el momento del desarrollo en el que se encuentren y la dificultad que presenten.

## **CAPÍTULO 4. *FASE EXPERIMENTAL***



## **4.1. Descripción de la fase experimental**

### **4.1.1. Diseño**

Este es un estudio de tipo cuantitativo, pues involucra la recolección de información numérica y el análisis de esta mediante procesos estadísticos. Por ende, se realizó un estudio no experimental, una vez que no hay manipulación deliberada de las variables. Autores como Hernández, Fernández y Baptista (2014), mencionan que a través de la investigación no experimental se pretende analizar fenómenos tal como se dan en su contexto natural. Lo que implica que los grupos con los cuales se pretende trabajar ya pertenecen a un determinado nivel de la variable de estudio por autoselección.

En lo que concierne al tipo de diseño del estudio, se trata de un estudio con un diseño de tipo transversal, correlacional – causal. Lo anterior ocurre pues se desea estudiar un determinado fenómeno en un momento específico del tiempo, siendo correlacional- causal pues se estudiará el efecto de las variables independientes sobre las variables dependientes. Debido a esto se utiliza la clasificación de Hernández, Fernández y Baptista (2014).

### **4.1.2. Muestra**

Para la definición del tamaño muestral se tuvieron en cuenta los planteamientos de Cohen, Cohen, West y Aikens (2003), y de Hernández, Fernández y Baptista (2014). Así, se respetaron los siguientes parámetros: las investigaciones metodológicas recientes, la población a estudiar, los subgrupos que se ambicionan conformar y los análisis estadísticos que se pretende llevar a cabo.

En lo que respecta a la selección de la muestra, esta fue seleccionada mediante un proceso de muestreo probabilístico estratificado, siendo los estratos el tipo de

#### 4.1. Descripción de la fase experimental

escuela y en cada escuela el grupo de estudiantes con y sin dificultades académicas en castellano y/o matemáticas. Los grupos fueron denominados como grupo clínico y grupo de control y/o comparación, respectivamente y la variable fue denominada de Grupo. No obstante, los diferentes estratos no quedaron exactamente con la misma dimensión pues algunos alumnos no pudieron terminar las pruebas o sus padres no los autorizaron a participar en el estudio.

De esta forma, se contó con una muestra de 138 sujetos, con un promedio de edades de 8.8 años (DE=1.3). Los datos de los sujetos se recogieron de tres colegios de la ciudad de Bogotá. Se obtuvieron datos de 70 sujetos en dos colegios privados y datos de 68 sujetos pertenecientes a un colegio público. Adicionalmente, los grupos de estudiantes fueron distribuidos de acuerdo al género, habiendo número equivalente de estudiantes del género masculino y femenino en ambos colegios. Así, la muestra estuvo conformada por dos grupos – clínico y de control, con un número equivalente de casos en cada uno distribuido por género (véase Figura 5).

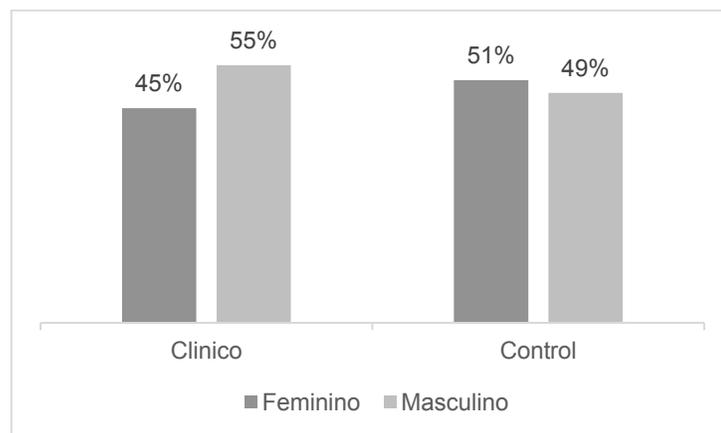


Figura 5. Distribución del género por grupo clínico y de control.

Se intentó que los colegios fueran similares a nivel socioeconómico. Una vez que, en Colombia la estratificación socioeconómica se relaciona con la ubicación geográfica del área de vivienda, las características de la vivienda, los accesos y conexiones, y los servicios públicos. Existiendo seis estratos socioeconómicos,

específicamente: 1 (bajo-bajo), 2 (bajo), 3 (medio-bajo), 4 (medio), 5 (medio-alto), y 6 (alto). Así, para fines de la investigación se incluyeron sujetos de estrato socioeconómico medio-bajo, según los parámetros del Departamento Administrativo de Estadística de Colombia (DANE, 2014). Intentando que los sujetos presentaran condiciones lo más similares posibles, los sujetos incluidos pertenecen al estrato socioeconómico 3, según el DANE.

Adicional a lo anterior, para la selección de la muestra se tuvieron en cuenta métodos y criterios específicos, como: a) tener entre 7 y 11 años; b) asistir de forma regular a instituciones de educación formal en la ciudad de Bogotá, ubicadas en zonas geográficas de estratificación socioeconómica media-baja; c) haber realizado la prueba Matrices Progresivas de Raven, como evaluación del nivel de inteligencia. De igual modo, se presentaron criterios de exclusión, a continuación, se describen estos criterios. Los criterios de exclusión establecidos fueron: a) tener antecedentes de enfermedades neurológicas y psiquiátricas; b) presentar conductas de abuso de sustancias o farmacodependencia; c) presencia de limitaciones físicas que impidan la realización de las pruebas; d) presentar repetición de dos o más años escolares; y e) tener resultado inferior al percentil 25 en la prueba Matrices Progresivas de Raven.

Es importante mencionar que la inclusión de los participantes en la variable Grupo (clínico y de control) se hará de acuerdo al rendimiento académico, promedio obtenido en las asignaturas de matemáticas y castellano.

Adicional a lo anterior, como algunos de los colegios utilizaban medidas diferentes de evaluación, lo que se hizo fue uniformizar los datos del reporte de la evaluación emitida por los profesores. Por otra parte, se incluyó también una medida para evaluar las competencias académicas, específicamente la prueba Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI), en los dominios de lectura, escritura y aritmética correspondiendo respectivamente a las variables ENI-Lectura, ENI-Escritura y ENI-

#### *4.1. Descripción de la fase experimental*

Aritmética (prueba aplicada en los tres colegios siempre de la misma forma, la cual se encuentra descrita en la siguiente sección).

#### **4.1.3. Instrumentos**

En la investigación se utilizaron pruebas descritas en la literatura científica, para medir los constructos que se ambicionan estudiar, de acuerdo al objetivo de la investigación.

Importa mencionar que, aunque algunas de las pruebas no están estandarizadas para la población infantil colombiana, están respaldadas mediante trabajo de validación y estandarización para población de habla hispana.

En seguida se presentan los instrumentos utilizados en la investigación, considerando las características principales de estos, así como sus objetivos de medición.

##### **- Cuestionario Sociodemográfico**

Este es un instrumento cuyo objetivo era caracterizar las variables sociodemográficas que se querían estudiar. Así, esta herramienta permitió obtener datos sobre los siguientes aspectos sociodemográficos de la muestra: género, edad, escolaridad, lateralidad, estrato socioeconómico, sector, grado, promedio académico, edad de los padres, años de escolaridad de los padres y profesión de los padres. Además también se contemplaba la variable Tipo de Escuela (escuela pública vs escuela privada).

##### **- Inteligencia general/razonamiento - Matrices progresivas de Raven**

La prueba de inteligencia Matrices progresivas de Raven (Raven, Court & Raven, 2001), se utilizará para permitir validar los criterios de inclusión de los participantes.

La prueba se aplicó individualmente. Con respecto a sus propiedades psicométricas obtenidas para población de habla hispana, está definida una fiabilidad test-retest de 0.71 y una consistencia interna de 0.92. Se utilizó la escala coloreada de la prueba teniendo en cuenta la edad de los participantes. Esta es una prueba de aplicación individual. El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 15 minutos.

#### **- Competencias académicas - Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)**

La prueba Evaluación Neuropsicológica Infantil (Matute, Rosselli, Ardila & Ostrosky-Solís, 2007), es una prueba que se encuentra validada para la población infantil colombiana y que cuenta con la posibilidad de evaluación de 12 procesos cognitivos. Para el caso de esta investigación se utilizó la prueba para evaluar únicamente habilidades de rendimiento escolar, específicamente: competencia en lectura, competencia en aritmética y competencia en escritura. Para la construcción de las variables ENI-Lectura, ENI-Escritura y ENI-Aritmética se hizo la media aritmética de cada subprueba que medía aspectos relacionados con los dominios de lectura, escritura y aritmética respectivamente.

Como los colegios manejan diferentes escalas de evaluación, estas pueden no ser comparables. Así, esta fue la prueba aplicada en todos los colegios para evaluar las habilidades de rendimiento escolar, siendo una medida objetiva pues permite que todos los niños, independientemente del colegio, realicen la misma prueba. Lo anterior, permite incrementar la objetividad en la evaluación de las habilidades de rendimiento escolar, que en esta fase se denominan competencias académicas.

Con respecto a sus propiedades psicométricas obtenidas para población de habla hispana, está definida una fiabilidad test-retest entre 0.7-0.8 y una consistencia interna entre 0.89-0.99. Esta es una prueba de aplicación individual. El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 50 minutos.

#### *4.1. Descripción de la fase experimental*

##### **- Memoria de trabajo – Cálculo mental (ENI)**

Para la evaluación de esta variable se utilizó la medida de cálculo mental dada por la prueba ENI, anteriormente referida. En todos los análisis se excluyó esta variable de la medida de ENI-Aritmética, para que su efecto no interfiriera en los resultados de este, pero si permitirá conocer el estado funcional de la memoria de trabajo de los niños que integraron la investigación. Esta es una prueba de aplicación individual, con un tiempo de aplicación de 10 minutos aproximadamente, ya que se aplicó cálculo mental en serie directa y inversa.

##### **- Planeación grafica - Laberintos de Porteus**

La prueba de laberintos de Porteus (Porteus, 1999) permite medir el control de la impulsividad y la capacidad para planear una ejecución motriz de modo a alcanzar una meta. Es una óptima prueba para evaluar planeación gráfica, de forma individual. Permite la aplicación desde los 3 años hasta la edad adulta (Porteus, 1999). El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 20 minutos.

##### **- Planeación motriz - ENFEN Anillas**

Esta prueba se eligió para evaluar planeación motriz y está inspirada en las pruebas tradicionales de torres. Los niños tienen la posibilidad de reproducir 14 modelos para planificar. La tarea tiene como objetivo que el niño logre realizar determinadas secuencias para alcanzar una meta. Esta es una prueba de aplicación individual que cuenta con un coeficiente alpha de 0.76 y la correlación ítem-total oscila entre 0.13 y 0.70. El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 10-15 minutos (Portellano, Martínez, Arias & Zumárraga, 2009).

**- Atención – ENFEN Senderos gris**

Esta es una prueba que permite tanto la evaluación de la habilidad visomotora como atención. Para el propósito de este trabajo se tomará como medida de atención (senderos gris). Esta es una prueba de aplicación individual, cuyo tiempo de aplicación es de aproximadamente 5-10 minutos (Portellano, Martínez, Arias & Zumárraga, 2009).

**- Flexibilidad cognitiva – ENFEN Senderos color**

Esta es una prueba que permite la medición de diferentes procesos, entre ellos la atención dividida. No obstante, para fines de este trabajo se tomará como medida de flexibilidad cognitiva. Así, se separan los dos instrumentos, senderos gris y senderos color, lo anterior fue corroborado mediante comunicación escrita con los autores de la prueba, no afectando a la fiabilidad y validez de la prueba. Esta es una prueba de aplicación individual, cuyo tiempo de aplicación es de aproximadamente 5-10 minutos (Portellano, Martínez, Arias & Zumárraga, 2009).

**- Habilidades de control inhibitorio – Stroop**

Esta prueba se aplica de modo individual, siendo que está diseñada como medida de interferencia a nivel básico. Se puede aplicar entre los 7 y 80 años de edad. La fiabilidad con el test-retest, varía entre alpha de 0.69 y alpha de 0.89. Además de lo anterior, se indica que esta es una de las pruebas más utilizadas para evaluar el control inhibitorio. Se aplicó la lectura de palabras (Stroop P), lectura de colores (Stroop C), lectura de palabras en color diferente a lo presentado (Stroop PC) y se calculó la medida de la interferencia (Stroop Interferencia). El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 15-20 minutos (Golden, 1999).

#### *4.1. Descripción de la fase experimental*

##### **- Habilidades atencionales y de memoria visual - Figura Compleja de Rey**

Se incluyó esta prueba para permitir obtener indicadores de las habilidades atencionales y de memoria visual a corto plazo, de forma a incrementar la fiabilidad y validez en el análisis de los datos. Se aplicó tanto la copia como el recobro. Conociendo también que esta es una prueba comúnmente utilizada para evaluar percepción. El tiempo de aplicación de la prueba es de aproximadamente 15 minutos (Rey, 1999). La aplicación de la prueba se hace de forma individual.

#### **4.1.4. Procedimiento**

Se utilizó el mismo procedimiento con el grupo clínico como con el grupo de control.

En primera instancia se contactaron las instituciones educativas privadas y públicas, de acuerdo a los criterios que se establecieron para la selección de la muestra. Posteriormente a la aceptación de las instituciones, se solicitaron los listados de los estudiantes con el respectivo rendimiento académico. Las notas de cada niño evaluado fueron obtenidas en el periodo lectivo inmediatamente anterior a su evaluación.

Así, se accedieron a los listados de los estudiantes con y sin dificultades en matemáticas y/o castellano. Posteriormente se envió a los padres de familia la autorización para participar en la investigación. Después de haber recibido esa autorización se hizo la firma del consentimiento informado por parte de los padres. En seguida, y antes de empezar a trabajar con los niños, también se hizo la firma del asentimiento informado. Posteriormente a esto, se les entregó a los padres el cuestionario sociodemográfico.

En seguida se citaron los estudiantes de forma individual para iniciar el proceso. Los niños fueron evaluados de forma individual, en el espacio disponible en el colegio para tal fin, en horario escolar. Cada evaluación se realizó en tres sesiones, cada

una con una duración de 45 minutos. El orden de aplicación fue aleatorizado para evitar sesgos en los desempeños asociados a fatiga (excepto para la prueba ENI). Posteriormente a la recolección de datos, estos fueron entrados en una base de datos para poder efectuar los diferentes análisis estadísticos descriptivos e inferenciales relevantes y así poder responder a las preguntas de investigación.

#### **4.1.5. Análisis estadístico**

El análisis estadístico se hizo con recurso a los programas SPSS versión 24 y R Project 3.4.1 (R Core Team, 2014).

La presentación del análisis estadístico se hace de acuerdo a los dos estudios realizados, mencionando las técnicas estadísticas utilizadas.

##### **- Estudio 1**

Se analizó la asociación existente entre variables categóricas recurriendo a la prueba de chi-cuadrado, habiendo sido verificados todos los presupuestos para su aplicación.

Para comparar el valor medio de una variable numérica en dos grupos distintos e independientes, se utilizó la prueba T-Student (denominada prueba T), o cuando las puntuaciones no se ajustan a una distribución normal, se utilizó la prueba de Wilcoxon (denominada como prueba W). Por otra parte, si hubo la necesidad de comparar el valor medio de una variable numérica en tres grupos distintos, se utilizó una ANOVA con 1 factor o el test de Kruskal-Wallis cuando las puntuaciones no se ajustaron a la distribución normal, y/o la homogeneidad de las variancias no se verificó.

Finalmente, para estudiar la relación existente entre dos variables numéricas, se utilizó la correlación de Pearson cuando se cumplían los criterios de normalidad; en caso contrario se utilizaba la prueba de Spearman.

#### *4.1. Descripción de la fase experimental*

##### **- Estudio 2**

En este estudio, se buscó relacionar los resultados de las competencias académicas con los resultados de las funciones ejecutivas. Para ello se inició con un análisis de varianza con 2 factores para evaluar los resultados en competencias académicas en lectura, escritura y aritmética, cuando estos son influenciados por un primer factor que es la edad; y por el segundo factor se consideró, a la vez, las principales funciones ejecutivas (memoria de trabajo, inhibición, planificación gráfica y motora, flexibilidad cognitiva y atención). Los resultados obtenidos en las pruebas de funciones ejecutivas se organizaron en 3 categorías (Bajo, Medio, Alto, correspondiendo a cada uno de los distintos percentiles, 25, 50 y 75, de acuerdo a las tablas de conversión de las pruebas), aunque cuando alguna de las categorías tenía un número muy reducido de casos (lo que ocurrió siempre en la categoría alta), éstas se clasificaban en solo dos categorías (Bajo y Medio/Alto, correspondiéndose a los percentiles de 25 y 50, de acuerdo a las tablas de conversión de las pruebas); mientras que la edad se organizó en 3 categorías (1: alumnos con edad inferior o igual a 8 años; 2: alumnos con edades entre los 9 y 10 años, y 3: alumnos con edades superiores o igual a 11 años). Los datos permitieron siempre emplear el estadístico de ANOVA paramétrica, pues todos los presupuestos fueron verificados (normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia).

Cuando la prueba F de la ANOVA reveló ser significativa ( $p < 0.05$ ) en algún factor se estudió los efectos principales del respectivo factor (proceso cognitivo y edad) y se hizo comparaciones múltiples con la prueba de Bonferroni para percibir qué categorías de cada factor se revelaron significativamente diferentes. Si se encontraban interacciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre los factores, las pruebas de comparación múltiple para cada nivel de los factores, utilizando la prueba de Bonferroni, tuvieron en cuenta el efecto de la interacción.

Se llevó a cabo también un análisis predictivo, para el cual se ajustó un modelo de regresión lineal multivariado con selección de variables stepwise backward por un lado y forward por otro, para obtener un modelo que permitió predecir el valor de las pruebas de aritmética, lectura y escritura de la ENI en función de las variables sociodemográficas y de los valores de las puntuaciones directas de las funciones ejecutivas. Para este análisis estadístico se utilizaron las puntuaciones directas pues son más efectivas para predecir las funciones ejecutivas y para evitar multicolinealidad.

Para todos los modelos se analizaron los presupuestos del modelo, concretamente la distribución normal (utilizando métodos gráficos y el test de Shapiro-Wilk), la homogeneidad (utilizando métodos gráficos y el test de Score y Breusch-Pagan) y la independencia de los errores (utilizando el ensayo de Durbi-Watson), como se describe en (Maroco, 2017). Se utilizó el *variance inflation factor* (VIF) para diagnosticar la multicolinealidad con las restantes variables presentes en el modelo, teniendo todas las variables un valor cercano al 1. Se procedió también al análisis de observaciones influyentes u outliers, pero no fue detectada ninguna observación que tuviera que ser eliminada de los modelos, pues las observaciones que se detectaron como siendo posibles outliers o influyentes, su eliminación no producía ningún efecto superior al 1% en la alteración de los coeficientes del modelo.

Finalmente, se realizaron correlaciones simples y parciales para validar la relación entre las variables de las competencias académicas y funciones ejecutivas controlando el efecto de las variables de inteligencia y de memoria de trabajo. Lo anterior se realizó para conocer con mayor profundidad la posible bidireccionalidad entre el desempeño en las pruebas de funciones ejecutivas y las competencias académicas, pues se excluyeron aquellas relaciones que eran significativas únicamente por el efecto de la inteligencia y de la memoria de trabajo.

## **4.2. Estudio 1: El impacto del Tipo de Escuela en las variables sociodemográficas, en las funciones ejecutivas, y en el rendimiento escolar en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años.**

### **4.2.1. Introducción**

A lo largo de los años los educadores han empezado a reconocer la importancia de las funciones ejecutivas en el desempeño escolar. Lo anterior ocurre pues existe la necesidad de explicar porque algunos estudiantes con potencial académico, no logran evidenciarlo en su perfil escolar, llegando muchas veces a presentar bajos desempeños (Meltzer, 2010).

Así, la autora menciona que el rendimiento escolar se relaciona en gran medida con la habilidad del estudiante para definir objetivos, planear, priorizar, organizar, cambiar de forma flexible, así como mantener y manipular información en la memoria de trabajo.

Frecuentemente los bajos desempeños en procesos ejecutivos se asocian a dificultades en el rendimiento escolar, específicamente, dificultades para enfrentarse a problemas, para terminar proyectos y para realizar tests (Meltzer, 2010).

Generalmente los estudiantes que muestran dificultades en las funciones ejecutivas presentan una sobrecarga de información. Meltzer (2010), hace la analogía con el cuello de botella, la información que entra excede la posibilidad de salida, debido a las dificultades que existen para planear, organizar y priorizar. Como consecuencia, estos estudiantes presentan dificultades para mostrar sus habilidades, luego su desempeño escolar no refleja su habilidad intelectual.

Estos estudiantes ven afectada su productividad ya que no logran coordinar e integrar las diferentes habilidades para iniciar actividades, resumir la información, tomar notas, planear, ejecutar y completar los proyectos dentro del tiempo determinado.

Las dificultades presentadas por estos alumnos implican que estos tengan que trabajar más que sus pares, pero ese esfuerzo no se ve reflejado en su trabajo. Cuando estos alumnos utilizan estrategias para organizar, priorizar y verificar la información están preparados para superar los déficits y alcanzar objetivos como resultado de la propuesta de metas realistas y significativas.

Jacob y Parkinson (2015), reportan que son pocos los trabajos que estudian de forma rigurosa la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar. Estudiar de forma rigurosa la relación implica controlar los antecedentes y el nivel intelectual de los niños. Indicando que todavía se requiere de muchos más estudios alrededor de esta temática.

La revisión de la literatura muestra que las funciones ejecutivas, indiscutiblemente, se relacionan con el aprendizaje escolar. No obstante, son necesarias más investigaciones que permitan contribuir a clarificarla, según las características del contexto en el cual los niños están integrados, bien como el tipo de relación que puede existir entre estos dos constructos.

Los investigadores indican que es necesario estudiar el modo exacto de como las funciones ejecutivas interaccionan con el aprendizaje durante diferentes periodos del desarrollo y en diferentes contextos.

Importa mencionar también que la mayoría de los estudios se han realizado con respecto a la evaluación escolar en contraste con las competencias académicas. Por lo tanto, para obtener una caracterización más completa del perfil académico de los niños es necesario que los investigadores se refieran también a las

## 4.2. Estudio 1

habilidades adquiridas con el aprendizaje, considerando el contexto en el cual el niño está inmerso. Habiéndose planteado la siguiente pregunta de investigación: *¿Cuál es la influencia del tipo de escuela en las funciones ejecutivas de los niños y como esta puede impactar su proceso de rendimiento y aprendizaje escolar?*

### 4.2.2. Objetivos

#### 4.2.2.1. Objetivo general

Analizar la influencia del tipo de escuela en las variables sociodemográficas, en el rendimiento escolar, y en las funciones ejecutivas en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años.

#### 4.2.2.2. Objetivos específicos

- a) Examinar si las variables sociodemográficas son distintas según el Tipo de Escuela.
- b) Estudiar el impacto del Tipo de Escuela según el rendimiento escolar.
- c) Analizar la influencia del Tipo de Escuela en las funciones ejecutivas.

### 4.2.3. Hipótesis

Hipótesis 1: Los niños de la escuela pública se corresponden con un nivel socioeconómico bajo.

Hipótesis 2: Los niños que acuden a la escuela pública van a tener un peor rendimiento escolar.

Hipótesis 3: Existirán diferencias entre las funciones ejecutivas según el tipo de escuela. Los niños de la escuela privada mostrarán mejores desempeños en tareas de funciones ejecutivas.

## 4.2.4. Resultados

### 4.2.4.1. Examinar si las variables sociodemográficas son distintas según el Tipo de Escuela

En este apartado se analizará la relación entre el colegio de procedencia y las variables sociodemográficas. Así, se encontró que existen diferencias significativas entre las edades de los alumnos y el tipo de escuela frecuentada, siendo los alumnos del colegio público, en media, mayores que los alumnos de la escuela privada (véase Tabla 8).

Tabla 8

*Relación entre el Tipo de Escuela y la Edad de los alumnos.*

Tipo de Escuela	Media	DE	Teste
Pública	9.21	1.24	W=1480 p<0.001
Privada	8.3	1.14	
Total	8.75	1.27	

Nota: W representa el test de Wilcoxon.

Se verificó qué para el nivel educacional de los padres, existe una diferencia significativa entre los años de estudio (el nivel académico de estos) y el tipo de colegio. Nuevamente son los padres de los alumnos del colegio privado quienes tienen mayor nivel de estudios (véase Tabla 9).

#### 4.2. Estudio 1

Tabla 9.

*Nivel de estudios de los padres según el Tipo de Escuela.*

	Privada		Publica		Test
	Media	DE	Media	DE	
Años de estudio del Padre	12.2	2.8	10.4	2.7	W= 1328, p<0.001
Años de estudio de la Madre	12.9	2.7	9.8	3.2	W= 1935.5, p<0.01

Nota: W representa el test de Wilcoxon.

Se pudo observar que la mayoría de las madres de la escuela pública tienen una profesión que no requiere estudios de alto nivel comparativamente a las madres de los niños de la escuela privada. Mostrando así que existe una relación significativa entre el tipo de escuela y la profesión de las madres ( $\chi^2_{(1)}=6.0$ ,  $p=0.02$ ). Para los padres también se verifica que es en el colegio privado donde estos, mayoritariamente, tienen una profesión en que se requiere un nivel alto de estudios. Se verifica que existe una relación significativa entre el tipo de escuela y la profesión de los padres ( $\chi^2_{(1)}=4.2$ ,  $p=0.04$ ).

En lo que concierne al género se verifica que no hay diferencias significativas ( $\chi^2_{(1)}=1.4$ ;  $p=0.23$ ) entre los grupos de niños y niñas de ambas escuelas.

#### **4.2.4.2. Estudiar el impacto del Tipo de Escuela según el rendimiento escolar**

En primera instancia se observa que existen 70 alumnos en la escuela privada y 68 en la escuela pública, lo que hace que la muestra sea equilibrada.

En la escuela pública el 72% de los estudiantes se ubican dentro del grupo de los que no presentan dificultades (grupo control), mientras que en la privada tenemos

50% pertenecientes al grupo control. Esto puede ocurrir debido a que en el sistema escolar público colombiano es obligatorio aprobar la mayoría de los estudiantes.

Para las competencias académicas, los niños del colegio privado obtuvieron mejores desempeños en las pruebas que permiten conocer las competencias académicas comparándolos con los niños del colegio público (véase Tabla 10).

Tabla 10.

*Resultado general en competencias académicas, según el Tipo de Escuela.*

Competencias académicas	Privada		Pública		Test	p
	Media	DE	Media	DE		
ENI-Lectura	101,03	11,77	87,15	12,02	W= 3767.5	<0.001
ENI-Escritura	101,43	10,92	90,61	11,51	T <sub>(134)</sub> =5.58	<0.001
ENI-Aritmética	103,05	12,55	89,03	13,10	T <sub>(134)</sub> =6.37	<0.001

Nota: T- representa el test T de Student y W el teste de Wilcoxon.

Por otra parte, en lo que respecta al desempeño por género se verifica que no existe un desempeño diferencial para niños y niñas en lo que respecta a las competencias académicas, se verifican únicamente diferencias para la escritura (véase Tabla 11). Por otra parte es independiente pertenecer al grupo clínico o de control y el género de los alumnos ( $\chi^2_{(2)}=0.62$ ;  $p=0.73$ ).

## 4.2. Estudio 1

Tabla 11.

*Resultado general en competencias académicas, según el género.*

Competencias académicas	Femenino		Masculino		Test	p
	Media	DE	Media	DE		
ENI-Lectura	94,02	14,59	94,26	12,94	W=2303	0.853
ENI-Escritura	98,44	12,82	93,53	11,75	$T_{(134)}=2.33$	0.021
ENI-Aritmética	96,93	13,84	95,13	15,37	$T_{(134)}=0.72$	0.473

Nota: T- representa el test T de Student y W el teste de Wilcoxon.

Por otra parte, en lo que se refiere a la profesión desempeñada por los padres y el Grupo se aprecia que existe independencia entre el Grupo y la madre ( $\chi^2_{(1)}=1.57$ ;  $p=0.210$ ) y entre el Grupo y el padre ( $\chi^2_{(1)}=0.02$ ;  $p=0.895$ ). De igual modo en lo que respecta a las competencias académicas, no existen diferencias significativas entre estas y la profesión de la madre (véase Tabla 12) y la profesión del padre (véase Tabla 13).

Tabla 12.

*Profesión de la madre y desempeño académico.*

Competencias académicas	Sup+		Sup-		Test	p
	Media	DE	Media	DE		
ENI-Lectura	96.60	14.66	92.43	13.44	$T_{(90)}=-1.29$	$p=0.200$
ENI-Escritura	97.67	10.22	93.83	12.18	$T_{(89)}=-1.40$	$p=0.166$
ENI-Aritmética	97.61	13.18	95.97	14.22	$T_{(89)}=-0.50$	$p=0.618$

Nota: T- representa el test T de Student. Sup+ - representa profesión que requiere de titulación superior para su ejercicio. Sup- - representa profesión que no requiere de titulación superior para su ejercicio.

Tabla 13.

*Profesión del padre y desempeño académico.*

Competencias académicas	Sup+		Sup-		Test	p
	Media	DE	Media	DE		
ENI-Lectura	97.60	13.84	93.09	14.20	$T_{(80)}=-1.33$	p=0.186
ENI-Escritura	97.92	11.47	94.09	11.07	$T_{(79)}=-1.42$	p=0.159
ENI-Aritmética	100.28	13.11	95.16	14.72	$T_{(79)}=-1.49$	p=0.140

Nota: T- representa el test T de Student. Sup+ - representa profesión que requiere de titulación superior para su ejercicio. Sup- - representa profesión que no requiere de titulación superior para su ejercicio.

Además de los estudios anteriores también se realizó un análisis de correlación. En lo que concierne a la escolaridad de la madre, se verificó una correlación positiva y significativa entre el nivel educacional de las madres, medido por el número de años de estudio y la competencia académica de los alumnos (véase Tabla 14). O sea, para todos los alumnos, el aumento del nivel educacional de la madre influye positivamente en las competencias académicas de lectura, escritura y aritmética. No obstante, no existe relación significativa entre los años de escolaridad del padre y el desempeño académico.

Tabla 14.

*Años de estudio de la madre y desempeño académico.*

	1	2	3	4	5
1. Años estudio Madre	-				
2. Años estudio Padre	0.44***				
3. ENI-Lectura	0.28**	0.20			
4. ENI-Escritura	0.26**	0.16	0.62***		
5. ENI-Aritmética	0.24*	0.22	0.55***	0.61***	-

Nota: \*\*\*p<0,001; \*\*p<0.01; \*p<0,05

#### **4.2.4.3. Analizar la Influencia del Tipo de Escuela en las funciones ejecutivas**

Para el estudio de la influencia del tipo de escuela en las funciones ejecutivas, se consideró solamente las categorías de desempeño (bajo, promedio y alto) en las pruebas aplicadas.

La razón de las categorías de desempeño, tiene que ver con el hecho que muchas veces este es el output de las funciones ejecutivas más rápido, fácil e intuitivo de utilizar en contexto real, en el sentido que todas las pruebas van a tener como resultado las mismas categorías. De esta forma, se considera importante verificar si existe una asociación entre cada una de las pruebas aplicadas y el tipo de escuela.

A continuación, se presenta el resumen de las asociaciones entre las pruebas aplicadas y el tipo de escuela (véase Tabla 15).

Tabla 15.

*Asociación entre el tipo de escuela y las pruebas aplicadas.*

<b>Prueba</b>	<b>Test</b>	<b>Valor p</b>
Figura Compleja de Rey Copia	$\chi^2_{(2)}=13.8$	p=0.001
Figura Compleja de Rey Recobro	$\chi^2_{(2)}=6.0$	p=0.049
Matrices Progresivas de Raven	$\chi^2_{(2)}=9.2$	p=0.010
Laberintos de Porteus	$\chi^2_{(1)}=6.6$	p=0.036
ENFEN Senderos gris	$\chi^2_{(1)}=9.1$	p=0.005
ENFEN Senderos color	$\chi^2_{(1)}=14.5$	p=0.001
ENFEN Anillas	$\chi^2_{(1)}=3.5$	p=0.061
Stroop PC	$\chi^2_{(1)}=4.3$	p=0.039
Cálculo mental	$\chi^2_{(2)}=8.5$	p=0.014

Nota:  $\chi^2$  – representa la estadística de test del test chi-cuadrado.

Se observa que existe una relación significativa entre el tipo de escuela y el desempeño en las pruebas de funciones ejecutivas, con excepción del desempeño en ENFEN Anillas. Aunque no se presenten las tablas de contingencia, los datos mostraron siempre que hay más alumnos del colegio público en las categorías inferiores y a su vez existen más alumnos del colegio privado en las categorías superiores.

#### 4.2. Estudio 1

Cuando se analiza el efecto del género en las pruebas de funciones ejecutivas se verifica que únicamente existe relación entre el género y la prueba de ENFEN Color, siendo todas las demás independientes del género del estudiante (véase Tabla 16).

Tabla 16.

*Asociación entre el género y las pruebas aplicadas.*

<b>Prueba</b>	<b>Test qui cuadrado</b>	<b>Valor p</b>
FCR copia	$\chi^2_{(2)}=0.64$	$p=0.727$
FCR recobro	$\chi^2_{(2)}=0.00$	$p=1.000$
MPR total	$\chi^2_{(2)}=0.86$	$p=0.651$
Laberintos de Porteus	$\chi^2_{(2)}=2.13$	$p=0.346$
ENFEN Senderos gris	$\chi^2_{(1)}=0.03$	$p=0.854$
ENFEN Senderos color	$\chi^2_{(1)}=6.26$	$p=0.012$
ENFEN Anillas	$\chi^2_{(1)}=1.42$	$p=0.233$
Stroop PC	$\chi^2_{(1)}=0.96$	$p=0.618$
Cálculo mental	$\chi^2_{(2)}=1.44$	$p=0.486$

Nota:  $\chi^2$  – representa la estadística de test del test chi-cuadrado.

Por otra parte, al analizar el efecto de la profesión de los padres en el resultado en las pruebas aplicadas se muestra que todos los resultados de los alumnos son independientes de la profesión del padre o de la madre (véase Tabla 17).

Tabla 17.

*Asociación entre la profesión de los padres y las pruebas aplicadas.*

Prueba	Madre		Padre	
	Test	Valor p	Test	Valor p
FCR copia	$\chi^2_{(2)}=1.44$	p=0.486	$\chi^2_{(2)}=4.38$	p=0.112
FCR recobro	$\chi^2_{(2)}=2.59$	p=0.274	$\chi^2_{(2)}=2.09$	p=0.352
MPR total	$\chi^2_{(1)}=0.36$	p=0.54	$\chi^2_{(1)}=0.53$	p=0.469
Laberintos de Porteus	$\chi^2_{(2)}=0.47$	p=0.792	$\chi^2_{(1)}=0.97$	p=0.325
ENFEN Senderos gris	$\chi^2_{(1)}=0.47$	P=0.493	$\chi^2_{(1)}=1.54$	p=0.214
ENFEN Senderos color	$\chi^2_{(1)}=0.04$	P=0.848	$\chi^2_{(1)}=1.24$	p=0.265
ENFEN Anillas	$\chi^2_{(1)}=0.22$	p=0.636	$\chi^2_{(1)}=0.01$	p=0.918
Stroop PC	$\chi^2_{(1)}=1.35$	p=0.245	$\chi^2_{(1)}=0.01$	p=0.906
Cálculo mental	$\chi^2_{(2)}=2.48$	p=0.290	$\chi^2_{(2)}=4.88$	p=0.087

Nota:  $\chi^2$  – representa la estadística de test del test chi-cuadrado.

#### 4.2. Estudio 1

Se verificó que para el rendimiento en las pruebas de funciones ejecutivas no existe cualquier influencia del nivel educacional de los padres. Únicamente se observó que en ENFEN color, los estudiantes cuyos padres tienen profesión diferenciada tienen significativamente mejor rendimiento en esta prueba de funciones ejecutivas (véase Tabla 18).

Tabla 18.

*Asociación entre el nivel educacional de los padres y las pruebas aplicadas.*

Prueba	Madre		Padre	
	Test	Valor p	Test	Valor p
FCR copia	$\chi^2_{(2)}=2.18$	p=0.336	$\chi^2_{(2)}=3.16$	p=0.206
FCR recobro	$\chi^2_{(2)}=3.69$	p=0.157	$\chi^2_{(2)}=0.98$	p=0.613
MPR total	W=1083.5	p=0.142	W=948	p=0.608
Laberintos de Porteus	$\chi^2_{(2)}=1.36$	p=0.506	$\chi^2_{(2)}=3.11$	p=0.211
ENFEN Senderos gris	W=1086	p=0.791	W=832	p=0.611
ENFEN Senderos color	W=976	p=0.256	W=689	p=0.031
ENFEN Anillas	W=1248.5	p=0.716	W=904.5	p=0.328
Stroop PC	W=991	p=0.586	W=631	p=0.315
Cálculo mental	$\chi^2_{(2)}=1.87$	p=0.393	$\chi^2_{(2)}=1.38$	p=0.502

Nota:  $\chi^2$  – representa la estadística de test del test Kruskal-Wallis. W – representa la estadística del test de Wilcoxon.

#### **4.2.5. Resumen**

Este estudio tuvo como objetivo analizar la influencia del tipo de escuela en las variables sociodemográficas, en el rendimiento escolar, y en las funciones ejecutivas en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años.

Los resultados se agruparon de acuerdo a tres aspectos fundamentales: a) examinar si las variables sociodemográficas son distintas según el tipo de escuela, b) estudiar el impacto del tipo de escuela según el rendimiento escolar, y c) analizar la influencia del tipo de escuela en las funciones ejecutivas.

A grandes rasgos se puede decir que existe relación entre el tipo de escuela y las funciones ejecutivas, pudiendo esto indicar que las funciones ejecutivas son impactadas por el tipo de colegio frecuentado.

Mediante la realización de este estudio fue posible encontrar que aquellos niños que acuden a la escuela pública se corresponden con un nivel socioeconómico bajo. Se encontró que los padres de los niños procedentes del colegio público presentaban un nivel educacional más bajo. De igual modo sus padres presentan, en su mayoría, profesiones que para su ejercicio no es necesaria titulación.

Los niños que acuden a la escuela pública tienen un peor rendimiento escolar, observándose que los niños del colegio privado tienen desempeños significativamente superiores en lo que concierne a las tareas de Lectura, Escritura y Aritmética.

De igual modo, los niños de la escuela pública son los que presentan peores desempeños en las tareas de funciones ejecutivas.

### **4.3. Estudio 2: El efecto, la relación predictiva y la posible relación bidireccional de las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar en una muestra de niños colombianos entre los 7 y 11 años.**

#### **4.3.1 Introducción**

Es muy importante conocer el efecto de las funciones ejecutivas en el desempeño académico pues se podrían diseñar herramientas de intervención direccionadas a ese aspecto. En la literatura actual se han hecho algunos estudios (p.e. Best, Miller & Naglieri, 2011) para demostrar la relación entre funciones ejecutivas y desempeño académico, pero todavía han sido insuficientes para poder alcanzar la solidez teórica deseada, ya que se han considerado diversas variables de estudio, haciendo difícil obtener un consenso sobre dicha relación. De aquí emerge la necesidad de seguir en este ámbito de estudio, partiendo de variables ya conocidas.

De igual modo, considerando el proceso de aprendizaje como una construcción, éste podría impactar y ser impactado por el curso del desarrollo madurativo y por el rendimiento escolar, habiendo la posibilidad de plantearse una posible relación bidireccional. En la literatura actual existen reducidas investigaciones que buscan comprobar tal relación.

Un trabajo de Weiland y Yoshikawa (2013), muestra que el entrenamiento en habilidades lectoescritoras y matemáticas contribuye a la mejora en las funciones ejecutivas. Los aportes de los autores dan cuenta de la posible existencia de una relación bidireccional que hay que explorar en profundidad.

Así, si se consigue validar el efecto, la relación predictiva y la posibilidad de la bidireccionalidad entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar, dentro de las actividades establecidas para la enseñanza de la lectoescritura y de las matemáticas, se puede analizar las que tienen mayor relación con las medidas

principales de las funciones ejecutivas. Lo anterior posibilitará que desde la enseñanza de las matemáticas y de la lectoescritura se involucre, en mayor medida, el trabajo en funciones ejecutivas.

La posibilidad de contemplar una relación bidireccional entre las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar puede tener doble valor para el desarrollo de los niños en edad escolar y actuar como medida preventiva de conductas no deseadas a largo plazo.

Por ende, es fundamental iniciar la construcción de posibles direcciones hacia la hipótesis de bidireccionalidad entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar. De esta forma en el estudio realizado se propone responder a la siguiente pregunta: *¿Cómo impactan las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, y, si hay la posibilidad de establecer direcciones hacia la relación inversa?*

### **4.3.2. Objetivos**

#### **4.3.2.1. Objetivo general**

Estudiar el efecto, la relación predictiva y la posibilidad de bidireccionalidad entre las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar de una muestra de niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años.

#### **4.3.2.2. Objetivos específicos**

- a) Estudiar el efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, controlando la edad del alumno.
- b) Estudiar el valor predictivo de las funciones ejecutivas y variables sociodemográficas en el rendimiento escolar.
- c) Establecer indicadores sobre la posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar.

### **4.3.3. Hipótesis**

*Hipótesis 1:* El efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar de los niños no variará según el grupo de edad.

*Hipótesis 2:* Las funciones ejecutivas y las variables sociodemográficas serán predictoras del rendimiento escolar de los niños.

*Hipótesis 3:* Las funciones ejecutivas impactarán y serán impactadas por el rendimiento escolar de los niños.

### **4.3.4. Resultados**

#### **4.3.4.1. Estudiar el efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, controlando la edad del alumno**

En esta sección se presentan los resultados de un análisis de varianza (ANOVA) con 2 factores para evaluar si existen diferencias significativas en las competencias académicas (Lectura, Escritura y Aritmética), evaluadas mediante la prueba Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI), en los alumnos que obtuvieron diferentes rendimientos en las principales medidas de funciones ejecutivas (Cálculo mental, Stroop PC, Laberintos de Porteus, ENFEN Anillas, ENFEN Senderos color y ENFEN Senderos gris) cuando se controla la edad de los alumnos.

Los resultados de las pruebas de funciones ejecutivas se organizaron en 3 categorías (Bajo, Medio, Alto), aunque cuando existen categorías con un número muy reducido de casos se organizan los datos en dos categorías (Bajo y Medio/Alto), mientras que la edad estará organizada en 3 categorías (1: alumnos con edad inferior o igual a 8 años; 2: alumnos con edades entre los 9 y 10 años; 3: alumnos con edades superiores o iguales a 11 años).

a) *Cálculo mental*

- *Lectura*

En la Tabla 19 se presentan los datos descriptivos de la competencia académica de Lectura según la Edad y el rendimiento en la tarea de Cálculo mental obtenidos por cada alumno.

Tabla 19.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Cálculo mental y la Edad.*

<b>Cálculo mental</b>									
	<b>Bajo</b>			<b>Medio</b>			<b>Alto</b>		
<b>Edad</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>	<b>N</b>	<b>M</b>	<b>DE</b>
<b>&lt;=8 años</b>	8	90.37	10.58	49	96.12	14.63	13	104.90	9.07
<b>9-10 años</b>	22	89.38	11.64	24	92.97	13.38	6	104.89	6.42
<b>&gt;=11 años</b>	8	84.92	11.12	7	85.00	14.81	-	-	-

Los resultados muestran que no se verificó interacción significativa entre el Cálculo mental y la Edad ( $F_{(2,131)} = 0.29$ ,  $p = 0.78$ ). La variable Cálculo mental mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(2,131)} = 5.92$ ,  $p = 0.003$ ), al igual que la Edad ( $F_{(1,131)} = 13.22$ ,  $p < 0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que solamente existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura en función del resultado de la prueba de Cálculo mental, donde los alumnos con resultado Alto en Cálculo mental tienen significativamente mejores resultados en Lectura que los que tienen rendimiento Medio y Bajo ( $p = 0.005$  y  $p = 0.001$ , respectivamente).

### 4.3. Estudio 2

#### - Escritura

En la Tabla 20 se presentan los datos descriptivos de las competencias académicas en la Escritura por Edad y Cálculo mental obtenidos por cada alumno.

Tabla 20.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Cálculo mental y la Edad.*

Edad	Cálculo mental								
	Bajo			Promedio			Alto		
	N	M	DE	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	8	90.37	10.58	49	96.12	14.63	13	104.90	9.07
9-10 años	22	89.38	11.64	24	92.97	13.38	6	104.89	6.42
>=11 años	8	84.92	11.12	7	85.00	14.81	-	-	-

Los resultados muestran que no se verificó interacción significativa entre el Cálculo mental y la Edad ( $F_{(3,128)} = 2.49$ ,  $p = 0.07$ ). La variable Cálculo mental mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(2,128)} = 9.51$ ,  $p = 0.001$ ), bien como la Edad ( $F_{(2,128)} = 6.77$ ,  $p = 0.002$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que solamente existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de los resultados de la prueba de Cálculo mental, donde los alumnos con resultado Alto en Cálculo mental tienen significativamente mejores resultados en Escritura que los que tienen rendimiento Medio y Bajo ( $p = 0.012$  e  $<0.001$ , respectivamente), y los alumnos con rendimiento Medio tienen resultados significativamente superiores a los alumnos con desempeño Bajo ( $p = 0.012$ ). En cuanto a la edad no se observan diferencias significativas entre ningún grupo.

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, representando las medias, así como los intervalos de confianza a 95%.

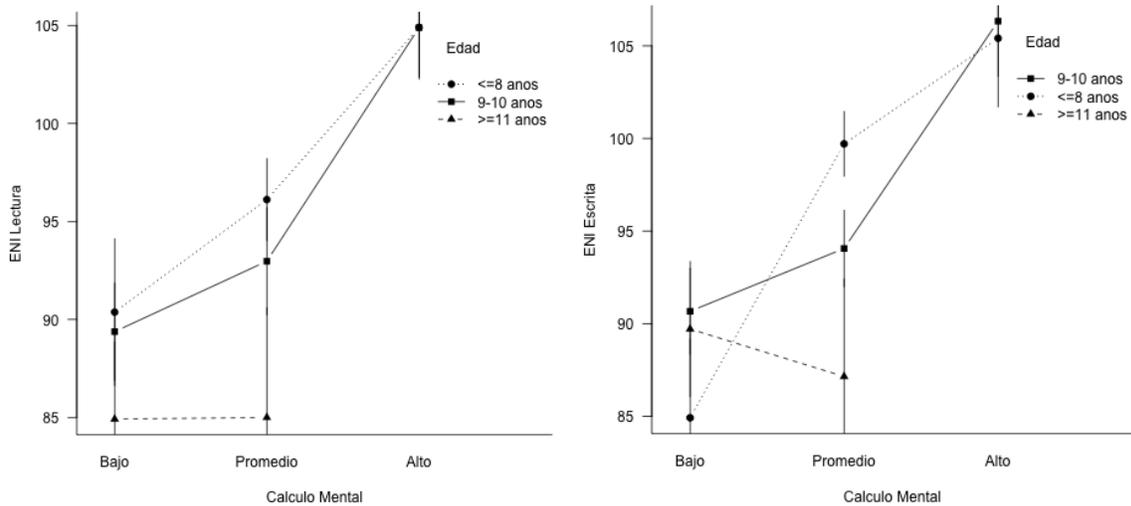


Figura 6. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda) y ENI-Escritura (derecha), considerando el Cálculo mental.

No se presenta análisis para ENI Aritmética, pues el Cálculo mental es una subprueba de esta prueba y no tiene sentido realizar tal verificación de resultados.

### 4.3. Estudio 2

#### b) Stroop PC

##### - Lectura

En la Tabla 21 se presentan los datos descriptivos de las competencias académicas para Lectura por Edad y por la categoría de desempeño en la subprueba Stroop PC obtenidos por cada alumno.

Tabla 21.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Stroop PC y la Edad.*

Edad	Stroop PC					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	8	88.03	11.81	58	98.97	13.59
9-10 años	12	84.92	13.36	39	95.33	11.85
>=11 años	11	80.39	11.10	4	97.50	5.53

Los resultados evidencian que no se verificó interacción significativa entre Stroop PC y la Edad ( $F_{(2,130)} = 0.33$ ,  $p = 0.72$ ). La variable Stroop PC mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(1,130)} = 18.5$ ,  $p < 0.001$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,130)} = 6.1$ ,  $p = 0.003$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que solamente existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura en función del resultado de la prueba Stroop PC, donde los alumnos con resultado Medio/Alto (estas categorías fueron agregadas) tienen significativamente mejores resultados en Escritura que los que tienen un nivel Bajo ( $p < 0.001$ ).

- *Escritura*

En la Tabla 22 se presentan los datos descriptivos de las competencias académicas en ENI Escritura por edad y por el rendimiento en Stroop PC obtenidos por cada alumno.

Tabla 22.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Stroop PC y la Edad.*

Edad	Stroop PC					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<b>&lt;=8 años</b>	12	89.97	8.60	58	100.96	12.57
<b>9-10 años</b>	12	88.56	11.60	39	95.53	10.96
<b>&gt;=11 años</b>	11	87.67	13.52	4	90.83	5.00

Los resultados muestran que no se verificó una interacción significativa entre la variable Stroop PC y la Edad ( $F_{(2,129)} = 0.60$ ,  $p = 0.55$ ). La variable Stroop PC mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(1,129)} = 11.03$ ,  $p = 0.001$ ), así como la Edad ( $F_{(2,129)} = 6.34$ ,  $p = 0.002$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que solamente existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de los resultados de Stroop PC, donde los alumnos con resultado Medio/Alto en Stroop PC tienen significativamente mejores resultados en Escritura que los que tienen desempeño Bajo ( $p = 0.001$ ).

### 4.3. Estudio 2

#### - Aritmética

En la Tabla 23 se presentan los datos descriptivos de las competencias académicas en ENI Aritmética por Edad y por la variable Stroop PC.

Tabla 23.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando el Stroop PC y la edad.*

Edad	Stroop PC					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	12	94.61	13.30	58	103.27	14.35
9-10 años	12	83.19	13.19	39	93.40	10.72
>=11 años	11	87.27	12.73	4	88.58	12.03

No se verificó interacción significativa entre Stroop PC y la Edad ( $F_{(2,129)} = 0.52$ ,  $p = 0.59$ ). La variable Stroop PC mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Aritmética ( $F_{(1,129)} = 8.97$ ,  $p = 0.002$ ), así como la Edad ( $F_{(2,129)} = 13.7$ ,  $p = <0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Aritmética en función de las edades de los niños y del resultado de la prueba de Stroop PC. Así, los alumnos con resultado Medio/Alto en Stroop PC tienen significativamente mejores resultados en Aritmética que los que tienen desempeño Bajo ( $p <0.001$  en ambos). En cuanto a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen significativamente mejores resultados en Aritmética que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.048$ ) y mejores desempeños que los alumnos entre 9-10 años ( $p <0.001$ ).

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, representando las medias, así como los intervalos de confianza a 95%, siendo posible observar los efectos mencionados.

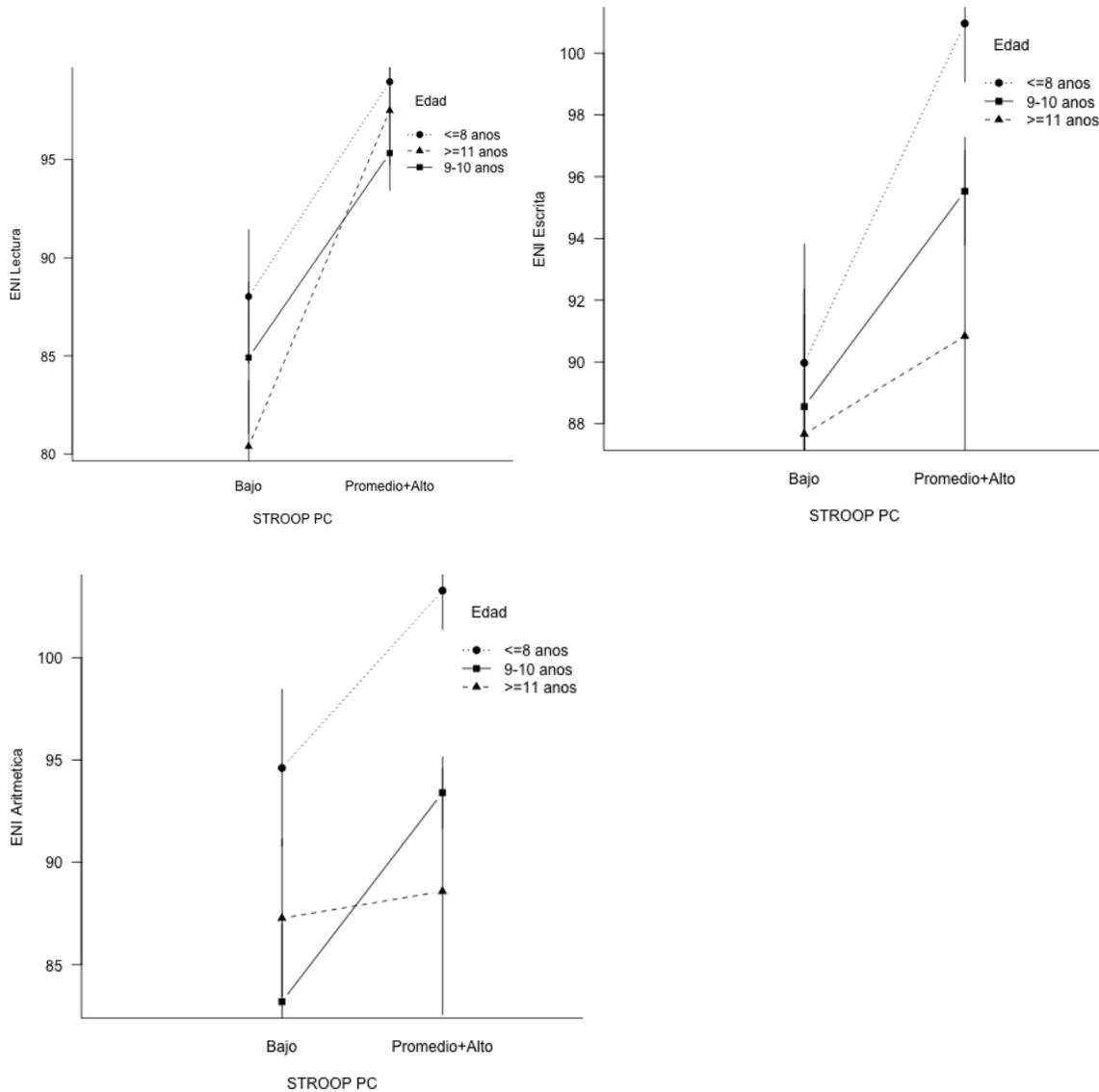


Figura 7. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el Stroop PC.

#### 4.3. Estudio 2

##### c) Laberintos de Porteus

###### - Lectura

En la Tabla 24 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en ENI Lectura por Edad y el desempeño en Laberintos de Porteus obtenidos para cada alumno.

Tabla 24.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.*

Edad	Laberintos de Porteus								
	Bajo			Medio			Alto		
	N	M	DE	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	30	96.82	14.69	30	97.31	12,47	9	97.67	17.52
9-10 años	15	88.47	12.08	28	93.37	13.35	7	96.76	10.98
>=11 años	5	81,53	13.23	8	89.17	11.99	2	76.67	11.79

No se verificó interacción significativa entre la prueba Laberintos de Porteus y la Edad ( $F_{(4,126)} = 0.70$ ,  $p = 0.60$ ). La variable Laberintos de Porteus mostró no tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(2,126)} = 0.68$ ,  $p = 0.51$ ), a diferencia de la Edad ( $F_{(2,126)} = 5.63$ ,  $p = 0.005$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura en función de la Edad de los niños, donde los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.004$ ).

- Escritura

En la Tabla 25 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en ENI Escritura por edad y por desempeño en la prueba Laberintos de Porteus obtenidos por cada alumno.

Tabla 25.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.*

Edad	Laberintos de Porteus								
	Bajo			Medio			Alto		
	N	M	DE	N	M	DE	N	M	DE
<b>&lt;=8 años</b>	30	97.36	13.46	30	100.48	11.51	9	101.11	14.39
<b>9-10 años</b>	15	90.53	12.16	28	96.46	11.17	7	90.05	8.10
<b>&gt;=11 años</b>	5	81.00	16.23	8	93.67	6.43	2	86.67	9.43

No se verificó interacción significativa entre la prueba de Laberintos de Porteus y la Edad ( $F_{(4,125)} = 0.62$ ,  $p = 0.65$ ). La variable Laberintos de Porteus mostró no tener efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(2,125)} = 2.79$ ,  $p = 0.069$ ) a diferencia de la Edad ( $F_{(2,125)} = 6.22$ ,  $p = 0.003$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de las edades de los niños, donde los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.002$ ) y mejores resultados que los alumnos entre 9-10 años ( $p = 0.016$ ).

### 4.3. Estudio 2

#### - Aritmética

En la Tabla 26 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en Aritmética por Edad y por la prueba de Laberintos de Porteus obtenidos para cada alumno.

Tabla 26.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando el Laberintos de Porteus y la Edad.*

Edad	Laberintos de Porteus								
	Bajo			Medio			Alto		
	N	M	DE	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	30	97.08	14.17	30	104.78	14.19	9	108.81	12.53
9-10 años	15	82.60	11.73	28	93.23	11.59	7	95.95	7.44
>=11 años	5	79.60	10.05	8	88.92	11.19	2	102.50	1.18

Los resultados muestran que no se verificó interacción significativa entre los Laberintos de Porteus y la Edad ( $F_{(4,125)} = 0.337$ ,  $p = 0.85$ ). La variable Laberintos de Porteus mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Aritmética ( $F_{(2,125)} = 10.23$ ,  $p < 0.001$ ), así como la Edad ( $F_{(2,125)} = 15.73$ ,  $p = < 0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Aritmética en función de las edades de los niños y del resultado de la prueba Laberintos de Porteus. Los alumnos con rendimiento correspondiente a las categorías Medio y Alto en Laberintos de Porteus tienen resultados significativamente mejores en Aritmética que los que tienen desempeño Bajo ( $p < 0.001$  en ambos). Relativamente a la Edad se verificó que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p < 0.001$ ) y mejores resultados que los alumnos entre 9-10 años ( $p < 0.001$ ).

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, bien como las medias y los respectivos intervalos de confianza a 95%, siendo posible observar los efectos mencionados.

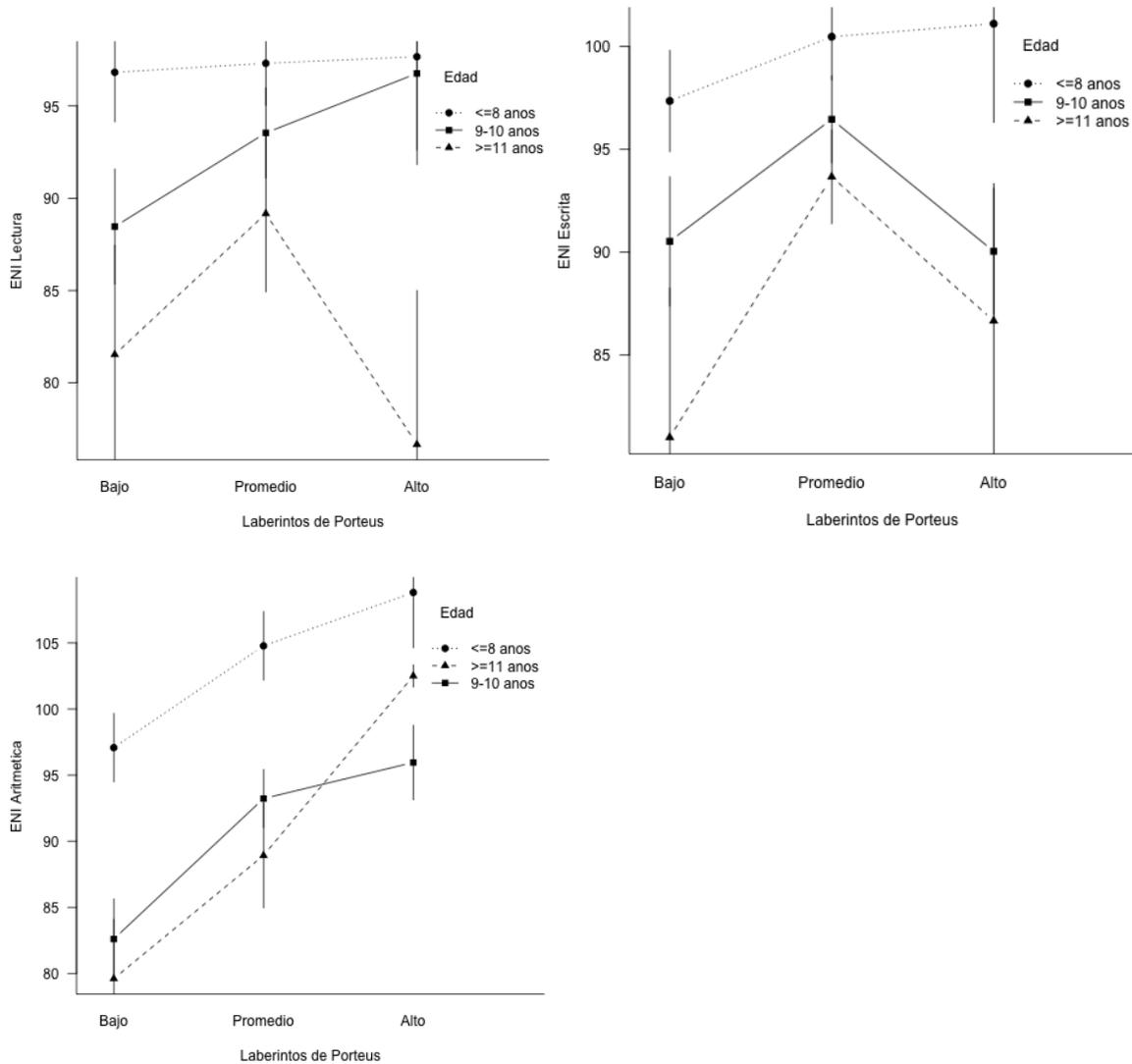


Figura 8. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el Laberinto de Porteus.

#### 4.3. Estudio 2

##### d) ENFEN Anillas

###### - Lectura

En la Tabla 27 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en Lectura por Edad y el desempeño en la ENFEN Anillas obtenidos por cada alumno.

Tabla 27.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Anillas y Edad.*

Edad	ENFEN Anillas					
	Bajo			Medio		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	33	92.34	14.83	37	101.32	11.55
9-10 años	23	90.29	11.98	29	94.84	13.20
>=11 años	10	85.93	12.85	5	83.00	12.93

No se verificó interacción significativa entre ENFEN Anillas y la Edad ( $F_{(2,131)} = 1.33$ ,  $p = 0.27$ ). La variable ENFEN Anillas mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(1,130)} = 7.45$ ,  $p = 0.007$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,131)} = 5.8$ ,  $p = 0.004$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura en función de la edad de los niños y del resultado de la prueba ENFEN Anillas. Los alumnos en la categoría Medio tienen resultados significativamente mejores en Lectura que los se encuentran en la categoría Bajo ( $p = 0.004$ ). Relativamente a la Edad, se observó que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.005$ ).

- *Escritura*

En la Tabla 28 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en la prueba ENI Escritura por Edad y por desempeño en ENFEN Anillas, obtenidos por cada alumno.

Tabla 28.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Anillas y la Edad.*

Edad	ENFEN Anillas					
	Bajo			Medio		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	33	94.78	13.51	37	102.91	10.57
9-10 años	22	89.36	9.75	29	97.59	11.36
>=11 años	10	84.43	11.79	5	96.67	6.77

Los resultados evidencian que no hay interacción significativa entre ENFEN Anillas y la Edad ( $F_{(2,130)} = 0.19$ ,  $p = 0.83$ ). La variable ENFEN Anillas mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(1,130)} = 18.83$ ,  $p < 0.001$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,130)} = 6.54$ ,  $p = 0.002$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de las edades de los niños y de los resultados de la prueba de ENFEN Anillas. Los alumnos con resultado Medio tienen resultados significativamente mejores en Escritura que los que tienen desempeño Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.009$ ) y mejores resultados que los alumnos entre 9-10 años ( $p = 0.014$ ).

### 4.3. Estudio 2

#### - Aritmética

En la Tabla 29 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en ENI Aritmética por Edad y la prueba ENFEN Anillas obtenidos por cada alumno.

Tabla 29.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Anillas y la Edad.*

Edad	ENFEN Anillas					
	Bajo			Medio		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	33	97.45	14.66	37	105.65	13.32
9-10 años	22	86.09	12.05	29	94.09	11.20
>=11 años	10	88.13	12.33	5	86.60	13.07

No se verificó interacción significativa entre ENFEN Anillas y la Edad ( $F_{(2,130)} = 0.83$ ,  $p = 0.44$ ). La variable ENFEN Anillas mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Aritmética ( $F_{(1,130)} = 10.10$ ,  $p = 0.002$ ), así como la Edad ( $F_{(2,130)} = 14.44$ ,  $p = <0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Aritmética en función de las edades de los niños y del resultado de la prueba de ENFEN Anillas. Los alumnos en la categoría Medio en la prueba ENFEN Anillas tienen resultados significativamente mejores en Lectura que los de la categoría Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.002$ ) y mejores resultados que los alumnos con 9-10 años ( $p < 0.001$ ).

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, así como las medias y los intervalos de confianza a 95%, siendo posible observar los efectos mencionados.

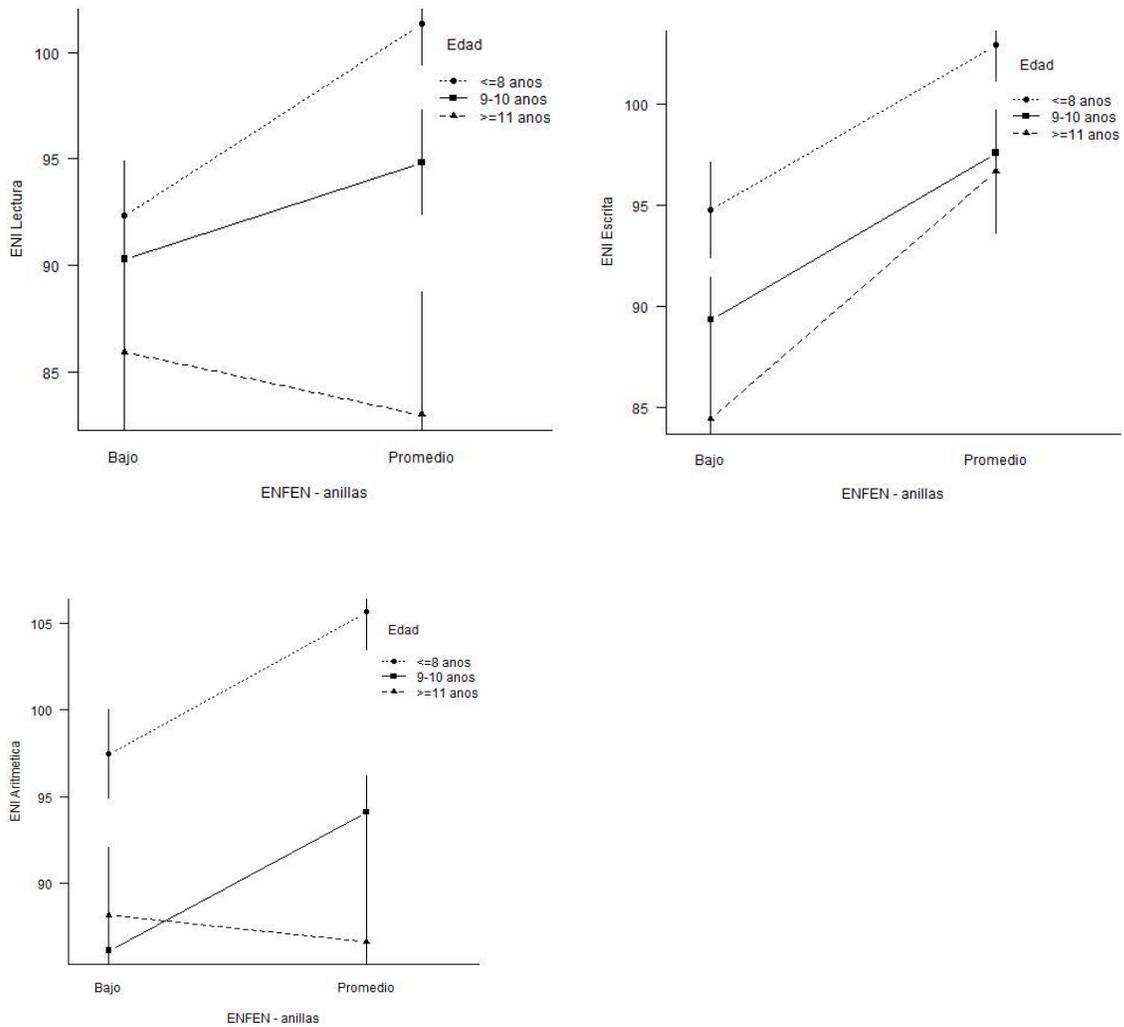


Figura 9. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando el ENFEN Anillas.

#### 4.3. Estudio 2

##### e) ENFEN Senderos color

##### - Lectura

En la Tabla 30 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en la prueba ENI Lectura por Edad y el desempeño en ENFEN Senderos color, obtenidos por cada alumno.

Tabla 30.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Senderos color y la Edad.*

ENFEN Senderos color						
Edad	Bajo			Medio		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	41	92.76	13.02	30	102.87	12.98
9-10 años	34	89.45	12.29	18	99.20	11.37
>=11 años	15	84.96	12.49	-	-	-

No se verificó interacción significativa entre la ENFEN Senderos color y la Edad ( $F_{(1,131)} = 0.01$ ,  $p = 0.94$ ). La variable ENFEN Senderos color mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(1,131)} = 18.16$ ,  $p < 0.001$ ), como la Edad ( $F_{(2,131)} = 6.22$ ,  $p = 0.003$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura entre los alumnos que tuvieron una clasificación de Bajo y Medio ( $p < 0.001$ ). Siendo que los alumnos con rendimiento Medio en ENFEN Senderos color tienen un resultado en Lectura significativamente superior. Relativamente a la edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.044$ ).

- *Escritura*

En la Tabla 31 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en la prueba de ENI Escritura por Edad y la ENFEN Senderos color obtenidos por cada alumno.

Tabla 31.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Senderos color y la Edad.*

Edad	ENFEN Senderos color					
	Bajo			Medio		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	40	95.02	13.10	30	104.48	9.81
9-10 años	34	90.81	10.71	18	100.49	10.02
>=11 años	15	88.51	11.75	-	-	-

Los resultados evidencian que no se verificó interacción significativa entre la ENFEN Senderos color y la Edad ( $F_{(2,131)} = 0.003$ ,  $p = 0.96$ ). La variable ENFEN Senderos color mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(1,131)} = 20.21$ ,  $p < 0.001$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,131)} = 6.62$ ,  $p = 0.01$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de las edades de los niños y de los resultados de la prueba de ENFEN Senderos color. Los alumnos con rendimiento Medio en ENFEN Senderos color tienen un resultado en Escritura significativamente superior a los alumnos con desempeño Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.036$ ) y que los alumnos entre 9-10 años ( $p = 0.004$ ).

#### 4.3. Estudio 2

##### - Aritmética

Para la prueba de Aritmética se presentan los datos descriptivos del rendimiento por Edad y ENFEN Senderos color obtenidos para cada alumno (véase Tabla 32).

Tabla 32.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Senderos color y la Edad.*

	ENFEN Senderos color					
	Bajo			Medio		
Edad	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	40	96.93	14.35	30	108.27	12.03
9-10 años	34	86.91	11.90	18	98.10	8.92
>=11 años	18	98.10	8.92	-	-	-

No se verificó interacción significativa entre la ENFEN Senderos color y la Edad ( $F_{(2,131)} = 0.003$ ,  $p = 0.96$ ). La variable ENFEN Senderos color mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Aritmética ( $F_{(1,131)} = 20.21$ ,  $p < 0.001$ ), así como la Edad ( $F_{(2,131)} = 6.62$ ,  $p = 0.01$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Aritmética en función de las edades de los niños y de los resultados de la prueba de ENFEN Senderos color. Los alumnos con desempeño Medio en ENFEN Senderos color tienen un resultado en ENI Aritmética significativamente superior que los alumnos con rendimiento Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.015$ ) y que los alumnos entre 9-10 años ( $p < 0.001$ ).

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, así como las medias y los intervalos de confianza a 95%, siendo posible observar los efectos mencionados.

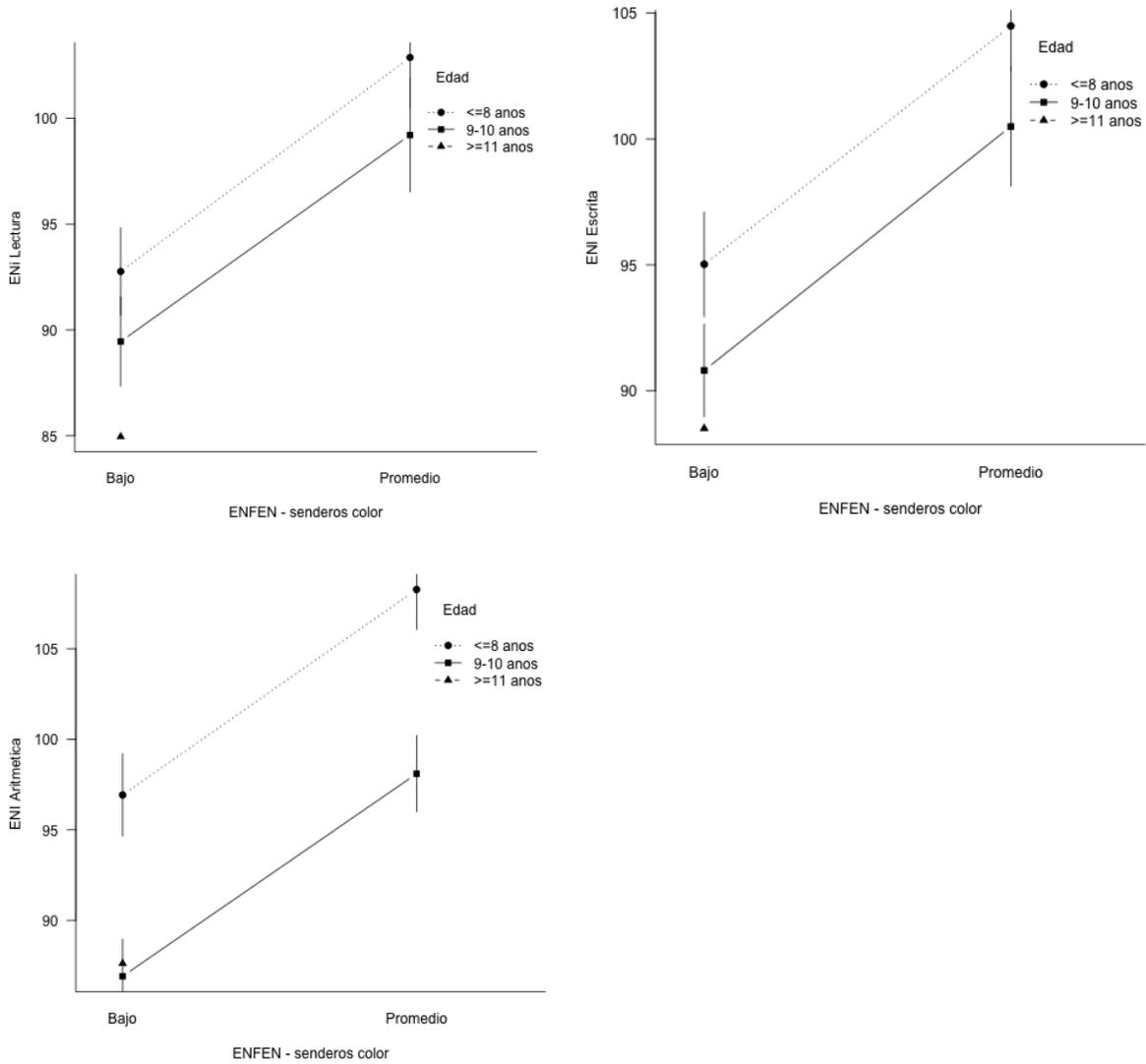


Figura 10. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando ENFEN Senderos color.

#### 4.3. Estudio 2

##### f) ENFEN Senderos gris

###### - Lectura

En la Tabla 33 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en ENI Lectura por Edad y el desempeño en la ENFEN Senderos gris obtenidos por cada alumno.

Tabla 33.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Lectura considerando ENFEN Senderos gris y la Edad.*

Edad	ENFEN Senderos gris					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	37	91.24	14.57	33	103.65	9.55
9-10 años	43	91.26	12.33	8	100.54	13.66
>=11 años	14	84.24	12.63	1	95.00	NA

No se verificó interacción significativa entre ENFEN Senderos gris y la Edad ( $F_{(2,131)} = 0.19$ ,  $p = 0.83$ ). La variable ENFEN Senderos gris mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Lectura ( $F_{(1,131)} = 21.51$ ,  $p < 0.001$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,131)} = 6.33$ ,  $p = 0.002$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la ENI Lectura en función de las edades de los niños y del resultado de la prueba ENFEN Senderos gris. Los alumnos en la categoría Medio/Alto tienen resultados significativamente mejores en Lectura que los se encuentran en la categoría Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad, se observa que apenas los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.049$ ).

- *Escritura*

En la Tabla 34 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en la prueba ENI Escritura por Edad y por desempeño en ENFEN Senderos gris, obtenidos por cada alumno.

Tabla 34.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Escritura considerando ENFEN Senderos gris y Edad.*

Edad	ENFEN Senderos gris					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<b>&lt;=8 años</b>	37	93.52	12.29	33	105.30	9.94
<b>9-10 años</b>	43	92.50	10.73	8	102.33	11.76
<b>&gt;=11 años</b>	14	87.57	11.60	1	101.67	NA

Los resultados evidencian que no hay interacción significativa entre ENFEN Senderos gris y la Edad ( $F_{(2,123)} = 0.11$ ,  $p = 0.90$ ). La variable ENFEN Senderos gris mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Escritura ( $F_{(1,130)} = 26.04$ ,  $p < 0.001$ ), al igual que la Edad ( $F_{(2,130)} = 6.84$ ,  $p = 0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que solamente existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Escritura en función de los resultados de la prueba de ENFEN Senderos gris. Los alumnos con rendimiento Medio/Alto tienen resultados significativamente mejores en Escritura que los que tienen desempeño Bajo ( $p < 0.001$ ).

### 4.3. Estudio 2

#### - Aritmética

En la Tabla 35 se presentan los datos descriptivos del rendimiento en ENI Aritmética por Edad y la prueba ENFEN Senderos gris obtenidos por cada alumno.

Tabla 35.

*Descripción del desempeño de los alumnos en Aritmética considerando ENFEN Senderos gris y Edad.*

Edad	ENFEN Senderos gris					
	Bajo			Medio/Alto		
	N	M	DE	N	M	DE
<=8 años	37	96.12	13.88	33	108.14	12.47
9-10 años	43	89.02	11.85	8	99.37	10.27
>=11 años	14	86.50	11.75	1	103.33	NA

No se verificó interacción significativa entre ENFEN Senderos gris y la Edad ( $F_{(2,130)} = 0.12$ ,  $p = 0.88$ ). La variable ENFEN Senderos gris mostró tener un efecto significativo en el resultado de la prueba ENI Aritmética ( $F_{(1,130)} = 22.18$ ,  $p < 0.001$ ), así como la Edad ( $F_{(2,130)} = 15.53$ ,  $p < 0.001$ ).

A través del análisis Post Hoc se concluyó que existen diferencias significativas en los resultados de la prueba ENI Aritmética en función de las edades de los niños y del resultado de la prueba de ENFEN Senderos gris. Los alumnos en la categoría Medio/Alto tienen resultados significativamente mejores en Lectura que los de la categoría Bajo ( $p < 0.001$ ). Relativamente a la Edad se verifica que los alumnos con  $\leq 8$  años tienen resultados significativamente mejores que los alumnos con  $\geq 11$  años ( $p = 0.015$ ) y mejores resultados que los alumnos entre 9-10 años ( $p = 0.003$ ).

A continuación, se presentan los gráficos de las interacciones, bien como las medias y los intervalos de confianza a 95%, siendo posible observar los efectos mencionados.

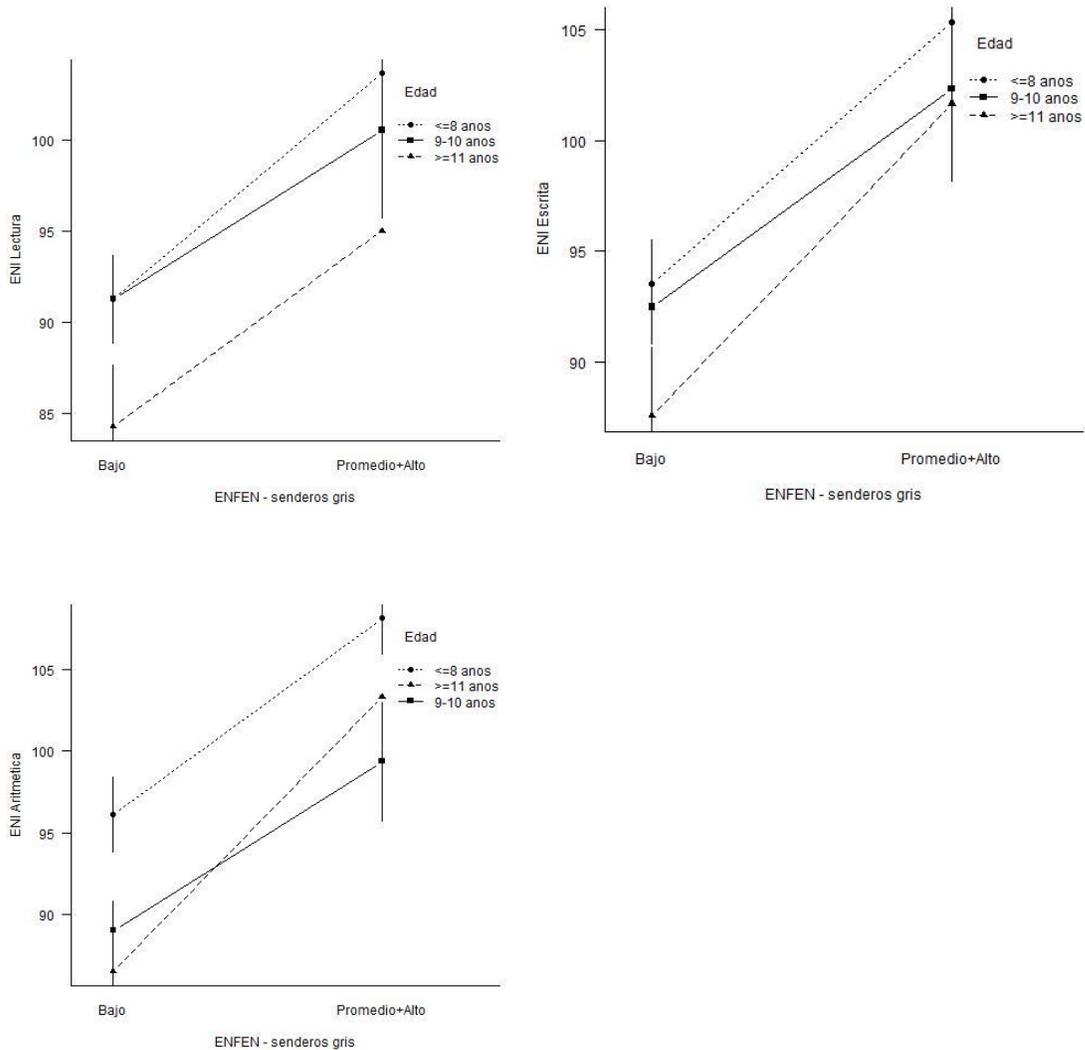


Figura 11. Gráfico de interacciones para ENI-Lectura (izquierda arriba), ENI-Escritura (derecha arriba) y ENI- Aritmética (izquierda abajo), considerando ENFEN Senderos gris.

#### 4.3.4.2. Estudiar el valor predictivo de las funciones ejecutivas en el rendimiento y en el aprendizaje escolar

Para estudiar el valor predictivo de las funciones ejecutivas en el rendimiento y aprendizaje escolar se realizaron modelos de regresión lineal multivariados, con la intención de obtener un modelo que permitiera predecir el valor de las pruebas ENI en función de las variables sociodemográficas (género, edad, profesión del padre y profesión de la madre), del tipo de escuela y de los valores de las puntuaciones directas (tomadas como variables continuas) considerando todas las pruebas cognitivas aplicadas: Matrices Progresivas de Raven, Laberintos de Porteus, ENFEN Senderos gris, ENFEN Senderos color, ENFEN Anillas, Copia y Recobro de Figura Compleja de Rey, Stroop P, Stroop C, Stroop PC, Stroop interferencia y Cálculo mental.

##### **Lectura**

En la Tabla 36 se presenta el modelo final obtenido para ENI Lectura. Este modelo es altamente significativo ( $F_{(4,131)}=31.90$ ,  $p<0.001$ ) y explica aproximadamente el 47.3% de la variabilidad de los resultados en la prueba ENI Lectura. Los resultados muestran que pertenecer a la escuela pública influencia negativamente en el desempeño de la Lectura. Por otra parte, mejores desempeños en ENFEN Senderos gris, Stroop PC y Cálculo mental se asocian a mejores desempeños en ENI Lectura.

Tabla 36.

*Modelo predictivo para lectura.*

Variable	Coficiente	Error Estándar	Valor p
Escuela: publica	-8.12	5.62	<0.001
ENFEN Senderos gris	0.73	0.22	<0.001
Cálculo mental	0.10	0.03	0.002
Stroop PC	0.51	0.12	<0.001

### **Escritura**

En la Tabla 37 se presenta el modelo final obtenido para ENI Escritura. Este modelo es altamente significativo ( $F_{(6,128)}=23.99$ ,  $p<0.001$ ) y explica aproximadamente el 50.7% de la variabilidad de la prueba de Escritura de la ENI.

Los resultados muestran que la variable sociodemográfica Edad y el Tipo de Escuela influyen los resultados en ENI Escritura. Tener más edad ( $\geq 9$  años) y pertenecer a la escuela pública son factores que influyen negativamente en el resultado en Escritura. Por otra parte, mejores resultados en ENFEN Senderos gris, recobro de la Figura Compleja de Rey, Stroop P y Cálculo mental se asocian a mejores desempeños en Escritura.

Tabla 37.

*Modelo predictivo para la escritura.*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Estándar</b>	<b>Valor p</b>
Escuela: publica	-5.25	1.68	0.002
Edad: $\geq 9$ años	-4.03	1.80	0.027
ENFEN Senderos gris	0.76	0.21	<0.001
Stroop P	0.28	0.06	<0.001
Figura Compleja de Rey: recobro	0.39	0.15	0.009
Cálculo mental	0.10	0.03	<0.001

### **Aritmética**

Debido a que el Cálculo mental hace parte de ENI-Aritmética, para calcular el modelo predictivo se excluyó esta variable del modelo. En la Tabla 38 se presenta el modelo final obtenido para ENI Aritmética. Este modelo es altamente significativo ( $F_{(6,126)}=24.2$ ,  $p<0.001$ ) y explica cerca del 51.3% de la variabilidad de los resultados de la prueba ENI Aritmética.

#### 4.3. Estudio 2

Se verificó que la variable sociodemográfica Edad y el Tipo de Escuela influyen negativamente los resultados en aritmética. Así, una mayor edad (edad  $\geq 9$  años) y pertenecer a la escuela pública influyen negativamente en el desempeño de la prueba ENI Aritmética. Por otra parte, mejores resultados en Matrices Progresivas de Raven, Laberintos de Porteus, ENFEN Senderos gris y Stroop P predicen mejores resultados en la prueba ENI Aritmética.

Tabla 38.

*Modelo predictivo para ENI Aritmética.*

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Valor p
Edad: $\geq 9$ años	-12.40	1.98	<0.001
Escuela: pública	-6.62	1.97	0.001
Matrices Progresivas Raven	0.59	0.21	0.005
Laberintos de Porteus	0.14	0.05	0.014
ENFEN Senderos gris	0.78	0.23	0.001
Stroop P	0.18	0.07	0.011

#### **4.3.4.3. Establecer indicadores sobre la posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el rendimiento y aprendizaje escolar.**

Debido a que los datos que se recopilaron en esta investigación no permiten que se realicen dos momentos de evaluaciones de los participantes, pues el estudio es transversal, se construyeron los indicadores para establecer la posible relación bidireccional. De forma a percibir que pruebas de funciones ejecutivas se relacionaban con cada una de las pruebas de competencias académicas se utilizaron correlaciones.

Se consideraron todas las pruebas cognitivas aplicadas en el estudio: Matrices Progresivas de Raven, Laberintos de Porteus, ENFEN Senderos gris, ENFEN Senderos color, ENFEN Anillas, Copia y Recobro de Figura Compleja de Rey y Stroop P, Stroop C, Stroop PC y Stroop interferencia, así como las medidas de competencias académicas evaluadas mediante el ENI: Lectura, Escritura y Aritmética.

Posteriormente se hicieron correlaciones parciales, eliminando el efecto que la inteligencia (Matrices Progresivas de Raven) y la memoria de trabajo (Cálculo mental) podrían tener en la correlación, de modo a determinar las variables que aun así quedaban correlacionadas. Se realizó este proceso pues en la literatura (p.e. Jacob & Parkinson, 2015) se ha descrito que algunos estudios no son tan rigurosos si no controlan las variables que pueden explicar el rendimiento escolar, como es el caso de la inteligencia y de la memoria de trabajo.

De esta forma se establecieron las bases para analizar una posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y las competencias académicas.

*a) Correlaciones simples*

*- Lectura*

Mediante este análisis se verificó que la ENI Lectura solamente no está correlacionada significativamente con las pruebas de Figura Compleja de Rey copia y recobro, Laberintos de Porteus y ENFEN Anillas (véase Tabla 39). Lo que podría indicar que el desempeño en tareas de Lectura se puede relacionar directamente con el rendimiento en funciones ejecutivas.

*- Escritura*

Se pudo observar que el ENI Escritura se correlaciona de manera significativa con todas las variables excepto Laberintos de Porteus (véase Tabla 39). Lo que podría

#### 4.3. Estudio 2

mostrar que el desempeño en tareas de escritura es un buen indicador del rendimiento en funciones ejecutivas.

##### - *Aritmética*

Los resultados muestran que la ENI Aritmética no se correlaciona significativamente con las pruebas de Figura Compleja de Rey – copia y recobro, y ENFEN Anillas (véase Tabla 39). Lo que podría indicar que la ENI Aritmética se relaciona directamente con el rendimiento en funciones ejecutivas.

Es importante mencionar que las pruebas Matrices Progresivas de Raven, ENFEN Senderos gris y color, bien como las pruebas del Stroop están relacionadas significativamente con todas las competencias académicas (dominios de Lectura, Escritura y Aritmética del ENI) (véase Tabla 39).

Para finalizar, es importante resaltar que la mayoría de las correlaciones son positivas, indicando que el incremento en el resultado en las pruebas que miden competencias académicas ENI Lectura, ENI Escritura y ENI Aritmética está directamente relacionado con el incremento del rendimiento en pruebas de funciones ejecutivas.

Tabla 39.

Correlaciones simples entre todas las variables en estudio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1. FCR Copia	-													
2. FCR Recobro	0.54***													
3. LP	0.40***	0.32***												
4. EFEN Gris	0.33***	0.31***	0.16											
5. ENFEN Color	0.42***	0.32***	0.23**	0.59***										
6. ENFEN Anillas	-0.36***	-0.38***	-0.26**	-0.45***	-0.40***									
7. STROOP P	0.10	-0.01	0.08	0.17*	0.30***	-0.24**								
8. STROOP C	0.01	-0.11	0.15	0.21*	0.25**	-0.13	0.52***							
9. STROOP PC	0.16	0.03	0.10	0.20*	0.20*	-0.08	0.47***	0.66***						
10. STROOP Interferencia	0.07	0.07	0.04	0.15	0.04	0.01	-0.07	0.10	0.59***					
11. ENI Lectura	0.08	0.08	0.05	0.37***	0.28***	-0.09	0.40***	0.43***	0.52***	0.22**				
12. ENI Escritura	0.17*	0.21*	0.10	0.41***	0.34***	-0.19*	0.46***	0.35***	0.48***	0.18*	0.62***			
13. ENI Aritmética	0.14	0.15	0.29***	0.30***	0.24**	-0.14	0.34***	0.40***	0.43***	0.17*	0.55***	0.59***		
14. MPR	0.48***	0.35***	0.54***	0.31***	0.44***	-0.39***	0.16	0.13	0.16	0.10	0.24**	0.26**	0.35***	
15. Cálculo mental	0.03	0.00	0.10	0.21*	0.20*	-0.03	0.29***	0.35***	0.36***	0.11	0.47***	0.50***	0.77***	0.23**

Nota: \*\*\*p<0,001; \*\*p<0,01; \*p<0,05

#### 4.3. Estudio 2

b) Correlaciones parciales, controlando la variable inteligencia (Matrices Progresivas de Raven)

Por otra parte, se realizaron correlaciones parciales para determinar la relación entre las funciones ejecutivas y las competencias académicas controlando el resultado de la prueba Matrices Progresivas de Raven. Este procedimiento se realizó para verificar las correlaciones significativas que solamente existen por el efecto del nivel de inteligencia del sujeto.

##### - *Lectura*

Los resultados muestran que, controlando el efecto de la inteligencia, solamente ENFEN Senderos gris, Stroop P, Stroop C, Stroop PC, ENFEN Senderos color y Stroop interferencia están significativamente correlacionadas con el desempeño en la prueba de Lectura (véase Tabla 40).

##### - *Escritura*

Se evidencia que, controlando el efecto de la inteligencia, solamente ENFEN Senderos gris, Stroop P, Stroop C, Stroop PC, ENFEN Senderos color y ENFEN Anillas están significativamente correlacionadas con el desempeño en la prueba de Escritura (véase Tabla 40).

##### - *Aritmética*

Se observa que, controlando el efecto de la inteligencia, solamente Stroop P, Stroop C, Stroop PC y ENFEN Senderos gris están significativamente correlacionadas con el desempeño en la prueba de Aritmética (véase Tabla 40).

Tabla 40.

Correlaciones parciales controlando la variable Matrices Progresivas de Raven (MPR).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. FCR Copia	-											
2. FCR Recobro	0.46***											
3. LP	0.16	0.16										
4. ENFEN Gris	0.25**	0.26**	0.01									
5. ENFEN Color	0.31***	0.23*	0.01	0.58***								
6. ENFEN Anillas	-0.29***	-0.31***	-0.09	-0.41***	-0.37***							
7. STROOP P	0.04	-0.07	0.06	0.13	0.22*	-0.26**						
8. STROOP C	-0.02	-0.14	0.14	0.22*	0.23**	-0.17	0.48***					
9. STROOP PC	0.08	-0.06	0.02	0.16	0.14	-0.12	0.47***	0.64***				
10. STROOP Interferencia	0.06	0.03	-0.02	0.07	-0.02	0.04	-0.04	0.10	0.63***			
11. ENI Lectura	-0.02	0.00	-0.06	0.31***	0.21*	-0.09	0.38***	0.42***	0.53***	0.22*		
12. ENI Escritura	0.09	0.14	-0.02	0.37***	0.25**	-0.18*	0.47***	0.33***	0.47***	0.17	0.62***	
13. ENI Aritmética	-0.01	0.02	0.16	0.21*	0.12	-0.02	0.37***	0.38***	0.39***	0.10	0.55***	0.58***

Nota: \*\*\*p<0,01; \*\*p<0,01; \*p<0,05

#### 4.3. Estudio 2

c) Correlaciones parciales, controlando la variable memoria de trabajo (Cálculo mental)

Se realizaron las correlaciones parciales controlando la variable Cálculo mental, con el objetivo de validar que las correlaciones no se explican por la memoria de trabajo del sujeto.

##### - *Lectura*

Controlando el efecto de la memoria de trabajo, se observa que ENFEN Senderos gris, ENFEN Senderos color, ENFEN Anillas, Stroop P, Stroop C, Stroop PC y Stroop Interferencia están significativamente correlacionadas con el desempeño en la prueba de Lectura (véase Tabla 41).

##### - *Escritura*

Controlando el efecto de la memoria de trabajo, los resultados indican que ENFEN Senderos gris, ENFEN Senderos color, ENFEN Anillas, Stroop P, Stroop C, Stroop PC, Stroop Interferencia, Figura Compleja de Rey copia y recobro están significativamente correlacionadas con el desempeño en la prueba de Escritura (véase Tabla 41).

##### - *Aritmética*

Controlando el efecto de la memoria de trabajo, se evidencia que el desempeño en la prueba Laberintos de Porteus, Figura Compleja de Rey copia y recobro, ENFEN Senderos gris, ENFEN Anillas, Stroop P, Stroop C y Stroop PC está

significativamente correlacionada con el desempeño en la prueba de Aritmética (véase Tabla 41).

### 4.3. Estudio 2

Tabla 41.

*Correlaciones parciales controlando la variable Cálculo mental (memoria de trabajo).*

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. FCR Copia	-											
2. FCR Recobro	0.55***											
3. LP	0.36***	0.32***										
4. ENFEN Gris	0.34***	0.34***	0.12									
5. ENFEN Color	0.45***	0.35***	0.19*	0.61***								
6. ENFEN Anillas	-0.41***	-0.40***	-0.25**	-0.47***	-0.46***							
7. STROOP P	0.09	-0.02	0.08	0.11	0.21*	-0.29**						
8. STROOP C	0.00	-0.11	0.11	0.18*	0.19*	-0.18*	0.42***					
9. STROOP PC	0.14	0.01	0.05	0.14	0.13	-0.17	0.42***	0.59***				
10. STROOP Interferencia	0.11	0.08	0.04	0.09	0.02	-0.01	-0.05	0.09	0.66***			
11. ENI Lectura	0.10	0.11	0.01	0.31***	0.23*	-0.19*	0.30***	0.31***	0.46***	0.24**		
12. ENI Escritura	0.18*	0.24**	0.01	0.37***	0.24**	-0.26**	0.39***	0.20*	0.37***	0.19*	0.51***	
13. ENI Aritmética	0.20*	0.23*	0.31***	0.23*	0.14	-0.19*	0.24**	0.19*	0.24**	0.15	0.37***	0.37***

Nota: \*\*\*p<0,001; \*\*p<0,01; \*p<0,05

A continuación, se agrupan las correlaciones realizadas, incluyendo las correlaciones las parciales controlando el desempeño en la prueba Matrices Progresivas de Raven y Cálculo mental.

Tabla 42.

Tabla general de correlaciones.

		Correlación Simples	Correlación parcial	
			MPR	CM
<b>Lectura</b>	FCR-C	0	0	0
	FCR-R	0	0	0
	LP	0	0	0
	ENFEN G	***	***	***
	ENFEN C	***	*	*
	ENFEN A	0	0	* (-)
	Stroop P	***	***	***
	Stroop C	***	***	***
	Stroop PC	***	***	***
	Stroop Int	**	*	**
<b>Escritura</b>	FCR-C	*	0	*
	FCR-R	*	0	**
	LP	0	0	0
	ENFEN G	***	***	***
	ENFEN C	***	**	**
	ENFEN A	*(-)	* (-)	** (-)
	Stroop P	***	***	***
	Stroop C	***	***	*
	Stroop PC	***	***	***
Stroop Int	*	0	*	
<b>Aritmética</b>	FCR-C	0	0	*
	FCR-R	0	0	*
	LP	***	0	***
	ENFEN G	***	*	*
	ENFEN C	**	0	0
	ENFEN A	0	0	* (-)
	Stroop P	***	***	**
	Stroop C	***	***	*
	Stroop PC	***	***	**
	Stroop Int	*	0	0

Nota: \*\*\*p<0,001; \*\*p<0.01; p<0,05; 0=no existe relación; (-) relación negativa. MPR – Matrices Progresivas de Raven. CM –Cálculo Mental.

El análisis de las correlaciones nos permite observar si existe o no correlación entre las variables. A su vez, las correlaciones parciales, mediante el control de variables importantes como Inteligencia (Matrices Progresivas de Raven) y memoria de trabajo (Cálculo mental), permiten percibir las correlaciones que son impactadas por

#### 4.3. Estudio 2

estas variables. A través de las correlaciones parciales se pudo obtener las variables que pueden ser importantes para explicar el desempeño en lectura, escritura y aritmética además de la inteligencia y del cálculo mental.

Los resultados generales, comparando los tres tipos de correlaciones realizadas (simples, parcial controlando inteligencia y parcial controlando memoria de trabajo), muestran correlaciones altamente significativas entre la inhibición (Stroop), atención (ENFEN Senderos gris), flexibilidad cognitiva (ENFEN Senderos color) y el desempeño en las competencias académicas. Lo anterior puede ser un indicador fuerte de que las tres habilidades mencionadas impacten y sean impactadas por el desempeño académico, suponiendo una relación bidireccional entre ambas.

Un análisis más detallado permite dar cuenta que para la competencia académica de Lectura las correlaciones más elevadas ocurren con las habilidades de atención e inhibición. Para Escritura se evidencian que las correlaciones más altas se presentan con las destrezas de atención, flexibilidad cognitiva e inhibición. En Aritmética la correlación más elevada ocurre para inhibición.

#### 4.3.4. Resumen

Este estudio tuvo como objetivo analizar el efecto, la relación predictiva y la posible relación bidireccional de las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar de una muestra de niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años. Lo anterior con miras de iniciar la construcción de posibles direcciones hacia la respuesta a la pregunta: *¿Cómo impactan las funciones ejecutivas el rendimiento escolar, y, si hay la posibilidad de establecer direcciones hacia una relación inversa?*. La respuesta a esta pregunta podría permitir el desarrollo de herramientas de intervención orientadas a la mejora de las competencias académicas en el aula.

De forma a cumplir con lo anterior se realizaron tres análisis con el objetivo de: a) analizar el efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, controlando

la edad del alumno, b) estudiar el valor predictivo de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, y c) establecer indicadores sobre la posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar. A continuación, se presentan los hallazgos principales de acuerdo a cada análisis realizado, importa resaltar que los resultados mostraron el impacto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar.

Así, la realización de este estudio permitió encontrar que el efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar de los niños no varía según el grupo de edad. Las funciones ejecutivas, la variable sociodemográfica Edad y el Tipo de Escuela son predictores del rendimiento escolar de los niños. Se verificó una posible relación bidireccional entre el rendimiento en Lectura, Escritura y Aritmética, y los dominios de inhibición, atención y flexibilidad cognitiva.



## **CAPÍTULO 5. *DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES***



Las funciones ejecutivas han sido una temática de estudio bastante antigua, siendo definidas de diferentes formas por los diversos autores que se han acercado a su estudio. A pesar de ello, en la actualidad no se ha llegado a un consenso con respecto a su definición, así como a su ámbito de estudio. Luria (1980) es considerado el precursor del término funciones ejecutivas y Lezak (1982) la precursora (Ardila, 2008; Ardila-Ostrosky-Solía, 2008). Tal como mencionan los autores, desde siempre se han atribuido diferentes funciones a la corteza prefrontal y en las cuales se ven implicadas las funciones ejecutivas.

No obstante, debido al trabajo de los investigadores clásicos y modernos, en la actualidad se puede disponer de una base teórica bien fundamentada. Aun así, como cualquier área del conocimiento, estos planteamientos muestran la relevancia de seguir indagando sobre este tópico y su relación con el rendimiento escolar, aunque ya existan algunos reportes en el área. Todavía, hasta el momento existen estudios metodológicamente muy diversos (p.e. Lee, Bull, & Ho, 2013) lo que hace que se aleje el consenso sobre el concepto de funciones ejecutivas en niños.

En lo que concierne a la delimitación del constructo, debido en gran parte a las metodologías utilizadas en los estudios, las funciones ejecutivas han sido ampliamente estudiadas y se han establecido muchas definiciones. Para el presente trabajo se tomó la definición clásica (p.e. Diamond, 2013) considerando como principales dominios ejecutivos la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio (Baggetta & Alexander, 2016). Además de estos, se tuvo en cuenta la planeación (McCmark & Atance, 2011) y la atención (Jacob y Parkinson, 2015), debido a su peso para explicar la conducta ejecutiva y académica de los niños.

En lo que concierne a los modelos teóricos, también se verifica una gran diversidad de conceptualizaciones. En este trabajo se eligió, como la investigación se realizó con población en edad escolar, el análisis de algunos de los dominios que se encuentran en el modelo holocrático de las funciones ejecutivas de McCloskey,

## 5. *Discusión y conclusiones*

Perkins y Van Diver (2009), pues dentro de las diferentes áreas y componentes de estudio, abarcan en su perspectiva los cinco componentes ya enumerados: control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, planeación y atención.

Como menciona Diamond (2013), las funciones ejecutivas son las habilidades responsables de la conducta humana compleja, su adecuado desarrollo permitirá contribuir al éxito futuro de los niños.

Este fue el punto de partida para el desarrollo de esta investigación, contribuir al éxito futuro de los niños mediante el estudio de sus funciones ejecutivas y de sus competencias académicas. No obstante, para lograr lo anterior se necesitará responder a la siguiente pregunta: *¿Serán las funciones ejecutivas determinantes en el desempeño académico, si es así que factores pueden impactar esta relación, que tipo de relación existe y como se da esta relación?*

Así, el presente trabajo tuvo como objetivo explorar la relación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar en niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años, provenientes de estrato socioeconómico medio. Para esto se realizaron dos estudios con los siguientes objetivos: a) Analizar la influencia del tipo de escuela en las variables sociodemográficas, en el rendimiento escolar, y en las funciones ejecutivas en niños colombianos con edades entre 7 y 11 años, y b) Estudiar el efecto, la relación predictiva y la posible relación bidireccional de las funciones ejecutivas, y el rendimiento escolar de una muestra de niños colombianos con edades entre los 7 y 11 años.

Considerando esta delimitación, se presentará la discusión de los resultados de acuerdo al orden de presentación de los estudios.

Desde los planteamientos clásicos de Vigotsky (1924) se menciona la influencia del aspecto cultural en la organización y desarrollo cerebral del sujeto. De acuerdo a sus planteamientos, las funciones aparecerían como producto del desarrollo cultural

del sujeto. Así, Grigon (1993) menciona que el niño estaría a la merced de la relación establecida con los adultos, la cual impactaría su desarrollo social, enfatizando que el pensamiento y el lenguaje se desarrollarían mediante la inmersión en la cultura. Esta perspectiva clásica permite dar cuenta que, en alguna medida, los niños del colegio público pueden estar en desventaja frente a los niños del colegio privado, ya que su contexto social no es tan enriquecedor como en el caso de los niños del colegio privado. Lo anterior está de acuerdo a los hallazgos de la investigación, se encontró que son los niños de los colegios privados cuyos padres tienen un nivel educacional más alto, los que muestran un mejor rendimiento escolar. Otra posible explicación para este hallazgo podría estar relacionada con la calidad de la educación recibida, en la escuela privada la educación es más eficiente (Iregui, Melo & Ramos, 2006), luego los padres con nivel educacional superior optan por matricular a sus hijos en los colegios privados.

De igual modo, analizando la profesión, se encontró que son los padres de los niños del colegio privado los que tienen en su mayoría una profesión diferenciada, es decir, una profesión que necesita titulación superior para su ejercicio, aunque los padres de los niños de los colegios públicos y privados pertenezcan al mismo nivel socioeconómico, de acuerdo a la categorización colombiana.

En lo que concierne a las competencias académicas, de acuerdo al tipo de colegio, se observa que existen diferencias significativas entre los grupos, los niños del colegio privado tienen desempeños significativamente superiores. Este resultado puede estar mediado por muchos factores, uno de ellos podría ser la oportunidad de apoyo cuando se presentan dificultades académicas, que pueden tener los niños que se encuentran en colegios privados. De igual modo, como lo mencionan Hanson et al. (2013), los niños provenientes de ambientes familiares menos favorecidos económicamente estarían expuestos a más problemas familiares tales como violencia y separaciones, puede haber mayor inestabilidad y recibir menos soporte social. Esta podría ser otra causa por la cual los niños del colegio público presentan un peor rendimiento escolar.

## *5. Discusión y conclusiones*

Otro aspecto se relaciona con las competencias académicas y el nivel de escolaridad de la madre, observándose diferencias estadísticamente significativas. Para todos los alumnos el incremento del nivel educacional de la madre se asocia a mejores desempeños en competencias académicas, lo que no ocurre con el padre. Esto puede relacionarse con lo planteado por algunos autores, el nivel de desarrollo de lenguaje del niño se relaciona en gran parte con el nivel de utilización del lenguaje por parte de la madre. Este resultado se relaciona con los planteamientos de Vygotsky (1987), para el cual el nivel de cognición superior de los niños está mediado por el lenguaje, asumiendo la madre un rol determinante en la función inter e intrapsicológica en el desarrollo del lenguaje. Por otra parte, existe una tendencia para que los niños desarrollen el vocabulario según el número de palabras utilizadas por la madre.

No obstante, la profesión desempeñada por los padres no afecta significativamente en las competencias académicas de los niños en los dos tipos de escuela, lo que podría indicar que no es el tipo de profesión que los padres realicen sino el tiempo que hayan estudiado lo que le pueda brindar más herramientas para apoyar a su hijo en las labores académicas. Es lógico pensar que, ante cualquier problema académico, los padres con más estudios puedan ayudar a sus hijos en la realización de las tareas escolares e incluso fomentar una mayor riqueza cultural dentro de los hogares. Es muy probable que los niños se interesen por la lectura si ven que sus padres también leen, pues de todos es sabido el papel vicario que ejercen estos sobre sus hijos.

Relacionando el tipo de escuela y las pruebas de funciones ejecutivas se verifica superioridad de los niños del colegio privado, habiendo diferencias significativas entre los grupos. Las puntuaciones más elevadas en tareas de funciones ejecutivas presentadas por los niños de los colegios privados, se pueden deber a la estimulación que reciben en el hogar y hasta a la misma estimulación que reciben en el colegio privado, que es diferente a la de los niños del colegio público (Iregui, Melo & Ramos, 2006). Estos resultados están en conformidad con lo mencionado

por Blair y Raver (2012), los cuales afirman que la presencia de un adecuado soporte ambiental permite que las funciones ejecutivas se desarrollen adecuadamente. Estos hallazgos estarían en la misma línea de lo comentado en el anterior párrafo, así una mayor estimulación intelectual dentro de los colegios privados debería redundar en unos mejores resultados en funciones ejecutivas.

Importa resaltar que no se verificaron diferencias significativas entre las pruebas de funciones ejecutivas, la profesión y el nivel educacional de los padres. Estas variables no influyen en el desempeño de los niños en tareas de funciones ejecutivas. Aunque el nivel educativo de la madre sea importante para las competencias académicas pierde importancia para el rendimiento en las funciones ejecutivas (p.e. una madre que tenga dificultades en planeación no va a poder enseñar a su hijo a planificar adecuadamente, pero mediante otro tipo de estrategias le puede ayudar a tener un buen desempeño académico). Este resultado no está de acuerdo con lo planteado por Alloway y Alloway (2010), quienes indican que el nivel educativo de la madre parece impactar el desarrollo de las funciones ejecutivas del niño. En el presente estudio, el nivel educacional de la madre tuvo mayor impacto en las competencias académicas que en las funciones ejecutivas.

Lo anterior se puede relacionar con el hecho de que también las madres de los niños evaluados tengan dificultades en algunos de los dominios de las funciones ejecutivas y por ende sus hijos también las presenten, siendo que estas dificultades se puedan deber más a una cuestión cultural. Es decir, que en la cultura colombiana se puedan presentar dificultades en algunos de los dominios de las funciones ejecutivas que sean transmitidas de padres para hijos, y que esto sea independiente de las competencias académicas. Aunque las madres puedan influir positivamente en las competencias académicas de los niños, en lo que concierne a las funciones ejecutivas podría no ocurrir por la variante cultural. Este resultado puede estar en la dirección opuesta de lo planteado por Alloway y Alloway (2010), ya sea porque estos no contemplaron el peso de la cultura en el desarrollo de las funciones ejecutivas.

## *5. Discusión y conclusiones*

Por otra parte, se pudo observar que los niños del colegio público tenían peores desempeños en competencias académicas comparativamente a los niños del colegio privado, este resultado también se puede relacionar con el hecho de que los padres de los niños del colegio público, por lo general, tengan un discurso que sea menos elaborado, a la vez de que no se involucren tanto en actividades como lectura y/o visita a la biblioteca. Tal como refiere Benedet (2013), no es natural que los niños aprendan a leer y a escribir sin recibir un aprendizaje formal, el cual está mediado por muchos factores, uno de ellos puede ser la estimulación que reciben en el hogar.

Núñez y Santamaria (2014), mencionan que las actividades de lectura y escritura son imprescindibles para alcanzar los conocimientos en torno a una cultura y de esa forma resultan esenciales para desarrollarse de manera satisfactoria dentro de una sociedad. Así, el hecho de que la cultura en la que el individuo está inmerso tenga determinadas especificidades podría hacer que los niños presenten características similares a las de sus padres, lo que puede ocurrir para las funciones ejecutivas. Como ya se mencionó, esta puede ser una posible explicación para que el desempeño académico sea impactado por el nivel educacional de la madre, pero no así el desempeño en funciones ejecutivas.

Al respecto de la estimulación frente al desarrollo de las competencias de lectura y escritura, el Ministerio de la Educación Colombiana (2017), Murillo y Román (2008) reportan que los hábitos de lectura, asistencia a la biblioteca y consumo de libros son bajos, aunque en los últimos años se hayan incrementado. Esto puede relacionarse con el hecho de que el contacto con el idioma escrito y sus características particulares haga el aprendizaje del idioma más complejo todavía, pues no se valora, como sería de esperar, ni la lectura ni la comunicación escrita.

Otro aspecto que podría impactar en las competencias académicas, es que los niños colombianos que tiene que enfrentarse a condiciones socioeconómicas más adversas, no presenten tanto interés por el aprendizaje escolar, y no le dediquen el

tiempo necesario a la preparación de las habilidades que le permitan obtener un rendimiento académico exitoso. Por este motivo, si los niños no practican los conceptos trabajados en el aula, muy difícilmente van a poder alcanzar los resultados esperados comparativamente a sus pares académicos. Es indudable que cualquier aprendizaje necesita un determinado tiempo, independientemente de los recursos cognitivos de los alumnos. Así, una posible explicación de lo anterior podría venir precedida por las pocas horas dedicadas al estudio o a la realización de tareas escolares.

En lo que respecta a las funciones ejecutivas, la calidad del ambiente familiar y de aprendizaje son muy importantes, como ya se pudo describir. Los estudios (p.e. Kim et al., 2013), han demostrado que la pobreza se asocia a elevados niveles de estrés crónico que impactan en las funciones ejecutivas y en los procesos de regulación. Sin los recursos de soporte necesarios, ambientes altamente estresantes producen un incremento en la reactivación neuronal, lo que podría contribuir a los bajos niveles de desempeño en actividades que requieren de funciones ejecutivas y regulación conductual. Esta podría ser otra justificación para que los niños del colegio privado presenten mejores resultados en tareas de funciones ejecutivas comparativamente a los niños del colegio público.

Morrison et al., (2010), mencionan que los niños que se encuentran en ambientes más favorecidos económicamente tienen mejores habilidades de control inhibitorio y rendimiento escolar. Hay estudios que confirman este planteamiento (p.e. Zelazo, 2015) y otros que lo rechazan (p.e. Duncan, McClelland, & Acock, 2017), siendo esto indicador de que es necesaria más investigación en el área para profundizar esta problemática. Así, mediante el presente trabajo se pudo contribuir al estudio de esta problemática, validando que el tipo de escuela y las condiciones socioeconómicas asociadas están totalmente relacionadas con las competencias académicas que los niños van a adquirir y con el desarrollo de las funciones ejecutivas. Es decir, mejores condiciones socioeconómicas (estudiar en colegio

## *5. Discusión y conclusiones*

privado y tener padres con profesión diferenciada) se asocian a mejores desempeños en competencias académicas y funciones ejecutivas.

En seguida se iniciará la discusión de los hallazgos del segundo estudio, se hace esta demarcación debido a que ambos tienen objetivos distintos y consecuentemente resultados que son importantes resaltar de forma diferenciada.

En la literatura actual se pudo documentar que las funciones ejecutivas son una habilidad cognitiva que inicia su desarrollo en la infancia y que se encuentra implicada en los procesos más complejos de la vida del individuo, estando implícita la noción de desarrollo progresivo de las habilidades. El contexto que implica mayor demanda para los niños es el académico, las alteraciones que puedan surgir en sus funciones ejecutivas van a impactar este contexto.

Algunos autores (p.e. Blair, 2016; Shanmugan & Satterhwaite, 2016) documentan que las funciones ejecutivas se desarrollan rápidamente en la infancia y son claves para el éxito académico. Así, el desarrollo de la habilidad para regular los estados emocionales y mantener el nivel óptimo de atención que permita al sujeto orientar su conducta al aprendizaje escolar es el primer objetivo de la educación preescolar. Se esperaría que, en el caso más favorable, los niños en edad preescolar hagan estos avances para que cuando lleguen a la educación primaria puedan hacer uso de estas habilidades.

Por su parte, Garcia y Rigau (2012) plantean que, desde el ámbito de la educación, hace tiempo que se han utilizado términos que podrían ser equivalentes a lo que hoy conocemos como funciones ejecutivas. No obstante, es relativamente reciente la consideración de las funciones ejecutivas como proceso esencial para el aprendizaje escolar.

Así, de modo a entender como cada componente del funcionamiento ejecutivo y la edad tienen interacción para explicar las variaciones en el rendimiento escolar se

realizó un análisis en el que se controló la edad. El objetivo fue estudiar el desempeño de los niños, de acuerdo a diferentes grupos etarios, en las tareas de funciones ejecutivas más importantes (medidas clásicas) y como estas se relacionan con las competencias académicas de los alumnos.

Los hallazgos de la investigación muestran que las pruebas de funciones ejecutivas y la edad influyen en los resultados de las competencias académicas. Es decir, existe un efecto significativo de la edad y del desempeño en funciones ejecutivas en las competencias académicas. No obstante, no existe interacción entre la edad y las funciones ejecutivas. Este resultado está en consonancia, por un lado, a lo planteado por Blair (2016), las funciones ejecutivas son claves para el éxito académico. No obstante, el autor también menciona que desde etapas iniciales del desarrollo se deben promover tales habilidades como método de preparación para la escuela. Los resultados de la presente investigación muestran que las funciones ejecutivas no tienen, en su mayoría, interacción con la edad. Esto podría relacionarse con que, desde la etapa preescolar, no se están trabajando las habilidades de funciones ejecutivas de los niños, por eso no se verifica la relación entre mayor edad y mejores habilidades de funciones ejecutivas.

Por otra parte, este resultado podría indicar que el proceso de aprendizaje está fuertemente mediado por las funciones ejecutivas teniendo un comportamiento similar en todas las categorías etarias, por lo que dentro del aula de clase sería importante estimular las funciones ejecutivas independientemente de la edad del alumno. De acuerdo a lo anterior, sería ventajoso introducir herramientas direccionadas al desarrollo de la habilidad que se desea intervenir de acuerdo a la edad del niño, sumergiendo al menor en un proceso de aprendizaje escolar mucho más eficiente.

Tal como mencionan Shanmugan y Satterhwaite (2016), la edad y el desempeño en la prueba de funciones ejecutivas influyen siempre en los resultados en las competencias en lectura, escritura y aritmética, en el sentido de que mejores

## *5. Discusión y conclusiones*

resultados en las pruebas de funciones ejecutivas, mejores serán en media las competencias académicas.

Por otra parte, también se verificó que, mientras más avanzan académicamente mayores son las debilidades en competencias académicas. Ahmed (2011), menciona que es importante averiguar que hacen realmente los niños cuando llevan a cabo una determinada actividad académica. A su vez, Meltzer (2010), expone que el éxito académico depende de la habilidad de los estudiantes para planear, priorizar su tiempo, organizar el material así como la información, elegir las ideas principales obviando los detalles, cambiar de forma flexible entre diferentes métodos de resolución de problemas, monitorear su propio progreso y reflexionar sobre su trabajo. Los resultados indican que, independientemente de la edad, se deben estimular las habilidades de funciones ejecutivas en los niños para que de este modo se pueda contribuir a su proceso de aprendizaje escolar, siendo preferible empezar desde temprana edad. Tal como exponen Otero y Baker (2014), en la niñez temprana una mejora en el desempeño en las habilidades relacionadas con inhibición, memoria de trabajo, fluidez verbal y planeación permite que en la etapa preescolar los niños tengan un rol más activo en el aprendizaje. Así, es determinante que durante el periodo preescolar se hayan fomentado adecuadamente las funciones ejecutivas para que los niños sean exitosos cuando la demanda académica se incrementa.

Posteriormente a conocer el efecto de las funciones ejecutivas en el rendimiento escolar, importa entender el valor predictivo que estas pueden tener para el aprendizaje, de modo a contribuir con indicadores hacia la evaluación e intervención en funciones ejecutivas y potenciar el aprendizaje escolar de los niños.

Así, se buscó analizar el valor predictivo de las funciones ejecutivas y de las variables sociodemográficas en las competencias académicas. Los modelos predictivos muestran, en términos generales, que las funciones ejecutivas tienen un efecto potenciador en el desempeño académico en Lectura, Escritura y Aritmética.

Nuevamente se verifica el efecto de la escuela en los resultados, estudiar en el colegio público puede implicar peores resultados en las pruebas de competencias académicas, específicamente en Aritmética y Escritura. Asimismo, en lo que concierne a la edad, los modelos predictivos muestran que los alumnos de más edad tienen desempeños inferiores en las pruebas de Aritmética y Escritura. Estos hallazgos son importantes pues, tal como argumentan Zelazo, Blair, y Willoughby (2016), y Duncan, McClelland y Acock (2017), todavía sigue por clarificar de qué modo los factores demográficos modelan la relación entre las habilidades ejecutivas y el rendimiento escolar. Con esta investigación se está contribuyendo a este objetivo, clarificar como modelan los factores sociodemográficos la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar. Nuevamente se identifica el peso del factor tipo de escuela, estudiar en la escuela pública afecta negativamente el rendimiento escolar del alumno y a más edad peor es el rendimiento escolar.

Paradójicamente, lo anterior implica que mientras más avanza el alumno en cursos escolares, mayores podrían ser las brechas de conocimiento. En Colombia, al igual que sucede en España, es muy difícil que los niños repitan cursos escolares. Así pues, es normal que los niños avancen de curso sin tener que evidenciar que han obtenido un correcto aprendizaje. Flaco favor se les está haciendo a estos niños, pues si bien se les permite avanzar de curso, lo único que se consigue con ello es que generen unas estructuras de conocimiento pobres e incorrectas. A una determinada edad y, cuando estas estructuras de conocimiento se han establecido de manera errónea, es muy difícil modificarlas por unas estructura buenas y correctas. Si un niño, por poner un ejemplo, presenta verdaderas dificultades para efectuar operaciones aritméticas, es lógico pensar que difícilmente pueda realizar aprendizajes de un más alto nivel en que sea necesario saber sumar. Es más, seguramente llegará un momento en que ni sabrá multiplicar ni dividir, ni lo que es más grave, realizar simples sumas. Ello como consecuencia de no haber consolidado un correcto aprendizaje básico, como puede ser realizar sumas aritméticas. Es importante tener claro que para conseguir aprendizajes de un

## *5. Discusión y conclusiones*

determinado nivel es necesario haber consolidado previamente otros aprendizajes de un más bajo nivel.

En lo que concierne a la relación predictiva, Dias y Seabra (2016), Zelazo (2015), Duncan, McClelland y Acock (2017), argumentan que las funciones ejecutivas y las habilidades de regulación conductual son fuertes predictores del desempeño académico. Esta relación existe una vez que, aquellos niños que logran focalizar su atención e inhibir conductas disruptivas, tienen una mejor capacidad para adaptar flexiblemente su conducta a nuevas situaciones y a las demandas. De igual modo, podrán hacer uso de esas habilidades cuando la situación lo requiera y esto impactará en su aprendizaje y su funcionamiento diario. De acuerdo a esto, los niños hacen uso de sus funciones ejecutivas cuando atienden a los maestros, siguen instrucciones y completan o persisten en una tarea o actividad. Los resultados de la presente investigación muestran este efecto predictor explorado por los autores. No obstante, se crearon modelos predictivos, no de acuerdo a las competencias académicas de forma general, sino que para cada habilidad de Lectura, Escritura y Aritmética se verificó el efecto predictivo de las funciones ejecutivas y de las variables sociodemográficas.

A continuación, se presentan los modelos predictivos, considerando el cambio que cada variable, significativa dentro del modelo, puede introducir. Lo anterior, para establecer direcciones hacia evaluación e intervención en los niños en los contextos clínicos y de aula de clase. Así, se desarrollaron tres modelos que posibilitan prever el desempeño en las competencias académicas, permitiendo identificar que variables sociodemográficas y funciones ejecutivas pueden predecir las competencias académicas de Lectura, Escritura y Aritmética.

Considerando la evaluación clínica, este estudio es importante pues permite identificar que pruebas son pertinentes aplicar. En cambio, de aplicar todo el protocolo se pueden elegir las que son más importantes para predecir el desempeño en la competencia académica que se quiere evaluar. Por otra parte, desde el aula

de clase, se podrían identificar cuáles son las destrezas que se deben considerar cuando se quiere mejorar el desempeño en una determinada competencia académica.

Así, para caracterizar el desempeño del niño en aritmética las pruebas que permitirían una evaluación más rápida serían: Matrices Progresivas de Raven (razonamiento), Laberintos de Porteus (planeación gráfica) y ENFEN Senderos gris (atención). Los resultados están de acuerdo a lo planteado por Duncan, McClelland y Acock (2017), quienes encontraron que el control inhibitorio está menos relacionado con las habilidades matemáticas. Por otra parte, existen autores que reportan que la memoria de trabajo es un factor importante en el éxito en las tareas que requieren habilidades matemáticas (Andersson, 2008; Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Adicional a esto, también hay quienes documentan que los niños que presentan dificultades para las matemáticas presentan un rendimiento inferior en las tareas que evalúan las habilidades de inhibición (Toll, Van der Ven, Kroesbergen, & Van Luit, 2011). Los resultados para la habilidad de matemáticas parecen ser un poco divergentes, entre los diferentes estudios, lo que se puede deber a la metodología utilizada para el análisis de los datos. Otros autores (p.e. Arroyo, Korzeniowsky & Espósito, 2014; Cai, Georgiou, Wen & Das, 2016), observaron que variaciones en las habilidades de planeación se relacionaban con variaciones en la aptitud para solucionar problemas matemáticos. A su vez, Zelazo, Blair, y Willoughby (2016), documentan que está bien establecido el papel de las funciones ejecutivas en el aprendizaje de las matemáticas, debido a que la resolución de problemas implica habilidades de memoria de trabajo, así como flexibilidad cognitiva.

Por otro lado, para caracterizar el desempeño del niño en la lectura, el modelo indica que las pruebas que permitirían una evaluación más rápida serían: ENFEN Senderos gris (atención), Cálculo mental (memoria de trabajo) y Stroop PC (inhibición). Este resultado es contradictorio a lo presentado por Cai, Georgiou, Wen y Das (2016), quienes mencionan que se encuentra descrito que la planeación es

## *5. Discusión y conclusiones*

un fuerte predictor de la lectura. Tal vez debido a la metodología utilizada se verificó esta diferencia. Por otra parte Helland y Asbjorsen (2000), indican que existe una relación entre las dificultades de lectura y las funciones ejecutivas, mostrando que los individuos que presentan mayores dificultades en la lectura presentan desempeños inferiores en todas las pruebas de funciones ejecutivas. Comparativamente con estos autores, los resultados de la presente investigación son mucho más específicos y permiten verificar que medidas de funciones ejecutivas son fundamentales para caracterizar el desempeño académico en lectura.

De igual forma, para la escritura las pruebas que permitirían una evaluación más rápida serían: ENFEN Senderos gris (atención), Stroop P (lectura de palabras), recobro de la Figura Compleja de Rey (memoria visual) y Cálculo mental (memoria de trabajo). Por otra parte, Drijbooms, Groen y Verhoeven (2017), muestran la importancia de las funciones ejecutivas para el desarrollo de las habilidades de escritura. En la presente investigación se encontraron resultados mucho más específicos que los hallados por los autores.

Así, además de que los modelos predictivos puedan ser una excelente herramienta para la evaluación, también lo pueden ser para el aula de clase. Lo anterior ocurre pues, en el aula de clase, se podrían trabajar las habilidades que están asociadas a las medidas proporcionadas por las pruebas de funciones ejecutivas con el objetivo de mejorar el respectivo aprendizaje escolar, ya sea lectura, escritura o aritmética.

El reporte de los modelos, en general, enfatiza que en todos ellos se verificó que a mejores desempeños en funciones ejecutivas mejor serían las competencias académicas. Si se trabajan funciones ejecutivas se mejoran las competencias académicas de los estudiantes. Asimismo, los modelos permiten ahorrar tiempo, tanto en evaluación como en intervención, mostrando ser una buena herramienta

para caracterizar las competencias académicas en función del rendimiento en las tareas de funciones ejecutivas.

En la línea de lo anterior, Jacob y Parkinson (2015), realizaron una revisión sobre la asociación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico. Los autores encontraron que existen pocos estudios que exploren la relación causal entre las funciones ejecutivas y el rendimiento académico de forma rigurosa, indicando que los estudios que se han reportado son contradictorios. De igual modo, los autores indican que, aunque se sepa que existe una relación, son reducidas las investigaciones que reportan como los diferentes componentes de las funciones ejecutivas están implicados en la relación; también se sabe muy poco sobre cómo es esta relación diferencial para la lectoescritura y para las matemáticas. Indicando que se ha estudiado en mayor medida la relación entre los componentes de las funciones ejecutivas y las matemáticas, comparativamente con el número de estudios desarrollados para la lectoescritura. Así, mediante el presente estudio se contribuye a la limitación reportada por los autores, permitiendo analizar esta relación predictiva diferencial para lectura, escritura y aritmética.

Posteriormente a obtener modelos predictivos del desempeño en la prueba de competencias académicas en función del rendimiento en las tareas de funciones ejecutivas, se continúa en dirección al establecimiento de una posible relación bidireccional entre las variables. Según autores como Davis-Unger y Carlson (2008), el desempeño en tareas de funciones ejecutivas tiene un fuerte valor para la eficacia de la enseñanza, estas tareas asumen tanto la función de moderador como mediador. De igual modo Garcia y Rigau (2012), documentan que un bajo rendimiento en tareas que miden funciones ejecutivas se relaciona con dificultades en el aprendizaje escolar.

Así, para el último análisis, se buscó establecer indicadores sobre la posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar mediante correlaciones simples y parciales. Los resultados muestran que la mayoría de las

## 5. *Discusión y conclusiones*

correlaciones son positivas, indicando que un incremento en el rendimiento en las pruebas de competencias académicas está directamente relacionado con un incremento en el rendimiento en las pruebas que miden funciones ejecutivas, pudiendo esto indicar que lo inverso también ocurra y que se pueda hablar de una posible relación bidireccional.

En los resultados se encontró también que las pruebas que miden razonamiento (Matrices Progresivas de Raven), inhibición (Stroop), atención (ENFEN Senderos gris), flexibilidad cognitiva (ENFEN Senderos color) están correlacionadas significativamente con todas las pruebas de competencias académicas (ENI Lectura, Escritura y Aritmética), pudiendo esto apuntar hacia una posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y las competencias académicas.

Para descartar que estas correlaciones fueran impactadas por factores descritos en la literatura (Jacob & Parkinson, 2015) como la inteligencia (medida con Matrices Progresivas de Raven) o la memoria de trabajo (medida con la tarea de cálculo mental), se realizaron correlaciones parciales.

Los resultados generales, comparando los tres tipos de correlaciones realizadas (simples, parcial controlando inteligencia y parcial controlando memoria de trabajo), muestran correlaciones moderadas y significativas entre la inhibición (Stroop), atención (ENFEN Senderos gris), flexibilidad cognitiva (ENFEN Senderos color) y el desempeño en competencias académicas. Lo anterior puede ser un indicador fuerte de que las tres habilidades mencionadas impacten y sean impactadas por el desempeño académico, suponiendo una relación bidireccional entre ambas.

Un análisis más detallado permite dar cuenta que, para la competencia académica de Lectura, las correlaciones más altas y significativas ocurren con las habilidades de atención e inhibición. Para Escritura se evidencia que las correlaciones más altas y significativas se presentan con las destrezas de atención, flexibilidad cognitiva e inhibición. En Aritmética la correlación más alta y significativa ocurre para inhibición.

Lo anterior podría indicar la existencia de un perfil diferencial para cada competencia académica y que la destreza inhibición es clave en los tres dominios de competencias académicas. Así, mediante el análisis de las correlaciones fue posible empezar a delimitar una posible relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el rendimiento escolar. Esta posible relación bidireccional podría permitir proponer adaptaciones curriculares que involucren actividades para trabajar las funciones ejecutivas.

Importa resaltar que existen pocos estudios que hablen de la relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y las competencias académicas, siendo este un valor agregado del presente trabajo. En los trabajos revisados se resalta el realizado por Weiland y Yoshikawa (2013), quienes muestran que el entrenamiento en habilidades lectoescritoras y matemáticas contribuye a la mejora de las funciones ejecutivas. Los aportes de los autores dan cuenta de la posible existencia de una relación bidireccional que hay que explorar en profundidad.

Con el presente estudio se contribuye a la validación inicial de la relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar, pudiendo esto suponer muchos beneficios en el campo de la educación.

### **Puntos fuertes del estudio**

Posteriormente al expuesto se hace referencia a los puntos fuertes del estudio que se comentan a continuación:

Por primera vez se ha realizado un estudio de estas características en población colombiana con edades entre 7 y 11 años. A diferencia de otros estudios realizados, para este estudio se han utilizado técnicas estadísticas robustas para la comprobación de las hipótesis planteadas.

De igual modo se ha contribuido a clarificar como modelan las condiciones socioeconómicas la relación entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje

## 5. *Discusión y conclusiones*

escolar. Se establecieron modelos predictivos para apoyar la evaluación y la intervención en funciones ejecutivas, contribuyendo así a agilizar el proceso de selección de instrumentos para la evaluación y de herramientas para la intervención en funciones ejecutivas.

Se contribuyó a clarificar los componentes de las funciones ejecutivas que son esenciales para la realización de actividades de lectura y escritura, ya que la mayoría de los estudios se han enfocado en las matemáticas.

A diferencia de estudios anteriores, se pudo analizar la posibilidad de una relación bidireccional entre funciones ejecutivas y aprendizaje escolar, existiendo muy poca literatura sobre esta temática.

### **Principales limitaciones**

Como cualquier trabajo, este no está exento de limitaciones, así:

En la aplicación de los instrumentos de medida, aunque se haya intentado disminuir, siempre hay un pequeño sesgo en la medición debido a las características psicométricas de las pruebas. De igual modo hay variaciones interindividuales en el desarrollo de los niños que no se pueden controlar.

Por otra parte, se aplicaron instrumentos de medición que no están estandarizados para la población colombiana. Se menciona también el tamaño de la muestra que alerta para un cuidado en la extrapolación de resultados ya que solo tenemos los datos de 138 niños provenientes de tres colegios.

Asimismo, el hecho de que se haya realizado un estudio transversal en cambio de longitudinal hace que las inferencias que se buscan obtener puedan ser limitadas, pues solo existe un momento de medición.

## **Aportaciones novedosas del estudio**

Como aportaciones novedosas del estudio se resalta:

Por primera vez se trabaja con población infantil colombiana, en el estudio del valor predictivo de las funciones ejecutivas que mayor impacto tienen en las competencias académicas (y no en el rendimiento académico como siempre se ha hecho).

Es necesario diferenciar competencia académica de rendimiento académico y, más si tenemos en cuenta que el indicador que se utiliza normalmente para medir el rendimiento académico es una puntuación obtenida a través de un examen. El concepto de competencia académica sería mucho más amplio y estaría más relacionado con la obtención de aprendizaje. Los sistemas tradicionales de evaluación miden rendimiento académico a través de una nota, pero pocos de ellos, por no decir, ninguno, evalúan aprendizaje. En una prueba tipo test de 10 preguntas existen 252 maneras distintas de obtener un cinco que, en España y Colombia equivaldría a aprobar el examen. Si bien 252 alumnos han obtenido una misma puntuación, el aprendizaje obtenido por cada uno de ellos puede ser muy distinto. Imaginemos que de las 10 preguntas, cinco corresponden a temas fundamentales de la asignatura; mientras los otros cinco a preguntas irrelevantes. No existe el mismo aprendizaje entre aquellos alumnos que han obtenido un cinco por contestar las cinco preguntas fundamentales que aquellos que han obtenido un cinco por haber respondido a las preguntas secundarias o irrelevantes.

Así, este trabajo de alguna manera está cuestionando la diferenciación entre competencias académicas y rendimiento académico medido a través de unas puntuaciones numéricas. Relacionado con ello, se establece la necesidad de preparar buenas herramientas de evaluación que nos permita precisar el

## 5. *Discusión y conclusiones*

aprendizaje obtenido por los alumnos y no quedarnos con una simple puntuación numérica.

Y por último, sería bueno destacar el estudio de la relación bidireccional entre las funciones ejecutivas y el aprendizaje escolar. Hasta la fecha no se había procedido a la realización de un trabajo que contemplara una relación bidireccional entre tantas variables como se ha realizado en este trabajo.

### **Perspectivas de trabajo futuro**

Entre las diferentes perspectivas de trabajo futuro que se podrían comentar, se destacan las siguientes:

Estudiar más variables sociodemográficas relacionadas con el contexto del niño; sería interesante incorporar nuevas variables sociodemográficas para ver si se obtienen o no los mismos resultados de este estudio.

Otra posibilidad de futuro sería poder incluir otras medidas de memoria de trabajo, además del cálculo mental, habiéndose mostrado este como una buena medida.

Una limitación del presente estudio sería el tamaño de la muestra, así pues, sería pertinente la ampliación de la muestra para poder obtener conclusiones más amplias y robustas.

Otra posibilidad sería incluir diferentes poblaciones de niños para comparar su desempeño y obtener un estudio más amplio mediante estudios multiculturales. Así, sería interesante poder comparar diferentes muestras de niños con culturas totalmente diferentes, ya sea por el idioma o por la diferente concepción que se tiene del sistema educativo. Un estudio interesante a realizar y que no se descarta que se pueda realizar en un futuro,

podría ser comparando niños de Colombia con niños de España y de Finlandia.

Otra propuesta a realizar podría ser trabajar en programas de intervención dirigidos a las funciones ejecutivas. Acorde con los resultados obtenidos en este estudio, sería interesante la creación de talleres dirigidos a niños de edades tempranas con el objetivo de potenciar algunas de las funciones ejecutivas básicas, pues ya se ha visto su efecto positivo en la obtención de buenos resultados académicos.

Y, finalmente se podría realizar un estudio longitudinal para poder hacer el seguimiento de los niños y obtener conclusiones más robustas, específicamente para comprobar las relaciones bidireccionales que se observaron en este estudio. Sería interesante poder comprobar cómo afecta el rendimiento escolar de aquellos niños que han pasado por un entrenamiento de habilidades de funciones ejecutivas con respecto a aquellos otros que no han pasado por ello.



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## Referencias bibliográficas

- Ahmed, F. S., & Miller, L. (2011). Executive function mechanisms of theory of mind. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41, 667–678. doi:10.1007/s10803-010-1087-7.
- Ahmed, Y. M. R. (2011). Aprendizaje de las matemáticas. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 8.
- Alonso, B., & Fuentes, I. Mecanismo cerebrales del pensamiento matemático. *Revista de neurología*, 33(6), 568-576.
- Alloway, T., & Alloway, R. (2010). Investigate the predictive roles of working memory in IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106, 20-29.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive functions during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.
- Anderson, V., Jacobs, R., Anderson, P. (2008). *Executive functions and the frontal lobes – A lifespan perspective*. New York: Taylor & Francis.
- 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, 181-203.
- Ardila, A., & Surloff, C. (2007). *Dysexecutive syndromes*. San Diego: Medlink: Neurology.
- Ardila, A. (2008). On the evolutionary origins of executive functions. *Brain and Cognition*, 68, 92-99.
- Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 1-21.
- Arias, O., & Fidalgo, R. (2013). *Innovación educativa en la Educación Superior*. Madrid: Editorial Académica Española.

## Referencias bibliográficas

- Arias, W. L. (2010). Desarrollo de la historia de la psicología en el Perú. *Revista Peruana de Psicología*, 9(1), 101-109.
- Arias, W., & Oblitas, A. (2014). Aprendizaje por descubrimiento vs Aprendizaje significativo: Un experimento en el curso de la historia de la psicología. *Boletim-Academia Paulista de Psicologia*, 34(87), 455-471.
- Arroyo, M., Korzeniowski, C., & Espósito, A. (2014). Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos. *Revista Científica de Psicología, Eureka*, 11(1), 52-64.
- Alsina, Á. (2012). Más allá de los contenidos, los procesos matemáticos en Educación Infantil. *Edma 0-6: Educación Matemática en la infancia*, 1(1), 1-14.
- Ausubel, D. (1990). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Baddeley, A. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In I.G.A. Bower (ed.), *The psychology of learning and motivation*. pp.47-90. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. (2007). *Working memory, thought, and action*. Oxford: Oxford Psychology Series.
- Baddeley, A., & Wilson, B. (1988). Frontal amnesia and the dysexecutive syndrome. *Brain & Cognition*, 7, 212-230.
- Baddeley, A., & Sala, D. (1996). Working memory and executive control. *Philosophical Transactions of The Royal Society Biological Sciences*, 351, 1397-1404.
- Baggetta, P., & Alexander, P. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, brain and education*, 10(1), 10-33.
- Banich, M. (2009). Executive function: the search for an integrated account. *Current directions in psychological science*, 18(2), 89-94.
- Banich, M., & Depues, B. (2015). Recent advances in understanding neural systems that support inhibitory control. *Behavioral Sciences*, 1, 17-22.

- Barrasso-Catanzaro, C., & Esliger, P. (2016). Neurobiological bases of executive function and social-emotional development: typical and atypical brain changes. *Family Relations*, 65, 108-119.
- Barret, T. (2005). Understanding problema-based learning. *En Handbook of enquiry & problema based learning*. In T. Barret, I. MacLabhrainm, H. Fallon (Eds.), pp 13-25.
- Barkley, R. (1997). Behavioral Inhibition, Sustained Attention, and Executive Functions: Constructing a Unifying Theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 12(1), 65-94.
- Barkley, R. (2014). *Attention-deficit hyperactivity disorder: A handbook for diagnosis and treatment*. New York: The Guilford Press.
- Barros, P., & Hazin, I. (2013). Avaliação das funções executivas na infância: revisão dos conceitos e instrumentos. *Psicologia em Pesquisa*, 7(1), 13-22.
- Blair, C., & Raver, C. C. (2012). Child development in the context of adversity: Experiential canalization of brain and behavior. *American Psychologist*, 67, 309–318.
- Blair, C., & Raver, C. (2014). Closing the Achievement Gap Through Modification of Neurocognitive and Neuroendocrine Function: Results From a Cluster Randomized Controlled Trial of an Innovative Approach to the Education of Children in Kindergarten. *PLoS ONE*, 9(11), e112393.
- Blair, C. (2016). Executive functions and early childhood education. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 102-107.
- Blair, C. (2016b). Educating executive functions. *Wires Cognitive Science*, 8:e1403.
- Beltran J., & Genovard, C. (1996). *Psicología de la instrucción I. Variables y procesos básicos*. Madrid: Editorial Sintesis.
- Benedet, M. J. (2013). Cuando la “Dislexia” no es Dislexia. Madrid. CEPE.
- Bernier, A., Carlson, S. M., & Whipple, N. (2010). From external regulation to self-regulation: Early parenting precursors of young children’s executive functioning. *Child Development*, 81, 326–339.
- Best, J., & Miller, H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660.

## Referencias bibliográficas

- Best, J., Miller, P., & Naglieri, J. (2011). Relations between executive functions and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21, 327-336.
- Bialystok, E. (2010). Global-local and Trail-making Tasks by Monolingual and Bilingual Children: Beyond Inhibition. *Developmental Psychology*, 46(1), 93-105.
- Bialystok, E., and Martin, M.M. (2004). Attention and Inhibition in Bilingual Children: Evidence From the Dimensional Change Card Sort Task. *Developmental Science*, 7, 325-339.
- Bodrova, E., & Leong, D. (2007). *Tools of the Mind – the Vygotskian approach to early childhood education*. 2<sup>nd</sup> Edition. Ohio: Pearson.
- Bodrova, E., Leong, D. J., & Akhutina, T. V. (2011). When everything new is well-forgotten old: Vygotsky/Luria insights in the development of executive functions. In R. M. Lerner, J. V. Lerner, E. P. Bowers, S. Lewin-Bizan, S. Gestsdottir, & J. B. Urban (Eds.), *Thriving in childhood and adolescence: The role of self-regulation processes*. *New Directions for Child and Adolescent Development*, 133, 11–28.
- Brocki, K., & Bohin, G. (2004). Executive functions in children aged 6 to 13: a dimensional and developmental study. *Developmental Neuropsychology*, 26, 571-593.
- Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. London: Pergamon.
- Bruner, J. S., Goodnow, J. J. & Austin, G. (2003). *El proceso mental en el aprendizaje*. Madrid: Narcea.
- Bull, R., Phillips, L., & Conway, C. (2008). The role of control functions in mentalizing: dual-task studies of theory of mind and executive function. *Cognition*, 107, 663-672. doi: 10.1016/j.cognition.2007.07.015.
- Buller, I. (2010). Avaliação neuropsicológica efectiva da função ejecutiva. *Cuadernos Neuropsicologia*, 4(1), 63-86.
- Butterfuuss, R., & Kendeou, P. (2017). The role of executive function in Reading comprehension. *Educational Psychology Review*. doi: 10.1007/s10648-017-9422-6.

- Cai, D., Georgiou, G., Wen, M., & Das, J. (2016). The role of planning in different mathematical skills. *Journal of Cognitive Psychology*, 28(2), 234-241.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González-Marqués, J., Fernández, A., & Ortiz, T. (2004). Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. *Actas Españolas de Psiquiatría*, 32(2), 377-386.
- Chung, H., & Swentosky, A. (2014). The physiology of executive functioning. In S. Goldstein & J. Naglieri (eds.), *Executive Functioning* (pp.13-26). London: Springer.
- Cladellas, R., Clariana, M., Gotzens, C., Badia, M., & Dezcallar, T. (2015). Patrones de descanso, actividad físico-deportivas extraescolares y rendimiento académico en niños y niñas de primaria. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 53-59.
- Clements, D., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive functions and early mathematics: directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 79-90.
- Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., & Aikens, L.S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences (3rd edition)*. Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE (2014). Consultado el 18 de marzo de 2014 en: <http://www.dane.gov.co/index.php/estratificacion-socioeconomica/generalidades>.
- Davis-Unger, A. C., & Carlson, S. M. (2008). Children's teaching skills: The role of theory of mind and executive function. *Mind, Brain, and Education*, 2, 128–135. doi:10.1111/j.1751-228X.2008.00043.x.
- De Amo Sánchez Fortún, J. M. (2004). Literatura infantil: claves para la formación de la competencia literaria. Málaga: Aljibe.
- De Miguel Díaz, M. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. *Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Oviedo: Universidad de Oviedo, 109-14.

## Referencias bibliográficas

- De Miguel, M. (Coord.). (2006). Metodología de enseñanza y aprendizaje para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior. Madrid: Alianza.
- Decker, S., Ezrine, G., & Ferraraci, J. (2016). Latent dimensions of executive functions in early childhood. *Journal of Pediatric Neuropsychology*, 2, 89-98.
- Dias, N., & Seabra, A. (2016). Intervention for executive functions development in early elementary school children: effects on learning and behaviour, and follow-up maintenance. *Educational Psychology*, 1-19.
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750.
- Downing, K., Kwong, T., Chan, S. W., Lam, T. F., & Downing, W. K. (2009). Problem-based learning and the development of metacognition. *Higher Education*, 57(5), 609-621.
- Drijbooms, E., Groen, M. & Verhoeven, L. (2017). How executive functions predict development in syntactic complexity of narrative writing in upper elementary grades. *Reading and Writing*, 30, 209-231.
- Duncan, R., McClelland, M., & Acock, A. (2017). Relation between executive function, behavioral regulation, and achievement: moderation by family income. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 49, 21-30.
- Fagen, A. P., Crouch, C. H., & Mazur, E. (2002). Peer instruction: Results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40(4), 206-209.
- Fernández, N. (2006). Estrategias de enseñanza para favorecer el aprendizaje significativo. *Cognición*, 5, 12-18.
- Filippetti, V., & López, M.(2013). Las funciones ejecutivas en la clínica neuropsicológica infantil. *Psicología desde el Caribe*, 30(2), 380-415.
- Fuhs, M.W., Nesbitt, K.T., Farran, D.C., & Dong, N. (2014). Longitudinal Associations Between Executive Functioning and Academic Skills Across Content Areas. *Developmental Psychology*, 50(6), 1698-709.
- Fuster, J. M. (2001). The prefrontal cortex—An update: Time is of the essence. *Neuron*, 30, 319–333.
- Fuster, J. M. (2002). Frontal lobe and cognitive development. *Journal of*

- Neurocytology*, 31, 373–385.
- Fuster, J.M. (2008). *The prefrontal cortex*. 4<sup>th</sup> Ed. London: Elsevier.
- Garcia, K., & Rigau, E. (2012). Funciones ejecutivas y dificultades de aprendizaje. In *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 519- 533). Barcelona: Viguera Editores.
- Gestadt, C., Hong, Y., & Diamond, A., (1994). The relation between cognition and action: performance of 3, 5-7 years old children on a stroop-like day-night test. *Cognition*, 53, 129-153.
- Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, C., Nugent, T., Herman, D., Clasen, L., Toda, A., Rapoport, J., & Thompson, P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *PNAS*, 101(21), 8174-8179.
- González-Muñoz, D. (2013). Funciones ejecutivas y educación. *Revista Argentina de Neuropsicología*, 23, 11-34.
- Goodman, K. (1982). El proceso de lectura: consideraciones a través de las lenguas y del desarrollo. En E. Ferreiro y M. Gómez Palacios (comps.). *Nuevas perspectivas sobre los procesos de lectura y escritura*. Mexico: Siglo XXI
- Gopnik, A., & Astington, J. (1988). Children's understanding of representational change and its relation to the understanding of false belief and the appearance-reality distinction. *Child Development*, 59, 26-37.
- Golden, C. (1999). *Stroop-test de colores y palabras*. Madrid: TEA.
- Goldstein, S., Naglieri, A., Princiotta, D., & Otero, T. (2014). Introduction: a history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. In S. Goldstein & J. Naglieri (eds.), *Executive Functioning* (pp.3-12). London: Springer.
- Grignon, C. (1993). *Antropología Neuroevolutiva*. Ediciones Doyma: Barcelona.
- Guerrero, P. (1992). Aproximación al diagnóstico y tratamiento de la dislexia. *El Guiniguada*, 3(1), 65-72.
- Hackman, D., & Farah, M. (2009). Socioeconomic status and developing brain. *Trends in Cognitive Science*, 13(2), 65-73.
- Hanson, J., Hair, N., Shen, D., Shi, F., Gilmore, J., Wolfe, B., & Pollak, S. (2013).

## Referencias bibliográficas

- Family poverty affects the rate of human infant brain growth. *PLOS ONE*, 8(12): e80954.
- Happaney, K., Zelazo, P. D., & Stuss, D. T. (2004). Development of orbitofrontal function: Current themes and future directions. *Brain and Cognition*, 55, 1–10.
- Hassinger-Das, B., Jordan, N. C., Glutting, J., Irwin, C., & Dyson, N. (2014). Domain-general mediators of the relation between kindergarten number sense and first-grade mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 118, 78–92.
- Hekkand, T., & Asbjornese, A. (2000). Executive functions in dyslexia. *Child Neuropsychology*, 6(1), 37-48.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6ª edición. México: McGraw Hill Education.
- Hogrefe, J., Wimmer, H., & Perner, J. (1986). Ignorance versus false belief: a life developmental lag in attribution of epistemic states. *Child Development*, 57, 567-582.
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A., & Graham, A. (2010). Tracking executive function across the transition to school: a latent variable approach. *Developmental Neuropsychology*, 35(1), 20-36. doi: 10.1080/87565640903325691.
- Instituto Guttman. (2017). *Guttman Neuropersonal Trainer*. Recuperado de: <https://www.gnpt.es/en>.
- Iregui, A., Melo, L., & Ramos, J. (2006). Evaluación y análisis de eficiencia de la educación en Colombia. Informe Banco de la República. Recuperado de: <http://www.banrep.gov.co/docum/ftp/borra381.pdf>.
- Jacob, R., & Parkinson, J. (2015). The potential for school-based interventions that target executive functions to improve academic achievement: a review. *Review of Educational Research*, 85(4), 1-41.
- Kesim, M., & Altınpulluk, H. (2013). The future of LMS and personal learning environments. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 1-5
- Koh, G. C. H., Khoo, H. E., Wong, M. L., & Koh, D. (2008). The effects of problema-based learning during Medical school on physician competency: A

- systematic review. *CMAJ*, 178, 34-41.
- Kyllonen, P.C., & Christal, R.E. (1990). Reasoning Ability Is (Little More Than) Working-Memory Capacity?! *Intelligence*, 14(4), 389-433.
- Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the Classroom: A Gateway to Creating an Inclusive Learning Environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.
- Lee, K., Ng, S., Bull, R., Pe, M., & Ho, R. (2011). Are patterns important? An investigation of the relationships between proficiencies in patterns, computation, executive functioning, and algebraic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 103, 269–281. doi:10.1037/a0023068.
- Lee, K., Bull, R., & Ho, R.M. (2013). Developmental Changes in Executive Functioning. *Child Development*, 84(6), 1933-1953. doi: 10.1111/cdev.12096.
- Lubensky, R. (2006). The present and future of Personal Learning Environments (PLE). Retrieved January, 4, 2010
- Luria, A. (1980). *Higher cortical functions in man*. 2<sup>nd</sup> Edition. New York: Springer.
- Luria, A. (1983). *Las funciones psíquicas superiores y su organización cerebral*. Editorial Fontanela: Barcelona.
- Luria, A. (1984). *El cerebro en acción*. Barcelona: Martínez Roca.
- Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17, 281-297. doi: 10.1080/00207598208247445.
- Lezak, M. (1993). Newer contributions to the neuropsychological assessment of executive functions. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*. doi: 10.1097/00001199-199303000-00004.
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment*. 5<sup>th</sup> ed. New York: Oxford.
- Luján-Mora, S. (2013). De la clase magistral tradicional al MOOC: doce años de evolución de una asignatura sobre programación de aplicaciones web. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 11, 279-300.
- Kendeou, P., Papadopoulos, T. C., & Spanoudis, G. (2015). Reading comprehension and PASS theory. In T. C. Papadopoulos, R. Parrila, & J. R.

## Referencias bibliográficas

- Kirby (Eds.), *Cognition, intelligence, and achievement: A tribute to J. P. Das* (pp. 117–136). New York, NY: Elsevier.
- Kim, P., Evan, G., Angstadt, M., Ho, S., Sripada, C., Swain, J., Liberzon, I., & Phan, K. (2013). Effects of childhood poverty and chronic stress on emotion regulatory brain function in adulthood. *PNAS*, 110(46), 18442–18447 .
- Kostyanaya, M., & Rossouw, P. (2013). Alexander Luria: life, research & contribution to neuroscience. *International Journal of Neuropsychotherapy*, 1(2), 47-55.
- Maroco, J. (2007) – *Análise Estatística - Com Utilização do SPSS, 3ª Ed.*, Edições Sílabo.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2007). *Evaluación Neuropsicologica infantil (ENI) –manual de aplicación*. México: Manual Moderno.
- Mazur, E. (1997). *Peer instruction: A User's Manual*. Prentice Hall Series in Educational Innovation. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- McCloskey, G., Perkins, L., & Van Divner, B. (2009). *Assessment and intervention for executive function difficulties*. New York: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Meltzer, L., Reddy, R., Sales Pollica, L., & Roditi, B. (2004). Academic success in students with learning disabilities: The roles of self-understanding, strategy use, and effort. *Thalamus*, 22(1), 16–32.
- Meltzer, L. (2010). *Promoting executive functions in the classroom*. New York: The Guilford Press.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., & Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobes” task: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100. doi: 0.1006/cogp.1999.0734.
- Ministerio de la Educación Colombia. (2017) Hábitos de lectura, asistencia a bibliotecas y consumo de libros en Colombia. Recuperado de: [http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-115093\\_archivo\\_pdf.pdf](http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-115093_archivo_pdf.pdf).

- Molfese, V., Molfese, P., Molfese, D., Rudasill, K., Armstrong, N., & Stakey, G. (2010). Executive function skills of 6-8 year olds: Brain and behavioral evidence and implications for school achievement. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 116-125.
- Molina, J. A., García, A., Pedraz, A. & Antón, M. A. (2003). Aprendizaje basado en problemas: una alternativa al método tradicional. *Revista de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, 3(2), 79-85.
- Morrison, F. J., Cameron Ponitz, C., & McClelland, M. M. (2010). Self-regulation and academic achievement in the transition to school. In S. D. Calkins, & M. Bell (Eds.), *Child development at the intersection of emotion and cognition* (pp. 203–224). Washington, DC: American Psychological Association.
- Murillo, F., & Román, M. (2008). Resultados de aprendizaje en America Latina a partir de evaluaciones nacionales. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 1(1), 7-34.
- Navaridas, F. (2004). Estrategias didácticas en el aula universitaria. Servicio de Publicaciones. Universidad de La Rioja.
- Nendaz, M. R. & Tekian, A. (1999). Assessment in problema-based learning Medical schools: A literature review. *Teaching and Learning in Medicine*, 11(4), 232-243.
- Norman, D. & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R. J. Davidson, G. E. Schwartz, & D. E. Shapiro (Eds.). *Consciousness and self-regulation* (Vol. 4, pp. 1-14). New York: Plenum Press.
- Núñez, M. P., & Santamaria, M. (2014). Prerrequisitos para el proceso de aprendizaje de la lectura y la escritura: conciencia fonológica y destrezas orales de la lengua. *Lengua y Habla*, 18, 72-92.
- O'Toole, G. (2012). The Professor's Lecture Notes Go Straight to the Students' Lecture Notes. Quote investigator, 17 de agosto. Recuperado de <http://quoteinvestigator.com/2012/08/17/lecture-minds/>
- Otero, T., & Barker, A. (2014). The frontal lobes and executive functioning. In S. Goldstein & J. Naglieri (eds.), *Executive Functioning* (pp. 29-44). London:

Springer.

- Passolunghi, M. C., & Lanfranchi, S. (2012). Domain-specific and domain-general precursors of mathematical achievement: A longitudinal study from kindergarten to first grade. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 42–63. doi:10.1111/j.2044-8279.2011.02039.
- Pérez, E., Carboni, A., & Capilla, A. (2012). Desarrollo anatómico y funcional de la corteza prefrontal. In J. Tirapu, A. Molina, M. Lago, & A. Ardila (eds.), *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 177-195). Barcelona: Viguera Editores.
- Petersen, S., & Posner, M. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review in Neuroscience*, 21(35), 73-89.
- Portellano, J., Arias, R., & Zumárraga, L. (2009) *Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños*. Madrid: Tea Ediciones.
- Porteus, S. (1999). *Laberintos de Porteus*. Madrid: Tea Ediciones.
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. R. (1975). Attention and cognitive control. In R. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola symposium* (pp. 55–85). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- R Core Team. (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Austria. Recuperado de: <http://www.r-project.org/>.
- Raven, J. (1989). *Test de medidas progresivas para la medida de la capacidad intelectual, de sujetos de 4 a 11 años*. Buenos Aires: Paidós.
- Rey, A. (1999). *Test de copia y de reproducción de memoria de figuras geométricas complejas*. Madrid: Tea.
- Reynolds, C., & Horton, A. (2008). Assessing executive functions: a life-span perspective. *Psychology in The School*, 45(9), 875-892.
- Rodríguez ,Sánchez, M. (2011). Metodologías docentes en el EEES: de la clase magistral al portafolio.
- Rosselli, M., Ardila, A., Lalwani, L., & Vélez-Urbe, I. (2016). The effect of language proficiency on executive functions in balanced and unbalanced Spanish–English bilinguals. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(3), 489-503.

doi:10.1017/S1366728915000309

- Rosselli, M., & Ardila, A. (2014). El español y las características de los trastornos adquiridos de la lectura y la escritura. *Estudios de Psicología*, 35(3), 502-518.
- Roselli, M., & Matute E. (2011). La neuropsicología del desarrollo típico y atípico de las habilidades numéricas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1),123-140.
- Rueda, M. R., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2004). Attentional control and self-regulation. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 283–300). New York, NY: Guilford Press.
- Samuels, W., Tournaki, N., Blackman, S., & Zilinski, C. (2016). Executive functioning predicts academic achievement in middle school: a four-year longitudinal study. *The journal of Educational Research*, 109(5), 478-490.
- Savery, J. R., & Duffy, T. M. (2001). Problem based learning: An instructional model and its constructivist framework. CRLT Technical Report N 16-01 Center for Research on Learning and Technology. Indiana University
- Segers, E., Damhuis, C., Sande, E., & Verhoeven, L. (2016). Role of executive functioning and home environment in early reading development. *Learning and Individual Differences*, 49, 251-259.
- Sellés, P. (2006). Estado actual de la evaluación de los predictores y de las habilidades relacionadas con el desarrollo inicial de la lectura. *Aula Abierta*, 88, 53-71.
- Schuhfried. (2017). *Cogniplus*. Recuperado de <https://www.schuhfried.com/trainings/cogniplus/>.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 298, 199-209.
- Shanmugan, S., & Satterthwaite, T. (2016). Neural markers of the development of executive function: relevance for education. *Current opinion in Behavioral Sciences*, 10, 7-13.
- Solovieva, Y. & Quintanar, L. (2008). *Enseñanza de la lectura. Método práctico para*

## Referencias bibliográficas

- la formación lectora*. México: Trillas.
- Soprano, A. A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 37, 44-50.
- Stepien, W. J. (1993). Problem-based learning: As authentic as it gets. *Educational Leadership*, 50(7), 25-28.
- Strasser, K., Rolla, A., & Romero-Contreras, S. (2016). School readiness research in Latin America: findings and challenges. In D. Preiss (Ed.), *Child and Adolescent development in Latin America. New Directions for child and adolescent development*, 152, 31-44.
- Stuss, D. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759-765.
- Téllez, A., & Sánchez, T. (2016). Luria's model of the functional units of the brain and the neuropsychology of dreaming. *Psychology in Russia: State of the Art*, 9(4), 80-93.
- Tirapu, J., Molina, A., Lario, P., & Periañez, J. (2012). Evaluación de las funciones ejecutivas. In J. Tirapu, A. Molina, M. Lago, & A. Ardila (eds.), *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 199-222). Barcelona: Viguera Editores.
- Tirapu, J., Molina, G., Luna, P., Verdejo, A., & Rio. (2012). Corteza prefrontal, funciones ejecutivas y la regulación de la conducta. In J. Tirapu, A. Molina, M. Lago, & A. Ardila (eds.), *Neuropsicología de la corteza prefrontal y las funciones ejecutivas* (pp. 199- 222). Barcelona: Viguera Editores.
- Tirapu, J., Cordero, P., Luna, P., & Hernández, P. (2017). Propuesta de um modelo de funciones ejecutivas basado em análisis factorials. *Revista de Neurologia*, 64, 75-84.
- Thompson, P., Giedd, J., Woods, R., MacDonald, D., Evans, A., & Toda, A. (2000). Growth patterns in the developing brain detected by using continuum mechanical tensor maps. *Nature*, 404, 190-193.
- Toga, A., Thompson, P., & Sowell, E. (2006). Mapping brain maturation. *Trends Neuroscience*, 29(3), 148-159.
- Toll, S., Van der Ven, S., Kroesbergen, E., & Van Luit, J. (2011). Executive functions

- as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521-532.
- Tsermentseli, S., & Poland, S. (2016). Cool versus hot executive function: a new approach to executive function. *Encephalos*, 53, 11-14.
- Tupper, D. (1999). Introduction: Alexander Luria's continuing influence on worldwide neuropsychology. *Neuropsychology Review*, 9(1), 1-7.
- Vygotsky, L. S. (1929). The problem of the cultural development of the child II. *Journal of Genetic Psychology*, 36, 415-432.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1987). Lecture 2. Memory and its development in childhood. The collected works of L.S. Vygotsky (Vol. 1, pp. 301-310). New York: Kluwer Academic/Plenum Press.
- Welsh, J.A., Nix, R.L., Blair, C., Bierman, K.L., and 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(1), 43-53.
- White, H. B. (1996). Dan tries problem-based learning: A case study. En L. Richlin (Ed.), *To improve the Academy*, Vol. 15 (pp 75-91). Stillwater, OK: New Forum Press & Professional and Organizational Network in Higher Education.
- Zelazo, P., Frye, D., & Rapus, T. (1996). An age-related dissociation between knowing rules and using them. *Cognitive development*, 11, 37-63.
- Zelazo, P., & Muller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development* (pp. 445-469). Malden: Blackwell Publishers Ltd.
- Zelazo, P. (2015). Executive function: reflection, interactive reprocessing, complexity, and the developing brain. *Developmental Review*, 38, 55-68.
- Zelazo, P., Blair, C., & Willoughby, M. (2016). *Executive function: implications for education (NCER 2017-2000)*. Washington, DC: National Center for Education Research, Institute of Education Sciences, U.S. Department of

*Referencias bibliográficas*

Education. This report is available on the Institute website at <http://ies.ed.gov/>.

Zheng, X., Swanson, H. L., & Marcoulides, G. A. (2011). Working memory components as predictors of children's mathematical word problem solving. *Journal of Experimental Child Psychology*, 110, 481–498.