



**Efectos de un programa de Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas en
estudiantes de 10 y 11 años.**

Paola Yuliana Jiménez Zuluaga

Tesis de maestría presentada para optar al título de Magíster en Psicología

Asesora

Ángela María Lopera Murcia, Doctor (PhD) en Ciencias Sociales

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Sociales y Humanas
Maestría en Psicología
Medellín, Antioquia, Colombia
2023

Cita	(Jiménez Zuluaga, 2023)
Referencia	Jiménez Zuluaga, P. (2023). <i>Efectos de un programa de Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas en niños de 10- 11 años</i> [Tesis de maestría]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Maestría en Psicología, Cohorte V.

Grupo de Investigación Psicología Cognitiva.

Centro de Investigaciones Sociales y Humanas (CISH).



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Alba Nely Gómez García

Jefe departamento: Alberto Ferrer Botero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

A mis padres Martha Zuluaga y Álvaro Jiménez, mis hermanos Wilman y Yonathan Jiménez y a mi sobrino Agustín quienes son todo para mí.

También a la memoria de mi gran amigo Alejandro Arias Duque.

Agradecimientos

A todas las personas que me acompañaron, a mi familia y amigos, especialmente a Edward, Ernesto, Ricardo y Paula con quienes viví de cerca este proceso.

Tabla de contenido

Agradecimientos.....	3
Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
1 Planteamiento del problema.....	12
1.1 Antecedentes	15
2 Justificación.....	22
3 Objetivos	24
3.1 Objetivo general	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
4 Hipótesis.....	25
4.1 Hipótesis de trabajo	25
4.2 Hipótesis estadística	25
5 Marco teórico	26
5.1. Funciones Ejecutivas.....	26
5.1.1 Planeación.....	27
5.1.2 Flexibilidad Mental.....	28
5.1.3 Control Inhibitorio	28
5.1.4 Memoria de trabajo	28
5.1.5 Procesamiento Riesgo Beneficio	29
5.1.6 Abstracción	29
5.1.7 Metacognición.....	29

5.1.8 Monitoreo y Control	29
5.2 Funciones Ejecutivas y neurodesarrollo.....	30
5.2.1 Anatomía de las Funciones Ejecutivas	32
5.2.2 Corteza Dorsolateral prefrontal.....	33
5.3 Pensamiento Computacional	33
5.4 Habilidades cognitivas y Pensamiento Computacional	35
5.5 Relaciones entre Pensamiento Computacional y las Funciones Ejecutivas	35
5.5.1 Secuencialidad	36
5.5.2 Bucles.....	36
5.5.3 Eventos.....	36
5.5.4 Paralelismo.....	37
5.5.5 Condicionales.....	37
5.5.6 Operadores	37
5.5.7 Datos	37
6 Metodología	38
6.1 Participantes	38
6.2 Instrumentos	39
6.3 Procedimiento.....	42
Sesión 1	46
Sesión 2.....	46
Sesión 3.....	47
Sesión 4.....	47
Sesión 5	48
Sesión 6.....	48
Sesión 7.....	49

Sesión 8.....	49
Sesión 9.....	49
Sesión 10.....	50
Grupo control	50
Posttest.....	50
6.4. Plan de análisis de datos.....	51
6.5 Resultados esperados.....	51
6.6. Consideraciones éticas	51
7 Resultados	54
7.1. Análisis funcional de los resultados	60
8 Discusión.....	63
9 Conclusiones	66
10 Recomendaciones y Limitaciones	68
Recomendaciones.....	68
Limitaciones	68
Referencias	69
Anexos.....	75

Lista de tablas

Tabla 1. Desarrollo de las Funciones Ejecutivas.....	31
Tabla 2. Acceso a Tecnología	39
Tabla 3. Estructura del Programa de formación del Pensamiento Computacional (parte I).....	44
Tabla 4. Estructura del Programa de formación del Pensamiento Computacional (parte II).....	45
Tabla 5. Subpruebas de Memoria de Trabajo.....	54
Tabla 6. Subpruebas de Planeación, Flexibilidad mental y Secuenciación Inversa.....	56
Tabla 7. Señalamiento autodirigido.....	57
Tabla 8. Memoria de trabajo	57
Tabla 9. Ordenamiento alfabético de palabras	58
Tabla 10. Suma y resta consecutiva	58
Tabla 11. Fluidez verbal.....	59
Tabla 12. Torre de Hanoi (tres y cuatro fichas)	60

Lista de figuras

Figura 1 Corteza prefrontal	32
Figura 2 Distribución de la muestra por género, grupo y edad	38
Figura 3 Tablero de programación Scratch (elaboración de imagen propia).....	42

Resumen

El estudio buscó identificar los efectos de un programa de formación en pensamiento computacional sobre las funciones ejecutivas de grupo de niños y niñas de 10 y 11 años de la Institución Educativa Santa María del Carmen de Viboral, considerando la importancia del desarrollo cognitivo en esta etapa del ciclo vital y relacionándola con las habilidades del siglo XXI (Resolución de problemas y Pensamiento Computacional). La metodología utilizada fue cuasiexperimental pretest-postest con un grupo caso y otro control. El experimento se realizó en 10 sesiones de dos horas con dos encuentros semanales y haciendo uso de Scratch para el programa de formación en Pensamiento Computacional. Además, la muestra estuvo conformada por 12 niños y niñas que fueron evaluados en los dos momentos con la batería de los lóbulos frontales y las funciones ejecutivas BANFE-2. Los resultados sugieren que no hay diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos después del programa; sin embargo, un análisis funcional más detallado permite concluir que el programa mejora el desempeño en las funciones ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal.

Palabras clave: Funciones Ejecutivas, Circuito dorsolateral prefrontal, Pensamiento Computacional, Scratch.

Abstract

The study sought to identify the effects of a training program in computational thinking on the executive functions in a group of 10 and 11-year-old boys and girls from Santa Maria del Carmen School, taking into consideration the importance of cognitive development at this stage of the life cycle and relating it to the skills of the 21st century (Problem Solving and Computational Thinking). The methodology used was quasi-experimental pretest-posttest with a case group and a control group. The experiment was carried out in 10 two-hour sessions with two weekly meetings and using *Scratch* for the Computational Thinking training program. In addition, the sample consisted of 12 boys and girls who were evaluated at both moments (pre-test & post-test) with the frontal lobes battery and BANFE-2 which evaluates executive functions. The results suggest that there are no statistically significant differences between the two groups after the program; however, a more detailed functional analysis allowed us to conclude that the program improves performance in executive functions associated with the dorsolateral- prefrontal circuit.

Keywords: Executive Functions, dorsolateral prefrontal circuit, Computational Thinking, Scratch.

Introducción

Este estudio nació por el interés sobre las dinámicas de una sociedad digitalizada y las consecuencias que pueden tener estas sobre los procesos cognitivos. A lo largo de la revisión de la literatura se fue centrando y se dirigió la pregunta a los efectos que podría tener un programa de formación del Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas, especialmente en las que se relacionan con la corteza dorsolateral prefrontal, lo cual se convirtió en el objetivo principal del proyecto, todo esto, tomando como base investigaciones que se han dado en países del primer mundo como sugerencias para la introducción al aprendizaje de lenguajes de programación y el desarrollo de habilidades del siglo XXI, además de las iniciativas que se han empezado a implementar en Suramérica para satisfacer la demanda de alfabetización digital en la escuela.

Para responder al objetivo se propuso un diseño cuasiexperimental con evaluación pretest-postest y grupo control, que permitió comparar el desempeño de ambos grupos y describir los resultados, que en gran medida fueron positivos. Se espera que la investigación haga aportes a la psicología cognitiva en la reafirmación de la importancia de los estímulos medioambientales en el neurodesarrollo y que, además se pueda transpolar a la educación en reflexiones alrededor de la utilización de nuevas herramientas y metodologías para favorecer el aprendizaje, las competencias del siglo XXI como el Pensamiento Computacional y las Funciones Ejecutivas en sí mismas.

1 Planteamiento del problema

Los avances científicos y tecnológicos siempre han buscado impactar diferentes escenarios en los que se desenvuelven los seres humanos. Desde la década del cerebro (90's) y cada vez, con mayor intensidad, se ha buscado incorporarlos en diferentes campos científicos, entre estos las neurociencias cognitivas, campo en el que se han desarrollado conceptos como el de Pensamiento Computacional [PC], que apunta a la solución efectiva y ordenada de problemas, y que permite proponer relaciones causales con el desarrollo de las Funciones Ejecutivas [FFEE] como un sistema de procesos cerebrales.

En esta línea, algunos hallazgos recientes de las neurociencias han identificado diferentes efectos que tienen los estímulos del medio sobre el desarrollo cerebral. Autores de la última década como Júlvez (2016) confirman el planteamiento acerca de que el cerebro humano se desarrolla durante un periodo prolongado y su maduración es continúa hasta la adultez; en coherencia con los efectos del medio sobre el neurodesarrollo, el mismo autor sugiere también que “los entornos tempranos pueden ser particularmente importantes por su impacto en la salud mental, el aprendizaje y el comportamiento en las sociedades humanas” (Júlvez, 2016, p.2).

Otros autores han centrado su interés en este campo, relacionando los hallazgos y preguntas con otros campos cercanos, tales como la neuropsicología infantil, que dentro de sus líneas de trabajo aborda el neurodesarrollo, es decir, la forma en la que un cerebro se desarrolla paulatinamente, razón por la cual los enfoques teóricos que la sostienen son dinámicos y tienen en cuenta el desarrollo evolutivo (cognitivo, conductual y emocional) así como los diferentes contextos en los que crece el niño [familiar, social y educativo] (Pardos & González, 2018). Y es justo a partir de esta condición epistémica de este campo de la psicología que crece en la comunidad científica el interés por estudiar cómo impactan los diferentes estímulos ambientales en funciones específicas del cerebro.

Dentro de los procesos cognitivos de mayor abordaje en el ámbito de las neurociencias en las últimas tres década, están las Funciones Ejecutivas (FFEE), comprendidas como funciones neuropsicológicas de alta complejidad cuyo proceso de maduración culmina en la adultez, motivo por el cual las investigaciones con población infantil se han interesado en ellas, su evolución y su relación con otras habilidades cognitivas como el aprendizaje de la lectura, escritura y competencias

matemáticas (Fonseca et al., 2016), creatividad (Kashani-Vahid et al., 2017). En cuanto a las Funciones Ejecutivas Romero et al. (2017) expresan que:

Parece importante la elaboración de programas preventivos y de intervención que favorezcan el desarrollo de las Funciones Ejecutivas en niños pequeños, puesto que el funcionamiento ejecutivo en la infancia predice el rendimiento durante toda la vida y se ha relacionado con la mejora de la competencia social, la prevención de los problemas de conducta, el éxito académico, la mejora de la salud y la calidad de vida. p.258.

Más adelante, y después de una revisión bibliográfica que busca establecer la relación entre las Funciones Ejecutivas y el aprendizaje escolar, Cabanes-Flores et al. (2018) expresan que:

la planeación de las acciones, la valoración de alternativas, el cambio de estrategias, la regulación y control de las acciones en la ejecución de la actividad dirigida a una meta, resultan una expresión de componentes de las FFEE, por lo que resulta trascendente su estudio en el contexto escolar, el conocimiento de sus particularidades en esta etapa del desarrollo y la implicación de determinados factores en su maduración. p. 49.

Sumado a lo anterior, el uso y el avance de la ciencia y la tecnología han representado un desafío para diferentes campos del saber cómo la educación, pues todo ello ha llevado a repensar los medios y las estrategias implicados en los procesos de enseñanza y aprendizaje en un entorno cada vez más digitalizado, “partiendo de la misma visión de unos sistemas educativos que no satisfacen las necesidades de una sociedad digital” (Valverde et al., 2015). En este sentido, cabe mencionar que, en algunos continentes, particularmente en Europa con el fin de implementar nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje y favorecer el desarrollo de diferentes procesos cognitivos, como las Funciones Ejecutivas, se han incluido en sus currículos escolares el uso de softwares de programación, como herramientas que promueven el desarrollo de otras habilidades cognitivas como el Pensamiento Computacional.

Al respecto, vale la pena destacar que “la web 2.0, los dispositivos móviles, la poderosa industria del videojuego y el resurgir del movimiento DIY (Do It Yourself) han puesto en un primer plano las necesidades y carencias en la formación sobre Pensamiento Computacional y programación” (Valverde et al, 2015). Zapata-Ros (2019), desde allí se propone contemplar una

nueva forma de alfabetización, tras considerar que el Pensamiento Computacional debe construir competencias similares a las que se han dado desde las áreas de la educación tradicional (Lectura, escritura, Matemáticas...). Esta afirmación se sostiene además en lo expresado en 2015 por Balanskat y Engelhardt (2015), pues sugieren que la codificación (coding) es una competencia en la que deberán formarse los estudiantes (así como trabajadores de una gran cantidad de profesiones), pues consideran que hace parte del razonamiento lógico y de las llamadas habilidades del siglo XXI.

Siguiendo el hilo de esta nueva necesidad de transformación educativa desde el reconocimiento del papel de los procesos cognitivos, se ha encontrado además que una de las formas más comunes para entrenar el Pensamiento Computacional es a través del aprendizaje de programación, que adiciona beneficios a los alumnos tal como lo presentan Mangifesta y Feldfeber (2019) en el artículo *“la importancia de enseñar programación en la escuela”*, donde exponen cinco motivos por los cuales consideran necesaria la enseñanza de programación: Primero, brindarles herramientas a los estudiantes para vivir en un mundo digital, buscando que las nuevas generaciones puedan participar de la tecnología de manera segura y responsable, siendo conscientes de sus derechos, obligaciones y posibilidades; Segundo, educar a los nativos digitales, puesto que, si bien ellos han crecido rodeados por la tecnológica, su conocimiento es rudimentario, entonces se les educa para que se apropien y se valgan de estas. Tercero, incentivar el estudio de carreras relacionadas con las tecnologías; Cuarto, combatir los estereotipos relacionados con el género y la inteligencia de las personas que estudian estas carreras. Y por último enseñar a pensar, ya que en el momento en el que se programa se desarrollan habilidades como “la creatividad, la resolución de problemas, la abstracción, la recursividad, la iteración, el ensayo-error, los métodos colaborativos, entre otros”. Estas habilidades, comprenden lo que se conoce como “Pensamiento Computacional” (Mangifesta & Feldfeber, 2019, Párrafo 22).

Si bien las iniciativas para incluir la programación, o desarrollo de las competencias del siglo XXI, se han concentrado principalmente en Europa y en países del primer mundo, en el contexto colombiano también se ha encontrado que en los últimos siete años se han procurado formular planes educativos para responder a las demandas de una sociedad globalizada. Sin embargo, un análisis crítico de estos avances muestra que a estas propuestas pedagógicas aún les hace falta actualizarse en relación con lo que han implementado otros países en cuanto al uso de las TIC. Lo cierto es que las estrategias adecuadas demandan ir más allá de la dotación de instituciones

educativas con dispositivos tecnológicos, para que se incluyan elementos como formación en lenguajes de programación y el Pensamiento Computacional, puesto que la apropiación de este tipo de contenidos permite una configuración diferente de los procesos cognitivos, sociales, y emocionales, pues los mecanismos que se emplean para responder a los nuevos estímulos son variados, y su estudio puede contribuir a distintos campos del saber. Además, se convierte en una exigencia del sistema tecnológico en el que se mueve el mundo.

En definitiva, queda clara la necesidad de integrar a los procesos de enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas, procesos formativos relacionados con las TIC's que impacten no sólo en los medios y formas de presentar la información, sino que además promuevan efectos cognitivos en el desarrollo de nuevas habilidades del pensamiento de forma transversal a las ya conocidas áreas del currículo. Se busca entonces promover nuevas “Maneras de Pensar”, que es una categoría de las Competencias del Siglo XXI (La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2010), dentro de la que se encuentran el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones, el pensamiento visual, la autonomía y el Pensamiento Computacional como foco de interés de esta investigación.

1.1 Antecedentes

La revisión de antecedentes de investigación ha sugerido que no es común encontrar estudios que cuestionen los efectos de programas de formación en Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas en sí mismas; por el contrario, se encuentran de manera más común estudios que apuntan a preguntas relacionadas con los conceptos de Pensamiento Computacional, educación robótica o programación como “Educational robots and computational thinking” del 2014, “Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education” del 2019, “Computational thinking education: Issues and challenges”, o “¿ Robots o programación?: el concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros” que acercan a la comprensión de que los tres conceptos apuntan al desarrollo de competencias digitales como fin o como medio en diferentes procesos cognitivos incluidos los de enseñanza y aprendizaje, habilidades sociales y solución de problemas. Para la investigación en curso se tomaron en cuenta aquellas investigaciones

que aportan elementos de método, muestra, y resultados, relacionados con las Funciones Ejecutivas y el Pensamiento Computacional.

Así pues, para la elección del método por medio del cual se formuló el programa de entrenamiento del Pensamiento Computacional (lo cual se amplía en la Metodología), se encontró que son diversos los lenguajes y softwares que se utilizan para introducir a los niños en el campo de la programación: Logo, Alice, Code.org®, Scratch® entre otros; cada uno de ellos tiene características particulares, y en general son de acceso libre. Como se observará a lo largo del texto, se ha sugerido que Scratch es uno de los softwares más usados actualmente para la iniciación a la programación, en Pensamiento Computacional y en general para las investigaciones ya que su interfaz es sencilla y permite la creación de proyectos con bloques de códigos.

Los investigadores Ouahbia et al. (2015), hicieron un estudio que se centró en evaluar la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de programación; la muestra estuvo conformada por 69 estudiantes de secundaria que fueron elegidos aleatoriamente y subdivididos en tres grupos; para llevar a cabo la investigación se dio a los estudiantes una instrucción para crear juegos simples, con el fin de que ellos lograran aprender conceptos básicos de la programación; el experimento se realizó de la siguiente manera: El primer grupo utilizó Scratch y los otros dos grupos utilizaron un lenguaje de programación convencional basado en Pascal; el citado estudio, utilizó un diseño metodológico de pretest-postest donde se aplicaron encuestas para saber el nivel de programación de los estudiantes al principio y al final del estudio; el análisis de las encuestas mostró que el uso de un entorno para la programación de aprendizaje como Scratch, motiva a los estudiantes y los capacita para continuar sus estudios en programación; al finalizar el estudio, se les preguntó a los participantes si seguirán aprendiendo programación, a lo cual el 65% de estudiantes que aprendieron con Scratch manifestaron su deseo de continuar, mientras que de los otros grupos solo el 10.3 % manifestaron este interés.

Uno de los países que ha venido adelantando investigaciones en el tema de Pensamiento Computacional y el uso de Scratch es España: Sáenz y Cozár (2017) propusieron una investigación con el objetivo de valorar la auto-producción de contenidos relativos a la creación y práctica musical por parte de los alumnos de Educación Primaria a través de un enfoque lúdico e innovador, así como analizar las ventajas de la utilización del Pensamiento Computacional en contextos educativos; la intención de este estudio surgió debido a que los autores consideran que la educación se encuentra

frente al desafío de introducir las TIC como herramientas que posibilitan el aprendizaje, mencionan que los procesos de ludificación en el aula tienden a incrementar con el paso del tiempo para permitir experiencias motivadoras para los estudiantes.

Debido a lo anterior, Sáenz y Cozár (2017), intervienen desde el Pensamiento Computacional, implementando la programación visual por bloques Scratch y tarjetas de sensores para la creación de programas sencillos y juegos interactivos relacionados con los temas que se quieren trabajar; el método propuesto en dicho estudio fue mixto pues hicieron entrevistas y utilizaron instrumentos para luego triangular los datos; el grupo experimental estuvo compuesto por 93 niños de 6° de educación primaria de cuatro escuelas de Madrid, y un grupo control de 27 niños; la intervención se llevó a cabo en 20 sesiones de una hora integradas al área de educación artística, se hizo uso de Scratch (software), PicoBoard y Raspberry Pi (hardware) donde crearon diferentes proyectos teniendo en cuenta la programación por bloques y los hardware, trabajando competencias básicas en áreas como ciencia y tecnología, competencia digital, aprender a aprender y conciencia y expresiones culturales, mientras que para la evaluación utilizaron una escala de Pensamiento Computacional y una entrevista grupal semiestructurada.

Los resultados del estudio mostraron que el grupo experimental puntuó significativamente alto los conceptos relativos al Pensamiento Computacional, en la comprensión de secuencias, bucles, paralelismos, eventos y elementos; no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la capacidad lúdica, pero sí en la secuencia para crear música y usar nuevas tecnologías; por otra parte, las entrevistas grupales sugirieron que hay más diversión y motivación con la novedad de las TIC, mayor creatividad y prácticas colaborativas e interactivas. La conclusión a la cual llegaron Sáenz y Cozár (2017), en la triangulación de datos fue que el trabajo con conceptos computacionales ayuda a que los jóvenes comprendan secuencias y fomenta la capacidad de comunicación y expresión.

Los estudios de Ouahbia et al. (2015) y Sáenz y Cozár (2017), sugieren que Scratch motiva y diversifica las actividades en el aula, en adelante se reforzarán estas ideas de la mano de elementos como las Funciones Ejecutivas estudiadas y las metodologías usadas, que han aportado a la delimitación del estudio.

Empezando por Marian Álvarez (2017), quien realizó la investigación “*Desarrollo del Pensamiento Computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch*” que

tuvo como objetivo evaluar la efectividad de Scratch como medio para el desarrollo del Pensamiento Computacional en niños de 11-12 años. La autora sustentó el estudio en la importancia de desarrollar el Pensamiento Computacional como una habilidad de alto nivel y una necesidad del siglo XXI. La muestra estuvo conformada por 3 participantes y el proceso se dividió en cuatro fases: Elaboración de guía de aprendizaje en Scratch, presentación de la guía a los participantes y actividades en Scratch, evaluación del Pensamiento Computacional, y finalmente, análisis de resultados y generación de conclusiones.

Para la ejecución de las fases del estudio se propusieron 14 sesiones de 45 minutos cada una. Además, se recogieron los datos de tres formas la primera fue con la socialización de la guía de aprendizaje, puesto que cada participante debía expresar lo que más le había gustado, lo que le pareció difícil de entender, entre otras; el segundo fue con la plataforma “Dr. Scratch” que valora los proyectos creados por los participantes en diferentes niveles, y la tercera fue una prueba de Pensamiento Computacional. Con base en los resultados, la investigación concluyó que:

A nivel general, los resultados no muestran un desarrollo claro del Pensamiento Computacional de todos los sujetos, ya que la media del Test de Pensamiento Computacional de Román-González (2016) giraba en torno a las 13 respuestas correctas, y este estudio ha estado en torno a las 11 (Álvarez, 2017. p.60).

Sin embargo, Álvarez (2017) menciona que el diseño de la investigación fue estudio de caso y la muestra fue limitada, pero los resultados tendieron a ser positivos ya que mostraron de alguna manera el desarrollo del Pensamiento Computacional en algunos sujetos participantes. Además, la autora aclara que para futuras investigaciones se debe tener en cuenta el número de la muestra y las actividades propuestas en la guía de iniciación.

Otro antecedente que presenta una relación cercana a la propuesta de investigación fue llevado a cabo en Italia por DiLieto et al. (2017), ellos realizaron una investigación que tuvo como objetivo evaluar por primera vez los efectos a corto plazo en niños de edad preescolar en una capacitación intensiva en educación robótica sobre las Funciones Ejecutivas. Este estudio se llevó a cabo con una muestra de 12 niños entre los 5 y 6 años. La intervención se realizó en 13 sesiones durante 6 semanas, con encuentros de 75 minutos dos veces por semana. Los investigadores usaron un robot llamado Bee-bot para llevar a cabo la investigación; los botones de este robot contaban con

diferentes funcionalidades: cuatro para moverse en las diferentes direcciones (derecha, izquierda, adelante y atrás), otro para programar la secuencia, otro para iniciar las acciones y uno más para borrar la memoria del robot. También contaban con un tapete que simulaba una ciudad; la tarea de los instructores era pedir a los niños que dirigieran al Bee-bot por una secuencia de movimientos a diferentes lugares: un restaurante, un supermercado, una tienda, haciendo los recorridos cada vez más complejos, ellos reforzaban el alcance de los objetivos. Estas instrucciones permitieron que los niños entrenaran su memoria de trabajo, planificación visoespacial y flexibilidad cognitiva. Los resultados encontrados sugieren mejoras estadísticamente significativas en memoria de trabajo visoespacial como en habilidades de inhibición y capacidades significativas en la programación de robots.

En esta vía, los autores Acosta y Alsina (2018) buscaron relacionar la iniciación al álgebra a través del Pensamiento Computacional en educación infantil en un grupo de 24 niños de 3-4 años. En este estudio, los investigadores a través del aprendizaje basado en proyectos indujeron el aprendizaje de patrones con itinerarios que contenían la identificación de patrones simples, iniciar la construcción de series que implican un patrón simple, anticipar acciones a partir de la identificación de una secuencia, así como leer e interpretar patrones. Los datos fueron recogidos con datos de campo y documentación pedagógica que incluía material audiovisual. La experiencia se realizó durante tres sesiones y como herramienta utilizaron el Bee-bot y sus correspondientes tapetes para ejecutar las tareas. En el primer momento se da la libre exploración de los robots, en la segunda lo ayudan a desplazar para cumplir con una tarea, y en la última deben representar gráficamente la secuencia que debía seguir el robot en la sesión dos. El estudio concluye que incluir actividades de Pensamiento Computacional inicia a los niños en el razonamiento algebraico y en la resolución de problemas, siendo más efectivo cuando a través de sus propias palabras logran sustentar las razones por las que tomaron una u otra decisión, además los ejercicios permiten la apropiación del lenguaje matemático. Según los autores, en próximos estudios será necesario diseñar nuevas prácticas en el marco de la metodología Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes, Matemáticas[STEAM] que permitan ir concretando y ampliando las orientaciones didácticas descritas, a la vez que se analice mediante diseños de investigación adecuados cómo dichas prácticas abordan el desarrollo del pensamiento matemático y computacional, dado su relevante papel en el desarrollo intelectual de los alumnos de las primeras edades de escolarización.

Entre los años 2017 y 2018 Caballero-González y García-Valcárcel (2020), realizaron una experiencia sobre el aprendizaje de competencias digitales asociadas al Pensamiento Computacional utilizando retos de programación y la herramienta Bee-bot. El diseño de investigación fue cuasiexperimental pretest-postest con grupo control, donde la muestra estuvo conformada por 40 estudiantes de cuatro y cinco años y dos docentes de un colegio de Salamanca, España. El objetivo que tuvo la investigación fue evaluar la habilidad específica de secuenciación, así como las habilidades sociales que pueden fortalecer los estudiantes cuando participan de una experiencia de aprendizaje de programación y Bee-bots. Los instrumentos usados fueron una rúbrica, una lista de chequeo y un cuestionario, con los cuales se obtuvieron los resultados que dieron cuenta de diferencias significativas en el grupo caso, en cuanto al dominio y aprendizaje del Pensamiento Computacional, mediante la construcción de secuencias.

Además, dentro del estudio se observaron comportamientos sociales positivos entre los estudiantes que recibieron las actividades de aprendizaje. El tiempo destinado para el desarrollo del estudio fueron 20 horas divididas en sesiones de 2 horas, en las cuales, las primeras 6 sesiones trabajaron conceptos básicos, y en las siguientes sesiones subió el nivel a contenidos de nivel intermedio. La evaluación se realizó en 6 horas: 3 en pretest y 3 en postest. Las evaluaciones suponían retos que los niños debían cumplir con el Bee-bot. Los autores del estudio (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020) señalan que las limitaciones de su investigación fueron tamaño de la muestra y el tiempo utilizado para el desarrollo de las actividades, ya que la experiencia se realizó dentro de las clases. Además, ellos recomiendan explorar diferentes características del Pensamiento Computacional y utilizar diferentes tipos de población ya que ello permitiría robustecer las conclusiones y aproximaciones al Pensamiento Computacional.

Recientemente, el estudio *“Pensamiento Computacional: ¿Una nueva forma de entrenar la memoria de trabajo?”* De Sanabria et al. (2020), utilizó un programa de entrenamiento basado en el Pensamiento Computacional con alumnos de segundo de ESO para comprobar que el programa de entrenamiento mejora las diferentes medidas de memoria de trabajo y que los participantes de alto nivel de memoria de trabajo se beneficiarían más que aquellos de bajo nivel. Los investigadores plantearon dos modalidades del programa de entrenamiento, la modalidad A: introduce los conceptos y principios básicos del Pensamiento Computacional que puede utilizar medios en línea como Scratch o Code.org o actividades manuales. Por otro lado, la modalidad B: se basa en el uso de

herramientas tecnológicas y permite que el estudiante aprenda de forma autónoma y por medio del ensayo y el error, usando Scratch. El diseño de investigación fue cuasiexperimental pretest- posttest con dos grupos: el primero fue el grupo de aprendizaje guiado que utilizó la modalidad A y el segundo, grupo de aprendizaje autónomo o por descubrimiento, que utilizó la modalidad B, además cada uno de estos grupos se subdividió en bajo o alto rendimiento en memoria de trabajo, según una prueba aplicada. La muestra total fue de 49 niños con edades entre 13 y 15 años. Los resultados sugirieron diferencias significativas en la evaluación pretest y posttest en ambos grupos, pero entre ellos no hubo diferencias significativas, ni tampoco en el nivel de memoria de trabajo. Es decir, no se encuentran diferencias en el grupo de aprendizaje guiado y aprendizaje autónomo, lo que indica que ambas metodologías propician cambios en la memoria de trabajo. Según los autores las limitaciones de este trabajo fueron el tamaño muestral y la ausencia del grupo control para comprobar que los cambios se dieron por el programa de entrenamiento y no por el proceso de maduración.

Con base en los antecedentes abordados, el problema de investigación del presente trabajo continúa siendo relevante y consistente con el campo de estudio en el que se enmarca la Maestría, específicamente desde las relaciones entre constructos propios de la psicología cognitiva (Funciones Ejecutivas) y competencias también del campo cognitivo (Pensamiento Computacional), a través de escenarios educativos desde las TIC (Software Scratch).

2 Justificación

Es notable el cambio en los estilos de vida que se dan con el pasar del tiempo, incluso expresado en la forma en la que es nombrada cada generación, así como en el un conjunto de prácticas o características que los agrupan. Es por ello, que son diversos los cambios que se dan con el paso del tiempo y se convierten en nuevas realidades a las que se adaptan los seres humanos, y por tanto es preciso que esas transformaciones generen preguntas, como aquellas que actualmente derivan de la incorporación de las tecnologías a la vida cotidiana.

A partir de la observación de las nuevas rutinas incorporadas por el uso de dispositivos inteligentes, sumado a la reflexión conceptual y teórica acerca de estos fenómenos en el marco de la psicología cognitiva y sus relaciones con otros campos de las ciencias sociales y humanas, surgió la pregunta acerca de la relación entre los procesos psicológicos y el uso de recursos tecnológicos, pregunta que se fue transformando progresivamente hasta llegar a la formulación sobre la que se desarrolla este trabajo. Esa nueva formulación surgió al considerar las diversas relaciones que pueden construirse entre los sujetos (como cognoscentes) y lo tecnológico (como el movilizador cognitivo); posteriormente, en busca de argumentos que ayudaran a sostener la idea que estaba en proceso de maduración, se encontraron afirmaciones como:

a nivel mundial hay un creciente movimiento que busca que todas las personas aprendan, desde que están en la escuela, las bases de la programación... el aprender a programar se considera como un buen entrenamiento para el desarrollo del razonamiento en sí. Es útil como mecanismo para aprender a desarrollar habilidades para resolver problemas de forma ordenada, más consciente y de mayor y mejor análisis, buscando muchas veces la forma de solucionar interrogantes o problemas de la mejor manera posible (Arias & Pereira, 2017. p.29).

La cual reforzó la importancia de estudiar la programación en la edad escolar y el pensamiento computacional, ya que como lo mencionan Llorens-Largo et al. (2020), incluso en esta época el esfuerzo en los contextos escolares se ha orientado en convertir a los estudiantes en usuarios de herramientas informáticas. Lo cual dejó de ser necesario a ser insuficiente, debido a que el uso de aplicaciones software es un lenguaje digital que queda obsoleto en un tiempo que no es proporcional, en esfuerzo, al que se invirtió en aprender a utilizarlo.

La afirmación anterior, fue esbozada casi una década antes por el secretario de Educación de Reino Unido (2012), quien sugirió que “todos los niños deben tener la oportunidad de aprender ciencias de la computación, desde la escuela primaria hasta la educación superior, inclusive. Enseñamos física elemental a todos los niños, no principalmente para entrenar físicos, sino porque cada uno de ellos vive en un mundo gobernado por sistemas físicos. De la misma manera, todos los niños deben aprender algo de informática desde una edad temprana porque viven en un mundo en el que la computación es ubicua” Párrafo 3 (Nahuton, 2012).

Apoyando a Gove, las representantes de la Unión Europea para el año 2014 (Neelie Kroes & Androulla Vasilliou), hacen un llamado a incluir en los currículos la enseñanza de programación y Pensamiento Computacional. Puesto que en Europa hay tasas muy altas de desempleo juvenil y que para el año 2020 habría más de 900.000 vacantes en el área de las TIC con escasez de profesionales para aplicar a ellas. Por lo tanto, consideran que incluir habilidades en programación en los currículos escolares podría ser parte de la solución. Ellas propusieron enseñar habilidades digitales a todos los niños para que se conviertan en ciudadanos digitales. Además, sugieren que la programación también podría promover que los estudiantes desarrollen habilidades transversales como pensamiento analítico, resolución de problemas, trabajo en equipo, creatividad, entre otros, y concluye invitando a todos los países europeos a promover esta iniciativa. Estas afirmaciones permiten ver que el aprendizaje de programación y la adquisición de habilidades del pensamiento computacional se convierten en una necesidad en esta sociedad digital.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Evaluar los efectos de un programa de formación del Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas en un grupo de niños de 10-11 años de la Institución Educativa Rural Santa María de El Carmen de Viboral (Antioquia, Colombia).

3.2 Objetivos específicos

- Describir el funcionamiento ejecutivo de los participantes, antes y después del programa de formación en Pensamiento Computacional.
- Contrastar los resultados entre los grupos en el pretest y posttest, en las pruebas utilizadas para evaluar Funciones Ejecutivas.
- Determinar los efectos del programa sobre las Funciones Ejecutivas del grupo que recibe el programa de formación del Pensamiento Computacional.

4 Hipótesis

El funcionamiento ejecutivo de los participantes antes del programa de formación en Pensamiento Computacional es diferente a dicho funcionamiento después del programa. Es decir, habrá diferencias en los resultados en las puntuaciones en diferentes tareas de las FFEE asociadas al circuito Dorsolateral prefrontal entre los grupos control y experimental en el posttest, que validan los efectos el programa de formación en Pensamiento Computacional.

4.1 Hipótesis de trabajo

Se estima de acuerdo con los antecedentes y el planteamiento del problema, que el funcionamiento ejecutivo de los estudiantes participantes del estudio es diferente después de haber pasado por el programa de formación en Pensamiento Computacional; estas diferencias, podrían ser contrastadas mediante dos grupos (caso - control).

4.2 Hipótesis estadística

H1: Se encuentra un efecto positivo y estadísticamente significativo en las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal después del programa de formación en Pensamiento Computacional ($\rho \neq 0$).

H0: No se encuentran efectos estadísticamente significativos en las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal después del programa de formación en Pensamiento Computacional ($\rho = 0$).

5 Marco teórico

Este apartado permitirá la comprensión de los conceptos que fueron trabajados durante la investigación, y la postura teórica desde la cual se asumen cada uno de ellos para su discusión y análisis. Se iniciará comprendiendo el concepto de Funciones Ejecutivas, sus componentes, el proceso de maduración y periodos críticos, luego, se intentará definir Pensamiento Computacional para finalmente hablar de la relación entre ambos conceptos.

5.1. Funciones Ejecutivas

Es sabido que el término Funciones Ejecutivas se ha abordado históricamente, empezó desde Luria en 1973, posteriormente teorizado por Lezak en 1982 y desarrollado por diversos autores hasta la actualidad. Para efectos de este trabajo se tendrán en cuenta las teorías más recientes de las Funciones Ejecutivas. Para empezar, Ardila y Rosselli (2007), mencionan que la función ejecutiva es un término amplio, que incluye aspectos tales como: la capacidad de filtrar la interferencia, el control de las conductas dirigidas a una meta, la habilidad de anticipar las consecuencias de la conducta y la flexibilidad mental; también la moralidad, la ética y la autoconciencia. En general, mencionan que es de suponer que el lóbulo frontal adopta las funciones de programador y controlador de la actividad psicológica.

Ardila y Rosselli (2007), anatómicamente refieren que el lóbulo frontal se encuentra dividido en las regiones posteriores de la corteza frontal relacionadas con la actividad motora y la corteza prefrontal. En esta vía, Flores y Ostrosky (2008), sugieren que los lóbulos frontales y la corteza prefrontal son las estructuras cerebrales de más reciente evolución en los seres humanos, presentan la organización funcional más compleja y diversa del cerebro humano. Siendo divididas funcionalmente en tres grandes áreas: orbital, medial y dorsolateral.

De otro lado, y en un intento por formular un nuevo modelo para comprender las Funciones Ejecutivas Climent-Martínez et al (2014), afirman que las Funciones Ejecutivas engloban un amplio conjunto de funciones de autorregulación que permiten el control, organización y coordinación de otras funciones cognitivas, respuestas emocionales y comportamientos. Además, que son procesos implicados en el mantenimiento y la organización de información orientada hacia la formulación de

planes y la acción prospectiva; especializadas en la detección y abordaje de situaciones novedosas y complejas mediante la puesta en marcha de mecanismos de supervisión y control; y equipadas con importantes recursos de recolección, integración y orquestación de múltiples fuentes de información (sensorial, afectiva, cognitiva y motora).

Más adelante, otros autores interesados por comprender las Funciones Ejecutivas proponen un nuevo modelo factorial, asumen la idea de que “las Funciones Ejecutivas no pueden ser entendidas como un constructo unitario, sino como un conjunto de procesos múltiples con distintos componentes independientes, pero con íntimas relaciones entre sí” (Tirapu-Ustároz et al. 2017). Por lo tanto, proponen dicho modelo factorial de las Funciones Ejecutivas basado en el análisis de diferentes estudios publicados entre 1991 y 2016 donde tienen en cuenta el conjunto de los múltiples procesos de las Funciones Ejecutivas tales como la velocidad de procesamiento de la información, entendida como el tiempo que pasa desde que el estímulo aparece hasta que se da la respuesta; la memoria de trabajo que es la capacidad de registrar, codificar, mantener y manipular información; la fluidez verbal, que se relaciona con la capacidad de acceder y recuperar información de la memoria semántica; la inhibición se define como el control de la interferencia o relacionado con atención selectiva. Por su parte, la ejecución dual es la capacidad de prestar atención simultáneamente a varios estímulos; la flexibilidad cognitiva es un proceso con identidad propia y diferenciada; la planificación es la capacidad de llevar a cabo ensayos mentales sobre las posibles soluciones y sus consecuencias antes de probarlas ‘en el mundo real’; toma de decisiones trata de explicar el papel de las emociones en el razonamiento y la toma de decisiones, y paradigmas multitareas ofrece una oportunidad única de ver los subprocesos de Funciones Ejecutivas en interacción en situaciones similares a la vida real.

Según Flores y Ostrosky (2012). Es correcto denominar funciones frontales y ejecutivas a este conjunto de funciones y las clasifican según las más estudiadas:

5.1.1 Planeación

Es la capacidad que tienen los seres humanos de desarrollar pasos que permitan la realización de planes a diferentes plazos, corto, mediano y largo. Los autores afirman que la conducta está basada en los planes a futuro, puesto que no siempre se puede responder a estímulos inmediatos, y

cuando se hace, esas respuestas suelen ser menos efectivas que las que han sido previamente planeadas. Esta función en algunos casos depende de otras para el cumplimiento de los objetivos; a través de estudios de neuroimagen se ha determinado que la corteza Dorsolateral prefrontal es la encargada de llevar a cabo este proceso (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.2 Flexibilidad Mental

Es la función que permite cambiar los esquemas de acción o pensamientos después de hacer una evaluación del contexto y determinar que el plan no obedece a las condiciones del medio para acercarse al resultado esperado. El área más importante donde se ejecutan las tareas de flexibilidad mental es la Corteza Dorsolateral prefrontal, los autores resaltan que su relación anatómica y funcional es sólida, ya que se ha estudiado durante varias décadas (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.3 Control Inhibitorio

Es la capacidad de tener control sobre otros procesos cerebrales, retrasa respuestas impulsivas y determina funciones como la atención, además ayuda a la regulación de la conducta. Las estructuras de la corteza prefrontal que se asocian a esta función son la corteza fronto-medial, orbitofrontal y el giro frontal inferior (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.4 Memoria de trabajo

Es un tipo de memoria temporal, que guarda información que se va a usar en un corto periodo de tiempo y para alcanzar objetivos inmediatos. El área de mayor activación en tareas de memoria de trabajo verbal es Corteza dorsolateral prefrontal izquierda y para información visual las porciones ventrales de la misma corteza (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.5 Procesamiento Riesgo Beneficio

Las personas toman decisiones relacionadas con sus estados afectivos y permite determinar si una situación es valorada como “positiva” o “negativa” y relacionar su estado fisiológico con conductas y situaciones específicas. Esta función está relacionada con la Corteza orbitofrontal (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.6 Abstracción

Es la posibilidad de tener un razonamiento abstracto, es decir que permita analizar los aspectos que no son visibles de las situaciones e información que se reciben. Se ha ubicado esta función en la corteza prefrontal (Flores & Ostrosky, 2012).

5.1.7 Metacognición

Es un proceso que no es considerado una función ejecutiva, sin embargo, presenta fuerte relación con ellas y la corteza prefrontal. Es definido como la capacidad de monitorear los propios procesos cognitivos y es conocido como un proceso de mayor jerarquía cognitiva, tiene la función de supervisar y regular el curso de los otros procesos cognitivos (Flores & Ostrosky, 2012)..

5.1.8 Monitoreo y Control

Se relaciona con el conocimiento, la observación y la experiencia de los propios procesos cognitivos. Permite ver el curso de esos procesos y determinar si se acercan a la meta planeada. Por su parte el control es la regulación que se hace sobre el producto de nuestros procesos de monitoreo, permite la evaluación de la eficiencia de los ajustes de los procesos ejecutivos y cognitivos (Flores & Ostrosky, 2012).

5.2 Funciones Ejecutivas y neurodesarrollo

La neuropsicología infantil se encarga de estudiar las relaciones entre el cerebro y la conducta en el contexto de un cerebro en desarrollo que tiene un contexto sociocultural. Partiendo de que el sistema nervioso empieza su desarrollo a los 18 días de ser concebido y continua su desarrollo hasta la adultez (Flores & Ostrosky, 2012). Lo cual permite inferir que al igual que el desarrollo anatómico, el desarrollo de las funciones cognitivas es creciente. Flores, afirma que el desarrollo de habilidades cognitivas complejas se da después de los 12 años y se debe en mayor medida al establecimiento de relaciones funcionales que a la genética (2012).

En el estudio del desarrollo neuropsicológico de los lóbulos frontales se ha identificado que las Funciones Ejecutivas se desarrollan con mayor velocidad en la infancia, disminuye a principios de la adolescencia se da una meseta en el desarrollo de estas (Flores y Ostrosky, 2012). Los autores hablan del desarrollo de las Funciones Ejecutivas en la infancia y adolescencia a partir de la revisión de otros autores que estudiaron el tema, encontrando que, la memoria de trabajo visoespacial y la planeación alcanza su desarrollo a los 12 años, al igual que la flexibilidad mental; a los 13 años la fluidez verbal, mientras que la secuenciación o planeación secuencial se da alrededor de los 15 años. Sin embargo, Los autores hace críticas a las limitaciones de las investigaciones en número de población y que solo son abordadas pocas Funciones Ejecutivas y que ninguna es representativa de alguna corteza.

En cuanto a la teoría existente sobre las Funciones Ejecutivas, es acertado afirmar que ha permitido conocer la importancia de estas en la infancia y la adolescencia, en ellas se incluye, el autocontrol, la planificación, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva, entre otras. Según los autores (Flores-Lázaro et al., 2014), el planteamiento de Anderson (2001) sobre el desarrollo progresivo de las Funciones Ejecutivas sigue predominando, pues ellas se desarrollan rápidamente durante la infancia y entrada la adolescencia desacelera su desarrollo.

Ahora bien, los mismos autores en una revisión realizada de diversos artículos publicados bajo el constructo Funciones Ejecutivas para recuperar lo que se ha dicho del desarrollo de las FE expresaron que han encontrado autores que coinciden en que el desarrollo de estas es piramidal, y que las funciones más básicas soportan el desarrollo de funciones más complejas (Flores- Lázaro et al 2014). Ellos establecen que el crecimiento de las Funciones Ejecutivas de desarrollo temprano e intermedio son las siguientes:

Tabla 1*Desarrollo de las Funciones Ejecutivas*

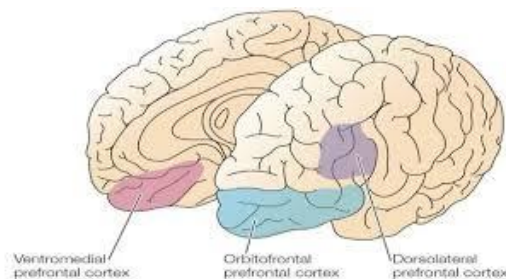
Etapa	Función ejecutiva	Edad
Desarrollo muy temprano	Detección de secciones de riesgo	4-5 años
Desarrollo temprano	Control Inhibitorio	9-10 años
Desarrollo intermedio	Memoria de trabajo	9 años
	Flexibilidad mental	12 años
	Planeación visuoespacial	12 años
	Memoria estratégica	12 años
Desarrollo tardío	Planeación secuencial	15 años
	Fluidez verbal	16 años y más
	Abstracción y actitud abstracta	16 años y más

Flores- Lázaro, Castillo-Preciado y Jiménez-Miramonte, 2014

Para concluir, los autores (Flores- Lázaro et. al., 2014) expresan que el efecto que tienen los años de escolaridad sobre las Funciones Ejecutivas no está demostrado, sino que afirman que las diferencias se deben a la etapa de desarrollo, proposición que fue demostrada en un estudio de Flores- Lázaro 2011. Además, mencionan que existen diversos factores que interfieren en el desarrollo de las FFEE como el estrato socioeconómico, el estilo parental, saber otros idiomas.

5.2.1 Anatomía de las Funciones Ejecutivas

Figura 1
Corteza prefrontal



<http://www.movilpyme.com>

La Corteza Prefrontal se localiza en el polo anterior del lóbulo frontal y ocupa más de la mitad de dicho lóbulo. Las tres áreas anatomofuncionales en que se divide (dorsolateral, cingulada y orbitaria) facilitan la puesta a punto de las Funciones Ejecutivas que son un conjunto de funciones supramodales que organizan la conducta, permitiendo la resolución de problemas complejos (Portellano, 2007). Es necesario saber que, las zonas de la corteza prefrontal se consideran centros de asociación de información cognitiva, puesto que no recibe información sensorial de forma autónoma, sino que lo hace a través de las conexiones con otras áreas (Peng et al., 2018).

De acuerdo con lo anterior, el área prefrontal regula procesos de inteligencia fluida, razonamiento abstracto, atención sostenida y selectiva, memoria (contextual, de trabajo, prospectiva) y lenguaje. También coordina la actividad emocional, ya que tanto el sentido de la ética como la autoconciencia guardan estrecha relación con las conexiones que se establecen entre el sistema límbico y el área prefrontal. La zona orbitaria, como lugar de paso entre las áreas límbicas y el córtex prefrontal anterior está fuertemente implicada en el control de los impulsos y la regulación de las emociones (Portellano, 2007). Además, “las áreas dorsolaterales del lóbulo frontal tienen una mayor implicación en el control del sistema ejecutivo y en el de la memoria de trabajo, permitiendo la planificación de actividades complejas, así como la realización de varias tareas de manera simultánea” (Portellano, 2007. p. 221.).

5.2.2 Corteza Dorsolateral prefrontal

Según con Flores y Ostrosky (2012), la Corteza Dorsolateral Prefrontal (CDLP) es la porción más nueva de la corteza prefrontal y está relacionada con los procesos cognitivos más complejos y “más cognitivos” de la región prefrontal, en especial las Funciones Ejecutivas como planeación, abstracción, memoria de trabajo, fluidez, solución de problemas, flexibilidad mental, generación de hipótesis, seriación y secuenciación.

Las áreas que componen la zona dorsolateral de los lóbulos frontales son las 8, 12, 46 y 47 de Brodmann (Manes & Torralba, 2005). La irrigación sanguínea de esta porción del cerebro está a cargo de la arteria cerebral media, además, cabe destacar que anatómicamente este circuito posee diversas conexiones con el núcleo caudado que recoge información del lóbulo parietal, el área premotora y otras regiones como el globo pálido y el núcleo talámico anterior. Así pues, “las lesiones en este circuito producen déficit en una serie de funciones cognitivas superiores tales como: planificación, secuenciación, flexibilidad, memoria de trabajo espacial y verbal, y autoconciencia (metacognición), entre otros” (Manes & Torralba, 2005 p. 34).

La corteza prefrontal es una extensión de la corteza motora. Su función primaria se refiere a algún tipo de movimiento elaborado, o más bien, a una representación de movimientos. Durante mucho tiempo se ha asumido que la corteza prefrontal es significativamente más grande en los humanos que en cualquier otro primate (Blinkov & Glezer, 1968). Se ha supuesto que esta diferencia en volumen representa una razón importante para dar cuenta de las diferencias en las formas complejas de cognición (Funciones Ejecutivas).

5.3 Pensamiento Computacional

La informática y las ciencias cognitivas se encuentran en el concepto de Pensamiento Computacional, que fue introducido por Jeannette Wing en el año 2006, haciendo referencia a “la solución de problemas, diseño de sistemas, y la comprensión del comportamiento humano basado en los conceptos básicos de la informática, este incluye una amplia gama de herramientas mentales que reflejan el amplio campo de la informática” (p.33). En relación con lo anterior, Aho (2012), considera que el Pensamiento Computacional es el proceso de pensamiento implicado en la

formulación y resolución de problemas, por lo que sus soluciones se pueden llevar a cabo por medio de pasos y algoritmos computacionales. El mismo autor sugiere que una parte importante de este proceso es encontrar modelos apropiados de cómputo con los cuales formular el problema y derivar sus soluciones (Aho, 2012).

En esta línea, *la International Society for Technology in Education* [ISTE] y *la Computer Science Teachers Association* [CSTA], definen el Pensamiento Computacional como: “un enfoque para resolver un problema que faculta a la integración de las tecnologías digitales con las ideas humanas” (ITSE y CSTA, 2011, p.4). En Europa países como Reino Unido, España, Austria con el fin de desarrollar este tipo de pensamiento, o favorecer otros procesos cognitivos han incluido en sus currículos escolares el uso de softwares de programación, también como una estrategia novedosa para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Respecto a esta idea, se debe saber que son diversos los lenguajes y softwares que se utilizan para introducir a los niños en el campo de la programación Logo, Alice, Code.org (Code.org) y Scratch (MIT, 2003) cada uno de ellos tiene características particulares, y en general son de acceso libre. La literatura ha sugerido que Scratch es uno de los softwares más usados actualmente, para propósitos de enseñanza de programación o como medio para enseñar otros contenidos pedagógicos y para la formación del Pensamiento Computacional en la escuela.

En relación con lo anterior, para la implementación de programas en contextos de enseñanza-aprendizaje, se encontró que, en la primera década del 2000, diferentes países crearon nuevos programas bajo diferentes criterios que facilitan el aprendizaje de programación. Entre ellos, el esfuerzo que quizás más éxito relativo ha obtenido es el impulsado por Mitch Resnick desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts [MIT por sus siglas en inglés] denominado Scratch (2003): inspirado en el carácter modular del juego Lego, el programa Scratch funciona en bloques de programación que se pueden montar unos sobre otros como piezas de Lego. El área para programar emula un escritorio de trabajo donde puede haber elementos sin uso. Siguiendo la idea avanzada por el programa Logo, el programa Scratch prioriza la personalización de su uso permitiendo alta flexibilidad en el trabajo con imágenes, sonido y creación de figuras. Adicionalmente, el programa tiene un fuerte componente social, pues está integrado con un sitio web que permite generar una comunidad en línea donde los usuarios pueden encontrar apoyo, colaboración, retroalimentación y ver mutuamente los programas que han hecho. De acuerdo con Resnick, se suben al sitio web

diariamente más de 1.500 nuevos proyectos con códigos libres para ser reutilizados y combinados, incluyendo videojuegos, cartas interactivas, simulaciones científicas, tours virtuales, tarjetas de cumpleaños, etc. con una audiencia principalmente entre los 8 y los 16 años.

Autores como Larson y Northen (2011), exponen que incluir la programación dentro del ámbito escolar, permite trabajar la habilidad del Pensamiento Computacional. Ellos sustentan la idea en que la computadora es un elemento que permite realizar procesos más o menos complejos como calcular, procesar o pensar, similar al procesamiento de información del ser humano; por esto, ellos consideran que su utilización debe ir más allá, introduciendo diferentes competencias digitales. El Pensamiento Computacional tiene como función reforzar las habilidades necesarias para enfrentar problemas de la sociedad, tales como la constancia en el trabajo con problemas difíciles, la tolerancia a la ambigüedad, la habilidad para enfrentarse a problemas no estructurados, la habilidad para la comunicación y el trabajo en equipo. Es decir, se pretende que no se base en un trabajo algorítmico, sino también dotar de habilidades y capacidades a los estudiantes.

5.4 Habilidades cognitivas y Pensamiento Computacional

El ISTE y la CSTA (2011), Hacen un listado de habilidades cognitivas y actitudinales que están implicados con el Pensamiento Computacional, tales como, la solución de problemas mediados por la tecnología, la gestión de datos con orden lógico, representación de datos mediante modelos y simulaciones, uso de algoritmos para la automatización de soluciones, respuestas efectivas y eficientes y generalización y transfusión de la solución de problemas. Por otro lado, las actitudes esenciales en el Pensamiento Computacional incluyen: Confianza para manejar y resolver situaciones complejas, persistencia para trabajar con problemas difíciles, tolerancia a la frustración, habilidad para lidiar con problemas no estructurados y habilidades comunicativas y de trabajo en equipo, para encontrar soluciones comunes (Gurises & Unidos et al., 2017).

5.5 Relaciones entre Pensamiento Computacional y las Funciones Ejecutivas

En su estudio Zapata-Ros (2015), propone una serie de componentes relacionados con el Pensamiento Computacional que tienen relación directa o indirecta con algunas Funciones Ejecutivas, que son:

-
- Análisis ascendente y descendente
 - Heurística
 - Pensamiento divergente
 - Creatividad
 - Resolución de problemas
 - Pensamiento abstracto
 - Recursividad
 - Iteración
 - Métodos por aproximaciones sucesivas
 - Ensayo-error: métodos colaborativos
 - Patrones
 - Sinéctica
 - Metacognición

Además, en otro estudio Brennan y Resnick (2012), realizaron una diferenciación entre conceptos, prácticas y perspectivas computacionales. Los conceptos computacionales hacen referencia a la categorización de bloques, teniendo en cuenta los siguientes conceptos:

5.5.1 Secuencialidad

Es la capacidad de expresar una acción compleja en una secuencia de acciones simples.

5.5.2 Bucles

Son instrucciones que permiten repetir más de una vez una secuencia de instrucciones, en los cuales se puede delimitar el número de repeticiones o hacer que se repita hasta que se cumpla una educación.

5.5.3 Eventos

Son las señales que indican el inicio de una secuencia de instrucciones. Existen variadas formas de activar los eventos como presionar alguna tecla, por determinación de tiempo o activación de sensores.

5.5.4 Paralelismo

Indica que en el tablero de programación puede haber más de un objeto y cada uno de ellos puede ejecutar acciones de manera independiente, pudiendo incluso comunicarse entre objetos.

5.5.5 Condicionales

Son instrucciones que permiten activar alguna secuencia de códigos u otra función de una condición. puede determinarse en el valor de una variable, la acción de un sensor, una característica de un objeto o cualquier otra. Obedece generalmente al principio: Si, entonces.

5.5.6 Operadores

Son instrucciones que permiten gestionar valores o propiedades y operar con ellos, denominados operadores lógicos (no, y, o, mayor qué, menor qué...) o matemáticos (Suma, Resta, Multiplicación...) Operadores de cadena (Concatenar, longitud de palabras, extraer letras...).

5.5.7 Datos

Para trabajar con datos se necesita guardar, leer y actualizar valores para crear datos únicos y listas que guardan grupos de datos.

Estos conceptos expuestos por Brennan y Resnick (2012), dan cuenta de las formas en las que se da el Pensamiento Computacional, y la relación que existe con Funciones Ejecutivas como planeación, secuenciación, monitoreo, resolución de problemas, entre otros.

6 Metodología

El diseño metodológico de este estudio es cuasiexperimental pretest-posttest, con comparación de grupos caso-control; este diseño se definió puesto que se tienen dos variables (dependiente - independiente) y la asignación a los grupos es no aleatoria, la cual tuvo una medida antes de la aplicación del programa y una después (Ato & Vallejo, 2015).

6.1 Participantes

La muestra estuvo conformada por 12 niños de 10 y 11 años de la I.E. Santa María del Carmen de Viboral, matriculados en grado 5° de básica primaria en el año de inicio del estudio (2020). La Institución Educativa Santa María, es una institución de carácter público ubicada en el corregimiento “Aguas Claras” de la zona rural del municipio del Carmen de Viboral que ofrece educación tradicional de preescolar a la media académica. La institución educativa cuenta con cerca de 1.000 estudiantes, de los cuales alrededor del 85% proceden de zona rural dispersa.

Se crearon dos grupos: uno experimental y uno control, cada uno con seis participantes con edades entre los 10 y 11 años, estuvo compuesto por dos hombres y diez mujeres, distribuidos como se muestra en la *Figura 2*.

Figura 2
Distribución de la muestra por género, grupo y edad

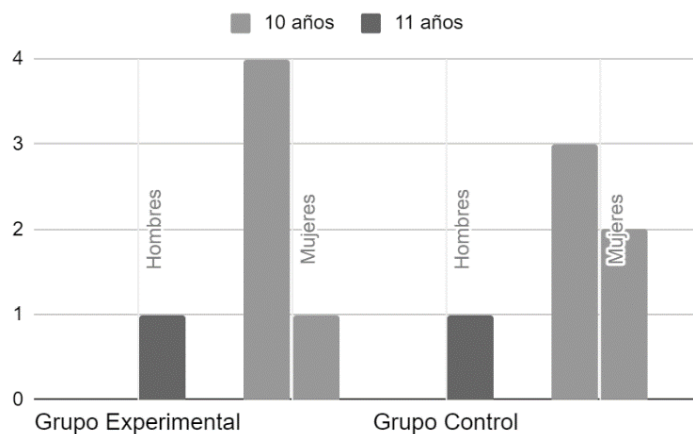


Tabla 2*Acceso a Tecnología*

Grupo		Computador	Smartphone	Internet
Experimental	Si	6	1	5
	No	0	5	1
Control	Si	2	2	4
	No	4	4	2

Los grupos se definieron en función del acceso a dispositivos y conectividad a internet, quedando entonces un grupo experimental (E) de seis estudiantes; los otros seis estudiantes conformaron el grupo control (C). Como se evidencia en la tabla 2, los participantes del grupo experimental en su mayoría tenían computador y acceso a internet, mientras que el grupo control varia en el acceso a internet y en los dispositivos tecnológicos del hogar.

Criterios de inclusión en el estudio:

- Diligenciamiento del formato familiar de anamnesis donde se incluyen, antecedentes neurológicos y psiquiátricos, donde se evidencie un proceso de desarrollo adecuado para la edad, no reportes de antecedentes neurológicos y psiquiátricos, entre otros. (Ver anexos).
- Poseer los recursos tecnológicos necesarios como Internet y Computador.
- Tener el consentimiento informado firmado por los padres.

6.2 Instrumentos

Cuestionario sociodemográfico: Fue un instrumento creado por los investigadores de este proyecto que indaga por condiciones sociodemográficas, la historia de desarrollo, el proceso escolar, los antecedentes médicos del niño y sus familiares, el tiempo que accede a internet, las actividades que realiza, la pertenencia previa a clubes de robótica o informática. Es decir, posibles variables externas que puedan influir en los resultados del estudio.

Batería Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas y lóbulos frontales (BANFE-2): Creada por Julio César Flores, Feggy Ostrosky y Azucena Lozano (2012). Es un instrumento que agrupa pruebas neuropsicológicas de alta validez y confiabilidad, adaptada y estandarizada a la población hispanohablante. Las pruebas que la integran están divididas bajo el criterio anatómico-funcional: Corteza orbitofrontal, Corteza prefrontal medial, Corteza prefrontal dorsolateral y Corteza prefrontal anterior. Compuesta en total por 14 subpruebas que se clasifican para la evaluación de cada circuito.

Las subpruebas utilizadas fueron las correspondientes a las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal, descritas en la BANFE- 2de la siguiente manera:

- *Señalamiento autodirigido*: Evalúa la capacidad para evaluar la memoria de trabajo visoespacial para señalar de una forma autodirigida una serie de figuras.
- *Memoria de trabajo visoespacial*: Estima la capacidad para retener y reproducir activamente el orden secuencial visoespacial de una serie de figuras.
- *Ordenamiento alfabético de palabras*: Calcula la capacidad para manipular y ordenar mentalmente la información verbal contenida en la memoria de trabajo.
- *Torre de Hanoi*: Estima la capacidad para anticipar de forma secuenciada acciones tanto en orden progresivo como en orden regresivo (planeación secuencial).
- *Suma y resta consecutiva*: Evalúa la capacidad para desarrollar secuencias en orden inverso (secuenciación inversa).
- *Fluidez verbal*: Estima la capacidad para producir de forma fluida y dentro de un margen reducido de tiempo la mayor cantidad de verbos.

Cada una de las subpruebas arroja puntuaciones brutas para diferentes criterios, perseveraciones, errores, tiempo, aciertos, entre otros, los cuales se convierten en puntajes codificados en una escala de 1 a 5, siendo 5 la puntuación que indica un desempeño “normal”. Para hacer la conversión se hace uso de la tabla de baremos para la edad que contiene la prueba.

Scratch: Para la elección del software por medio del cual se realizaron las sesiones del estudio se tomó en cuenta lo mencionado por Fábrega et al (2016), respecto a la implementación de

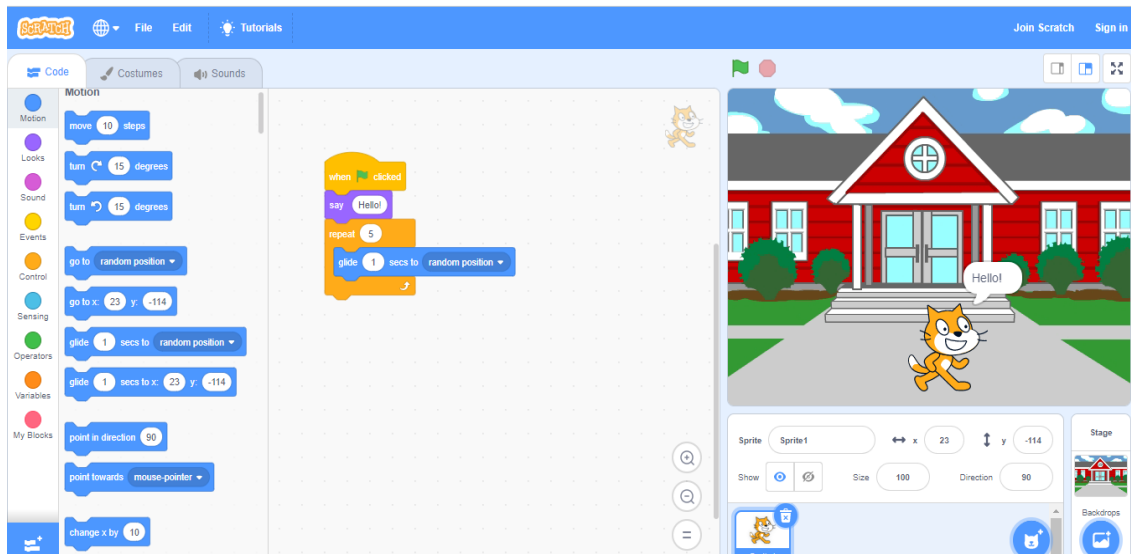
softwares en contextos de enseñanza-aprendizaje se dio a principios de los 2000, cuando diferentes países crearon nuevos programas que facilitan el aprendizaje de programación. Entre ellos, el impulsado por Mitch Resnick desde el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) llamado Scratch (2003), programa que tiene como base el Lego, ya que funciona por medio de bloques que se pueden ajustar unos sobre otros como las piezas de ese juego. Además, el área para programar de Scratch parece un escritorio de trabajo que contiene diferentes funciones que permiten flexibilidad en el trabajo con medios audiovisuales. Adicionalmente, el programa genera grupos en línea donde los usuarios pueden encontrar apoyo, retroalimentación y ver los proyectos que otras personas crearon.

Autores que han abordado cuidadosamente el concepto de Pensamiento Computacional y el software Scratch, expresan que los proyectos que utilizan este programa muestran que el cerebro humano es capaz de comprender, diseñar y construir proyectos con bloques y de diversos tipos. Este proceso de aprendizaje favorece el desarrollo de competencias y habilidades para analizar y resolver problemas utilizando técnicas y estructuras que se utilizan en las ciencias de la computación (Basogain et al., 2012; 2015).

Ahora, en las investigaciones encontradas fueron recurrentes tanto el software Scratch como el robot Bee-bot como métodos bases para la formación del Pensamiento Computacional, sin desconocer que existen actividades de lápiz y papel que permiten la formación de este. Entonces, a través de la lectura de los antecedentes de investigación se concluye la pertinencia del uso de Scratch como fundamento del programa de formación del Pensamiento Computacional, el diseño cuasiexperimental pretest-postest con grupo control como método para la recolección de datos, sin embargo, no fue posible hacerle frente a la limitación del tamaño muestral de las investigaciones expuestas, debido a razones propias de la población investigada y la pandemia por el covid-19. Finalmente, en el apartado de discusiones se realizará el acercamiento a los aportes de resultados de las investigaciones.

Figura 3

Tablero de programación Scratch (elaboración de imagen propia)



6.3 Procedimiento

Para el desarrollo de la fase de evaluación se inició con la medición del estado de las Funciones Ejecutivas, donde a cada uno de los niños participantes se le aplicó el instrumento de evaluación de las Funciones Ejecutivas (BANFE-2), estos espacios de evaluación tuvieron una duración aproximada de 2 horas por niño, para ese primer momento se contaba con 43 participantes en la muestra.

Cabe resaltar que ese proceso de evaluación se realizó de manera presencial dentro de la Institución Educativa. Días antes de iniciar el programa de formación en Pensamiento Computacional, se declaró alerta de salud pública a causa de la pandemia por el COVID-19 y las Instituciones educativas del país debieron cerrar, situación que implicó ajustar la propuesta de investigación a unas condiciones en las que se pudiese continuar. Se aprovechó que el cuestionario diligenciado por los padres de familia indagaba por el acceso a internet y los dispositivos tecnológicos disponibles, se hizo una selección de grupo caso con base en ese criterio, para ese entonces quedaron como grupo experimental 18 niños que fueron contactados para iniciar las clases virtualmente, durante las llamadas telefónicas varios padres de familia mencionaron diferentes

dificultades para la participación de los niños en la investigación, quedando un grupo de 14 menores que habían respondido afirmativamente a la convocatoria de participación en la virtualidad.

La fase experimental se realizó de manera virtual a través de la plataforma *Google Meets*, en la cual se programaron 10 sesiones, estas se dividieron en dos encuentros semanales con una duración de dos horas cada uno, es decir, el programa de formación de PC tuvo una duración de 20 horas las cuales tenían como objetivo el aprendizaje de nuevas funciones en Scratch relacionadas con los conceptos básicos del aprendizaje de programación. Cabe destacar, que a la primera clase asistieron 11 niños y de ahí en adelante la muestra siguió disminuyendo hasta consolidar un grupo estable de 6 niños que asistieron a las 20 horas del curso. Tiempo que se determinó tomando como base los antecedentes teóricos que mostraron que a mayor exposición a la variable independiente, mayor probabilidad de evidenciar cambios en la variable dependiente. A continuación, se describirán detalladamente cada una de las sesiones.

Tabla 3.
Estructura del Programa de formación del Pensamiento Computacional (parte I)

Sesión	Objetivo	Actividades	Funciones P.C
1	Dar a conocer los objetivos y los contenidos del curso a los niños, así como evaluar la motivación frente al proceso.	-Presentación de profesores. - Preguntas de Diagnostico a los estudiantes. - Introducción a la programación y a Scratch. - Video de proyectos de Scratch. -Asignación de compromisos para siguiente sesión: Elegir imágenes que los representen para hacer una actividad en la clase.	
2	Familiarizar a los niños con la plataforma Scratch a través de actividades básicas.	-Asignación de usuarios a cada niño participante -Ingresar a la plataforma y empezar a describir cada una de las funciones de la aplicación. -Traer nuevamente las fotografías seleccionadas a la próxima sesión.	Algoritmo
3	Iniciar con el aprendizaje de funciones de programación por bloques con el uso de Scratch y fotos personales.	-Creación de collage para aprender a importar imágenes y colocar sonidos a los proyectos. - Enseñar cambios de tamaño y ubicación de imágenes y objetos. - Gestionar fondos. - Introducción al concepto de bloques y eventos. -Asignación de Compromiso: Traer una historia para la siguiente sesión.	Bloques Eventos
4	Reforzar los aprendizajes que se han adquirido e introducir nuevos conceptos como namespace y objetos	-Realizar una actividad sencilla para repasar lo visto en la sesión anterior. - Introducir los conceptos de namespace y objetos, además de demostrar la independencia de cada objeto para recibir códigos. - Repasar el plano cartesiano con los niños para que aprendan a ubicar los objetos en el interfaz de Scratch utilizando los bloques destinados para ello. -Se elegirá una de las historias traídas por los niños para empezar el proyecto del curso.	Namespace, Objetos
5	Empezar con el uso de conceptos más comunes en la programación, dando espacio a la construcción de proyectos individuales.	- Se elegirán los elementos que hacen parte de la historia. - Se aprenderá a usar bloques para sintetizar las líneas de código y a crear variables con información que sirva a diferentes objetos. - Los niños crearán sus propios objetos y los incluirán en la historia.	Condicionales, eventos, bucles, variables

Tabla 4.*Estructura del Programa de formación del Pensamiento Computacional (parte II)*

Sesión	Objetivo	Actividades	Funciones P.C
6	Acompañar a los niños en la construcción de la historia del curso aprendiendo cada vez más funciones de Scratch.	- Presentar la función de mensaje para que los objetos reciban la indicación de empezar a actuar cada determinada situación. - Se programarán las acciones en todos los objetos de la historia mostrando un ejemplo y dejando a los niños hacer los demás.	Mensaje
7	Conocer los avances y las dificultades que han tenido los niños en el proyecto para adaptar el ritmo de las clases.	-Seguir trabajando las funciones aprendidas en la construcción de la historia - Se evaluará el avance individual de los participantes, y se dará solución a las dudas que tienen con respecto a la construcción del proyecto.	Todas
8	Explicar las funciones básicas que faltan para culminar la construcción de la historia	-Se explicará la función de sensores y la utilidad de la mochila para ahorrarse algunos pasos en la programación de nuevos objetos. - Lis niños aplican a sus proyectos de manera autónoma lo aprendido en la clase. - Se les enseñará a crear sus propias animaciones y hacerlas parte de la historia.	Sensores
9	Finalizar el proyecto común del curso.	-Se realizarán asesorías personalizadas a cada niño para que puedan terminar de programar la historia con todas las funciones aprendidas.	Todas
10	Conocer el avance individual de los niños en el aprendizaje de programación	- Se propondrá a cada niño realizar de manera independiente una historia en la que puedan usar todas las funciones aprendidas a lo largo del curso y exponerlas al final de la clase.	Todas

Sesión 1

En el inicio del encuentro los padres de familia acompañan a los niños, pues los investigadores se encargan de recordar en qué consiste el proyecto de investigación, la duración, los horarios de los encuentros, la voluntariedad de la participación, entre otros datos importantes. Después de ello se abre espacio de preguntas, pero los niños y padres expresan que todo es claro. Se hace la presentación del docente que se encargará de acompañar las clases del proyecto y se evalúa la motivación de los niños para hacer parte del estudio. Ellos refieren interés por participar y aprender cosas nuevas.

Para iniciar las clases el docente realiza una introducción a lo que es programación, la historia de esta, el concepto de algoritmos, y da a conocer todo lo que se puede lograr cuando se aprende a programar, para posteriormente presentar Scratch, como el software por medio del cual se aprenderán los contenidos del curso. Para motivarlos, el docente muestra los productos que pueden ser realizados con el programa, y en ese momento se evidencia sorpresa en los niños y eligen historias y juegos como los proyectos que desean realizar en el curso. Se les pide a los niños que para la próxima clase traigan fotos de ellos o de cosas que les gusten para hacer el primer proyecto en Scratch.

Sesión 2

Después de dar ingreso a todos los participantes a la clase, el docente comparte los usuarios de Scratch que él había creado con anterioridad para que cada niño pueda trabajar en sus proyectos. En esta clase se comprendió que el ritmo y el nivel del curso debe ser muy bajo, puesto que los niños manifestaban dificultades con el manejo de internet y los computadores, evidenciado en el trabajo que les implicaba iniciar la sesión en Scratch. El docente tuvo que explicarle a cada niño cómo ingresar a la plataforma.

Una vez que los niños tuvieron acceso a Scratch, el profesor les explicó de manera detallada cómo funcionaba, qué eran los bloques y como se llamaban, les mostró cómo se podían mover los objetos, la forma en que encajaban los bloques entre sí. También explicó las formas en las que Scratch tenía agrupadas las funciones y cómo las podía utilizar más adelante. Se retoma el concepto

de algoritmo nombrado en la primera clase y se ejemplifica con la vida cotidiana: La rutina para ir al colegio y se resalta la importancia de ser detallistas para elaborar los algoritmos de programación y para finalizar se resalta la independencia de cada objeto para ser programado.

Sesión 3

Se verifica que todos los niños tengan disponibles las imágenes que los representan para dar inicio a la explicación de los temas del curso, se inicia con la importación de imágenes, en la cual el docente muestra en su pantalla el procedimiento para traer a la interfaz el grupo de imágenes seleccionadas y da el espacio para que los niños lo hagan, luego da la indicación de crear alguna figura con las fotografías como corazones, serpientes, estrellas cambiando la ubicación y el tamaño de las imágenes, adicionalmente enseña a los niños a usar las imágenes y figuras que trae predeterminadas Scratch.

El docente es enfático en que la actividad de la creación del collage les permitirá empezar a conocer los primeros conocimientos para programar. Para finalizar el docente enseña cómo poner fondos y sonidos, varios de los niños expresan que ya lo habían descubierto y le habían puesto fondo a su proyecto. Al finalizar, solo un par de niños compartieron el ejercicio realizado, puesto que a muchos de ellos se les dificultó compartir la pantalla. Los niños evalúan positivamente la actividad mencionando que se divirtieron y se asigna la tarea de traer una historia para la próxima clase.

Sesión 4

Antes de iniciar la construcción de la historia con los elementos aprendidos en la clase anterior, el profesor da un repaso por la teoría del plano cartesiano, números positivos, negativos y decimales, puesto que tenerlo claro ayudará a los niños a ubicar mejor los objetos dentro de la historia. Algunos de ellos expresan que, si conocían el plano cartesiano y otros dicen que no, pero de manera experimental se les ayudó a comprenderlo. También, se realizó una actividad adicional para aprender como agregar varios bloques que se pueden ejecutar de forma paralela, haciendo que un objeto gire a la derecha con un botón, y a la izquierda con otro botón diferente.

Después de la explicación y la actividad se da paso a la socialización de las historias, donde se evidencia que solo dos de los participantes trajeron la historia, y entre ellas se eligió la que más

les gustaba a todos para iniciar el proyecto del curso. En esta sesión se avanzó en la elección de objetos que harían parte de la historia como: Aves, niños, nubes, sol, entre otros.

Sesión 5

El profesor propuso un ejercicio con los objetos de la historia para repasar el movimiento de ellos de manera independiente, en el cual se identificó que los participantes realizaron el ejercicio con rapidez evidenciando la comprensión de lo enseñado, incluso varios de ellos empezaron a experimentar con diferentes movimientos y ubicaciones de los objetos.

Posterior a ello, y con la actividad realizada se introdujo el concepto de variables para optimizar la asignación de información a cada objeto, como velocidades, tiempos, tamaños cuando se quiere que el dato sea igual en todos. Después de revisar las secuencias hechas por cada niño, se expone la función de bloque para sintetizar las ordenes que se les dan a los objetos y cada uno lo realiza en su proyecto. En esta sesión se introduce la función de mensajes, pero no se realiza el ejercicio experimental, sino que se deja para la siguiente clase.

Para dar cierre a la sesión, algunos de los niños empezaron a presentar sus avances para conocer el proyecto que van llevando. Algunos de ellos hacen preguntas sobre lo que quieren que hagan los objetos y mencionan la exploración que han hecho del software, permitiendo conocer el estado de la motivación que tienen con el curso.

Sesión 6

A este encuentro asistió uno de los niños que había faltado a la clase anterior, lo cual permitió que se hiciera repaso general para todos los niños antes de continuar con la construcción de la historia. Se continúa con la función de mensajes, en la que se expone que ayuda a que los diferentes objetos reciban indicaciones en el momento en el que deben actuar en la historia. Una vez introyectado el concepto los participantes programan las acciones en todos los personajes que tienen en la interfaz.

Cuando los niños van avanzando en la programación de cada objeto empiezan a realizar preguntas elaboradas con respecto a diferentes cosas, utilizando incluso términos técnicos como bloques, mensajes, variables, entre otros. También hay niños que expresan sentir confusión con

respecto a la instrucción que deben seguir, el docente empieza a solucionar las dudas que tienen cada uno de los niños y así finaliza la sesión.

Sesión 7

Al inicio del encuentro el profesor evalúa los avances de cada niño, allí se da cuenta que tienen diferentes dificultades con la programación de la velocidad, la ubicación, entre otros, por lo que el inicio de la clase se enfoca a asesorar a cada uno de los niños y verifica que comprendan lo que él les quiere enseñar. En esta clase no se avanzó en contenido debido a las demandas individuales de cada participante.

Durante las asesorías, se evidencia que los niños que faltaron a alguna clase tuvieron más dificultades para comprender las instrucciones y las funciones, incluso varios de ellos expresan frustración por no poder comprender cuales son los errores que tienen en su proyecto. El profesor los acompaña en la solución de cada uno de los errores, explicando qué lo ocasiona.

Sesión 8

En esta sesión se introduce la función de sensores que indica a los objetos que deben realizar una acción hasta que ocurra otra. Además, se les da a conocer la herramienta de mochila que permite guardar los bloques que se realizan en un objeto para trasladarlo a otro y ahorrarse una parte del procedimiento. Se retoman los conceptos de eventos y mensajes para que los niños realicen acciones de manera autónoma en el proyecto.

Para ir dando fin al proyecto del curso, el docente explica cómo crear animaciones propias y les deja una tarea en relación con eso para el siguiente encuentro. En el encuentro varios niños muestran sus proyectos y evidencian que van en el mismo punto del profesor. Una de las niñas menciona lo que se debe hacer, dando cuenta que ha comprendido lo que se explica en la clase. En los ejercicios independientes se puede evidenciar que los niños han entendido el funcionamiento de las funciones expuestas en la clase.

Sesión 9

En el inicio de la sesión cada niño expone lo que ha realizado en su proyecto, en este espacio se va una primera parte de la clase. En esta sesión se termina de graficar la historia, puesto que se

han enseñado las funciones básicas para que los niños puedan realizar historias de manera independiente..

Los niños mencionan las dificultades que han tenido, como que la animación que tenían de tarea les corre al revés, o algunos objetos no se mueven como ellos esperan. Cuando se da solución a las incógnitas de los niños y todos logran terminar el proyecto del curso, el docente propone a cada niño realizar su propia historia en lo que queda de esa sesión y en la siguiente, los niños aceptan el reto y cada uno empieza a trabajar de manera independiente en el ejercicio propuesto, el docente se mantiene activo ayudándoles a resolver las dudas que tengan en la construcción de su historia.

Sesión 10

Durante esta sesión los niños siguen trabajando en su historia de manera individual. Los niños hacen preguntas al profesor de cómo realizar algunas cosas, poner sonidos, fondos u otras dudas que han surgido mientras cumplen con la tarea asignada. Al final algunos de los niños empezaron a exponer sus proyectos y se evidenció que varios no comprendieron la instrucción porque usaron muy pocos bloques y realizaban los movimientos con el ratón. Se les propone avanzar con base en la historia pasada y reunirse la próxima semana para que se expongan los proyectos.

Grupo control

En el tiempo en el cual los participantes del grupo experimental recibían el programa de formación en pensamiento computacional, el grupo control tuvo sus clases del currículo normalmente; y a través de una conversación con los padres de familia se acordó que los niños pertenecientes al grupo control no se inscribieran a clases de robótica o relacionadas con el aprendizaje de programación durante el tiempo de ejecución del presente estudio.

Postest

Para la última fase, el postest, se realizó la misma prueba neuropsicológica utilizada en la fase de evaluación. En este caso el proceso de evaluación debió realizarse de manera virtual, pues a ese momento todavía se estaba en tiempo de asilamiento selectivo, que incluye a los menores de edad. Todo el protocolo se adaptó a la virtualidad, haciendo pruebas piloto para verificar que se pudiesen aplicar todas las subpruebas de la batería.

6.4. Plan de análisis de datos

A través del software de datos JASP (JASP Team, 2022) se analizaron los estadísticos de las variables de acuerdo con el origen de estas. Se realizaron pruebas de normalidad, de significancia, descriptivas y correlaciones. Para las tablas descriptivas se usaron medidas de tendencia central, los estadísticos de U de Mann Whitney y T de Student según lo arrojado por las pruebas de normalidad (Anexo) y para los análisis intragrupo se usó la T de Student o Wilcoxon según correspondiera.

6.5 Resultados esperados

Con el desarrollo del estudio se plantearon como resultados:

1. Establecer características de las Funciones Ejecutivas del circuito dorso-lateral prefrontal en ambos grupos de investigación (Experimental- control), como parte de los procesos cognitivos claves en el aprendizaje escolar y específicamente en la etapa específica de neurodesarrollo.
2. Establecer el efecto que logra la formación en Pensamiento Computacional, en las Funciones Ejecutivas de un circuito específico (dorso-lateral prefrontal) en un grupo de estudiantes expuestos a 10 sesiones de formación.

6.6. Consideraciones éticas

Las consideraciones éticas son parte de la dimensión bioética de la investigación con seres humanos; estas son las que aseguran que todas las personas vinculadas a la investigación (como investigadores, auxiliares, voluntarios), lleven a cabo las acciones en marcos de respeto y garantía por los derechos de los niños y niñas participantes y sus familias.

Como parte de las consideraciones éticas del estudio, se cuenta con las siguientes premisas, las cuales son compartidas con los participantes a través del Consentimiento Informado:

Este proyecto cumple con las disposiciones contempladas en la Resolución 8430 de 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, por el cual se establecen las

normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, y específicamente las establecidas en el Título II (De la investigación en seres humanos), Capítulo 1 (De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos) y sus artículos 5, 6, 8 y 11 b.

En el desarrollo de la investigación se considerarán las disposiciones específicas que regulan el ejercicio investigativo de los profesionales médicos y psicólogos en el país, específicamente, aquellas contempladas en la Ley 23 de 1981 que dicta las normas en materia de Ética Médica y las disposiciones para el ejercicio de la psicología contempladas en la Ley 1090 de 2006 (Ordinal 9 del Artículo 2 y los artículos 49, 50 y 51 del Capítulo VII de la investigación científica, la propiedad intelectual y las publicaciones) y las establecidas por el Tribunal Nacional Deontológico y Bioético de Psicología en su Doctrina N° 3 de 2012.

Este estudio contribuye al conocimiento de los procesos biológicos y psicológicos de los seres humanos a partir de principios científicos y éticos y, en su propuesta, prevalece el criterio de respecto a la dignidad de los participantes, así como a la protección de sus derechos y bienestar.

El estudio tendrá en cuenta los criterios establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial de 2013, que insta a los investigadores a garantizar la protección de la vida, salud, dignidad, integridad, privacidad y confidencialidad de la información personal de los participantes de la investigación.

De acuerdo con estos criterios, se garantiza la participación voluntaria de las personas en el estudio y se clasifica éste como de riesgo mayor al mínimo, lo cual será comunicado a los participantes previamente a la aplicación de las herramientas de investigación (instrumentos). Este nivel de riesgo significa que la participación en la investigación puede suponer para los participantes (niños y niñas) situaciones como: agotamiento físico o emocional.

En caso de que alguno de los participantes tenga alguna intensa reacción emocional durante el proceso de investigación, se aplicará un Protocolo de primeros auxilios psicológicos, en el que estarán entrenados todos los evaluadores y auxiliares de investigación. Adicionalmente, se establecerá contacto con una persona familiar o allegada para que pueda ser debidamente orientada antes de salir del contexto de investigación.

A todos los participantes se les comunicará oralmente y por escrito el objetivo del estudio, los procedimientos que se llevarán a cabo, los datos de los investigadores (número de teléfono fijo,

celular y correo electrónico), así como que no obtendrá ningún perjuicio si decide retirarse del estudio.

Tanto los participantes como el equipo de investigación deberán garantizar absoluta confidencialidad de la información que sea grabada y expresada en los diferentes espacios (evaluación y programas de formación), por parte del resto de miembros y deberán asentir los acuerdos de los grupos antes de iniciar su participación. Para los participantes, esta confidencialidad será parte de sus compromisos a firmar en los Consentimientos Informados. Por parte de los investigadores (además de auxiliares) se comprometen a guardar absoluta confidencialidad de esta misma información, mediante la firma de un acuerdo de confidencialidad.

La firma de Consentimiento Informado, es el proceso que sirve como punto de partida de la participación voluntaria en la investigación. Una copia del consentimiento se entregará al participante y la otra se codificará y archivará en una carpeta separada de los instrumentos de investigación, los cuales únicamente serán identificados mediante el código asignado.

Ningún material resultado de los instrumentos o de las sesiones del programa de formación del Pensamiento Computacional, será utilizado para fines comerciales ni incluido en solicitudes de patentes. Los datos se guardarán primero de forma física en un archivo destinado para ello, luego serán transformados en datos, que se almacenarán en un archivo de Excel, el cual será sometido a tratamiento estadístico a través del programa SPSS. En ningún caso, se divulgará información de la investigación, que pudiera dar origen a estigmatizaciones para cualquiera de sus participantes.

Para la fase experimental, se diseñó un programa de formación en Pensamiento Computacional, que incluye la aplicación Scratch como software que permite la interacción con el aprendizaje de programación por bloques y tuvo como base la guía “*Creative computing: a design-based introduction to computational thinking*” Draft, 2011.

7 Resultados

A continuación, se describen los resultados obtenidos en la Batería de los Lóbulos Frontales y Funciones Ejecutivas (BANFE-2) antes y después del programa de formación en Pensamiento Computacional, con los cuales se busca responder a los objetivos del proyecto.

Tabla 5
Subpruebas de Memoria de Trabajo

Criterio	Grupo	Me	M	DE	Sig.
Señalamiento autodirigido T-pre	E	5	4,50	1,22	0,128u
	C	3,5	3,16	1,83	
Señalamiento autodirigido P- pre	E	5	4,33	1,63	0,752u
	C	5	4,66	0,51	
Señalamiento autodirigido T-pos	E	5	5,00	0	1,000u
	C	3	3,16	0,98	
Señalamiento autodirigido P- pos	E	5	4,83	0,40	1,000u
	C	5	4,33	1,63	
Memoria de Trabajo P-Pre	E	4	3,50	1,22	0,673u
	C	4	3,60	1,36	
Memoria de Trabajo E-Pre	E	5	4,83	0,40	1,000
	C	5	5,00	0	
Memoria de Trabajo P-Pos	E	4	4,00	0	1,000
	C	4	3,50	1,22	
Memoria de Trabajo E-Pos	E	5	5,00	0	1,000
	C	5	4,66	0,81	
Ordenamiento Alfabético 1-Pre	E	4	3,83	0,98	0,780t
	C	4	3,66	1,03	
Ordenamiento Alfabético 2-Pre	E	4	4,00	0,89	0,473t
	C	3,5	3,50	1,37	
Ordenamiento Alfabético 3-Pre	E	4,5	4,50	0,54	0,485t
	C	4,5	4,16	0,98	
Ordenamiento Alfabético 1-Pos	E	4	4,16	0,40	0,490u
	C	3	3,16	1,72	
Ordenamiento Alfabético 2-Pos	E	4,5	4,33	0,81	0,055t
	C	2,5	3,00	1,26	
Ordenamiento Alfabético 3-Pos	E	5	4,66	0,81	0,248u
	C	4	3,66	1,63	

T= Tiempo, P= Perseveraciones, E= Errores, Pre= Pretest, Pos= Posttest. Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los estadísticos presentes en la tabla 5 Subpruebas de Memoria de Trabajo, abordan los aspectos de las pruebas de Señalamiento Autodirigido, Memoria de Trabajo y Ordenamiento Alfabético de palabras en sus versiones pretest y postest, estableciendo la comparación en el desempeño entre los grupos experimental y control. Se encuentra que, para estas pruebas que evalúan memoria de trabajo, ambos grupos presentan puntuaciones similares en el pretest, y aunque no se presentan diferencias estadísticamente significativas, el grupo experimental evidencia mayores puntuaciones en la versión postest (Ver columna M: Media en los criterios Memoria de trabajo).

Por otra parte, como se puede observar en la tabla 6 Subpruebas de Planeación, Flexibilidad mental y Secuenciación Inversa, están los datos obtenidos mediante las pruebas de Suma y Resta Consecutiva, Fluidez Verbal y Torre de Hanoi tanto en pretest como en postest en los dos grupos del estudio. Los datos sugieren un desempeño similar en la evaluación inicial de las funciones de planeación, flexibilidad mental, y secuenciación (Ver los criterios en la columna M en las versiones Pre), mientras que en el postest se evidencia que en la mayoría de los aspectos el grupo caso obtuvo puntajes más altos en el desempeño, sin embargo, las variaciones no son estadísticamente significativas (Ver columna M en las versiones Pos para cada grupo).

Tabla 6.*Subpruebas de Planeación, Flexibilidad mental y Secuenciación Inversa.*

Aspecto	Grupo	Me	M	DE	Sig.
Resta 3 T- Pre	E	2,5	2,66	1,36	0,817t
	C	2,5	2,50	1,04	
Resta 7 T- Pre	E	5	4,33	1,21	0,687t
	C	5	4,00	1,54	
Suma 5 T- Pre	E	2,5	2,50	0,54	0,485t
	C	2,5	2,16	0,98	
Resta 3 T- Pos	E	2,5	2,66	1,36	0,556t
	C	1,5	2,16	1,47	
Resta 7 T- Pos	E	3,5	3,00	1,67	0,553t
	C	1	2,33	2,06	
Suma 5 T- Pos	E	2,5	2,66	1,36	0,858t
	C	2	2,50	1,76	
Fluidez Verbal A- Pre	E	2	1,83	0,75	0,209t
	C	2	2,33	0,51	
Fluidez Verbal P- Pre	E	3	3,00	2,19	0,282u
	C	5	4,33	1,63	
Fluidez Verbal A- Pos	E	2	2,61	0,75	1,000t
	C	2,5	2,16	0,98	
Fluidez Verbal P- Pos	E	5	4,33	1,63	1,000u
	C	5	4,33	1,63	
Torre de Hanoi 3 M- Pre	E	4	3,50	1,76	0,768t
	C	3,5	3,16	2,04	
Torre de Hanoi 3 T- Pre	E	5	4,16	1,32	0,556t
	C	4	3,66	1,50	
Torre de Hanoi 3 M- Pos	E	5	4,66	0,81	0,595u
	C	5	4,33	1,03	
Torre de Hanoi 3 T- Pos	E	5	4,83	0,40	0,527u
	C	5	4,33	1,21	
Torre de Hanoi 4 M- Pre	E	5	4,66	0,81	0,087u
	C	2,5	2,83	2,04	
Torre de Hanoi 4 T- Pre	E	5	4,66	0,81	0,071u
	C	2	2,66	1,96	
Torre de Hanoi 4 M- Pos	E	5	4,50	1,22	0,753u
	C	5	4,50	0,83	
Torre de Hanoi 4 T- Pos	E	5	4,83	0,40	0,100u
	C	4	4,16	0,75	

T= Tiempo, A= Aciertos, P= Perseveraciones, M= Movimientos, Pre= Pretest, Pos= Postest. Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Tabla 7.
Señalamiento autodirigido

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Señalamiento autodirigido T	Pre	5	4,50	1,22	1,000t
		Pos	5	5,00	0	
	Señalamiento autodirigido P	Pre	5	4,33	1,63	0,363t
		Pos	5	4,83	0,40	
Control	Señalamiento autodirigido T	Pre	3,5	3,16	1,83	1,000t
		Pos	3	3,16	0,98	
	Señalamiento autodirigido P	Pre	5	4,66	0,51	0,679t
		Pos	5	4,33	1,63	

T= Tiempo, P= Perseveraciones, Pre= Pretest, Pos= Postest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los datos refieren que no se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los dos momentos de valoración para los aspectos expuestos en la tabla 7 *Señalamiento autodirigido*. Pese a esto, en promedio la versión posexperimento involucró mayores puntajes en ambos aspectos de la tabla en el grupo experimental (Ver el criterio grupo: experimental columna M).

Tabla 8.
Memoria de trabajo

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Memoria de Trabajo P	Pre	4	3,50	1,22	-
		Pos	4	4,00	0	
	Memoria de Trabajo E	Pre	5	4,83	0,40	-
		Pos	5	5,00	0	
Control	Memoria de Trabajo P	Pre	4	3,60	1,36	0,842t
		Pos	4	3,50	1,22	
	Memoria de Trabajo E	Pre	5	5,00	0	-
		Pos	5	4,66	0,81	

P= Perseveraciones, E= Errores, Pre= Pretest, Pos= Postest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los hallazgos de la tabla 8 *Memoria de trabajo*, sugieren que no hay diferencias que sean estadísticamente significativas (Ver columna Sig.) en los dos grupos en la prueba de memoria de trabajo. Aunque por comparación de medias se puede evidenciar un aumento en el desempeño del grupo experimental mientras que el grupo control disminuye unos puntos (Ver columna M para ambos grupos).

Tabla 9.
Ordenamiento alfabético de palabras

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Ordenamiento Alfabético 1	Pre	4	3,83	0,98	0,465t
		Pos	4	4,16	0,40	
	Ordenamiento Alfabético 2	Pre	4	4,00	0,89	0,363t
		Pos	4,5	4,33	0,81	
	Ordenamiento Alfabético 3	Pre	4,5	4,50	0,54	0,611t
		Pos	5	4,66	0,81	
Control	Ordenamiento Alfabético 1	Pre	4	3,66	1,03	0,269t
		Pos	3	3,16	1,72	
	Ordenamiento Alfabético 2	Pre	3,5	3,50	1,37	0,456t
		Pos	2,5	3,00	1,26	
	Ordenamiento Alfabético 3	Pre	4,5	4,16	0,98	0,518t
		Pos	4	3,66	1,63	

Pre= Pretest, Pos= Posttest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los datos presentes en la tabla 9. *Ordenamiento alfabético de palabras* dan cuenta de que no hay diferencias estadísticamente significativas (Ver columna Sig), sin embargo, el grupo experimental obtuvo mayores puntajes en los aspectos de la prueba, el grupo control tuvo una disminución en el desempeño de esta prueba (Comparar valores de la columna M).

Tabla 10.
Suma y resta consecutiva

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Resta 3 T	Pre	2,5	2,66	1,36	1,000t
		Pos	2,5	2,66	1,36	
	Resta 7 T	Pre	5	4,33	1,21	0,695t
		Pos	3,5	3,00	1,67	
	Suma 5 T	Pre	2,5	2,50	0,54	0,262t
		Pos	2,5	2,66	1,36	
Control	Resta 3 T	Pre	2,5	2,50	1,04	0,363t
		Pos	1,5	2,16	1,47	
	Resta 7 T	Pre	5	4,00	1,54	0,215t
		Pos	1	2,33	2,06	
	Suma 5 T	Pre	2,5	2,16	0,98	0,732t
		Pos	2	2,50	1,76	

T= Tiempo, Pre= Pretest, Pos= Posttest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

La tabla 10. *Suma y resta consecutiva* presenta los estadísticos que dan cuenta que no existen diferencias estadísticamente significativas en los aspectos evaluados por la prueba de Suma y Resta consecutiva (Ver valores en la columna Sig). En el grupo experimental los puntajes se mantienen iguales y en el grupo control disminuye el desempeño, aunque en el aspecto de suma ambos grupos aumentaron el desempeño (Comparar los valores de la columna M).

Tabla 11.
Fluidez verbal

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Fluidez Verbal A	Pre	2	1,83	0,75	0,530t
		Pos	2	2,61	0,75	
	Fluidez Verbal P	Pre	3	3,00	2,19	0,175t
		Pos	5	4,33	1,63	
Control	Fluidez Verbal A	Pre	2	2,33	0,51	-
		Pos	2,5	2,16	0,98	
	Fluidez Verbal P	Pre	5	4,33	1,63	-
		Pos	5	4,33	1,63	

A= Aciertos, P= Perseveraciones, Pre= Pretest, Pos= Postest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los resultados de la tabla 11. *Fluidez Verbal*, presentan el desempeño de los dos grupos en la versión pretest y postest de la prueba de fluidez verbal. Se evidencia que no hay datos que sean estadísticamente significativos (Comprobar en la columna Sig.), incluso, en el grupo control no hay ninguna diferencia en los dos momentos de la evaluación, mientras que en el grupo experimental hay un desempeño superior en la versión postest (Comparar los valores de M en las versiones Pre y Pos).

Tabla 12.
Torre de Hanoi (tres y cuatro fichas)

Grupo	Aspecto	Momento	Me	M	DE	Sig.
Experimental	Torre de Hanoi 3 M	Pre	4	3,50	1,76	0,084t
		Pos	5	4,66	0,81	
	Torre de Hanoi 3 T	Pre	5	4,16	1,32	0,175t
		Pos	5	4,83	0,40	
Control	Torre de Hanoi 3 M	Pre	5	2,04	-	0,256t
		Pos	5	4,33	1,03	
	Torre de Hanoi 3 T	Pre	5	1,50	-	0,328t
		Pos	5	4,33	1,21	
Experimental	Torre de Hanoi 4 M	Pre	5	4,66	0,81	0,363t
		Pos	5	4,50	1,22	
	Torre de Hanoi 4 T	Pre	5	4,66	0,81	0,695t
		Pos	5	4,83	0,40	
Control	Torre de Hanoi 4 M	Pre	2,5	2,83	2,04	0,105t
		Pos	5	4,50	0,83	
	Torre de Hanoi 4 T	Pre	2	2,66	1,96	0,076t
		Pos	4	4,16	0,75	

M= Movimientos, T= Tiempo, Pre= Pretest, Pos= Postest, Me= Mediana, M=Media, DE= Desviación Estándar, Sig.= Significancia.

Los datos presentes en la tabla 12. *Torre de Hanoi (tres y cuatro fichas)* no sugieren estadísticas significativas en los aspectos que se evaluaron (Ver columna de Sig.). Ambos grupos presentaron mayores puntajes en el desempeño en la versión postest de Torre de Hanoi con 3 fichas (Ver columna M para ambos grupos). Los aspectos evaluados por esta prueba en la versión de 4 fichas dan cuenta de un desempeño inferior en el grupo control en la evaluación inicial, pero en el postest alcanza puntajes que reflejan un mayor desempeño, al igual que el grupo experimental.

7.1. Análisis funcional de los resultados

Las tablas se corresponden con los datos arrojados por las pruebas de la BANFE-2 que evalúan las Funciones Ejecutivas relacionadas con el CDLPF. La tabla 5 da cuenta del desempeño obtenido por los grupos en las pruebas de memoria de trabajo tanto en la versión pretest como postest. Los datos sugieren que los grupos tienen un desempeño similar en el pretest en las funciones de memoria de trabajo y memoria de trabajo visoespacial con valores equivalentes a “Normal” y a

“Normal alto” según la puntuación codificada de la batería aplicada. Los aspectos que presentaron diferencia en la evaluación inicial fueron Señalamiento Autodirigido – Tiempo, criterio que evalúa memoria de trabajo visuoespacial, pues el desempeño del grupo control fue inferior al del grupo experimental, además el puntaje en este aspecto permaneció igual en la versión posttest para el grupo control.

Por otro lado, el desempeño en la función de memoria de trabajo en la versión posttest mantiene los puntajes de “Normal” a “Normal alto”, sin embargo, el grupo caso mostró un aumento en el desempeño, obteniendo puntajes más altos que en la versión pretest. Caso contrario a lo que paso con los controles, pues los puntajes tendieron a disminuir. Es necesario destacar que el análisis se realiza por comparación de medias y medianas dado a que ninguna diferencia tiene un nivel de significancia en $p < 0,05$.

En esta línea, la tabla 6 permite analizar el desempeño de los participantes en las subpruebas que evalúan Planeación, Flexibilidad Mental y Secuenciación. En el momento del pretest se encuentra que, si bien la mayoría de los criterios dan cuenta de un desempeño similar, en las tareas de Fluidez verbal -Perseveraciones, Torre de Hanoi 4 - Movimiento y Tiempo tienen mayor diferencia en las medias obtenidas en la calificación de las subpruebas antes de la fase experimental. En los aspectos Fluidez Verbal el grupo caso presenta puntajes inferiores clasificados en el manual como “Dificultades Leves”, y en los de Torre de Hanoi el grupo control es quien obtiene menores puntajes siendo clasificados de la misma manera.

En cuanto al posttest, se evidencia que el grupo control tiene un declive en la función de Secuenciación debido a que en la fase del posexperimento obtiene puntajes inferiores en todos los criterios de la subprueba Suma y Resta consecutiva. En esta misma función se encuentra que el grupo experimental mantiene su desempeño o aumenta sus medias. En Flexibilidad Mental, que se evaluó con la subprueba de Fluidez Verbal, se encuentra que el grupo experimental logra aumentar su desempeño de “Dificultades leves” a “Normal”, mientras que el grupo control presentó declive en un aspecto y el otro, se mantuvo con el puntaje inicial. Por último, en la Torre de Hanoi en las versiones de tres y cuatro fichas muestra que ambos grupos mejoran el desempeño en el posttest con un desempeño similar, teniendo en cuenta que para la versión de cuatro fichas el pretest del grupo control puntuó menos que el grupo experimental. Se resalta que ninguna diferencia entre los grupos

es estadísticamente significativa. Además, los datos permiten afirmar que la línea base del estudio inicia en condiciones similares para ambos grupos.

De manera general, los resultados dan cuenta que las funciones ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal, tienen un funcionamiento “Normal” en ambos grupos para el inicio del estudio, lo cual se evidencia en la capacidad para atender, almacenar y evocar información a corto, mediano y largo plazo, en la manera en la que los participantes buscaron diferentes estrategias para responder a una instrucción. En consecuencia, los resultados obtenidos después de la investigación sostuvieron ese desempeño, incluso, lo mejoraron, pues con las clases los niños tuvieron la posibilidad de comprender y de poner en práctica diferentes ejercicios que involucraron las FFEE, en tareas como la comprensión de cada una de las funciones de Scratch y el uso de estas, en la organización de la información y en la solución de problemas.

8 Discusión

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de un programa de formación en Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorsolateral prefrontal. Los resultados sugieren que, aunque el programa no tuvo efectos estadísticamente significativos sobre las Funciones Ejecutivas asociadas a dicho circuito en los niños de 10 y 11 años, la comparación de medias se logró evidenciar mejora en el desempeño del grupo experimental después del programa de formación en las FFEE evaluadas, datos con los cuales se pondrá en discusión lo encontrado en los antecedentes y el marco teórico.

Cabe destacar que el rango de edad de los estudiantes fue elegido de acuerdo con uno de los periodos críticos del desarrollo de las Funciones Ejecutivas según Flores y Ostrosky (2012) (Ver figura 1), y se sustentan en la teoría del desarrollo piramidal de dichas funciones (Anderson, 2001) según el análisis y la interpretación de los datos obtenidos. A continuación se hará un contraste de resultados; con los estudios previamente consultados se analiza el planteamiento de Sáenz y Cozár (2017), quienes concluyen que el trabajo con conceptos computacionales ayuda a la comprensión de secuencias, la comunicación y expresión, lo cual es coherente con lo encontrado en los resultados de esta investigación, dado que en la subprueba que evalúa la función ejecutiva de secuenciación, el grupo experimental logró mostrar mejor desempeño después del programa de formación en Pensamiento Computacional, aunque en la teoría del desarrollo de las Funciones Ejecutivas se encuentra que la secuenciación o planeación secuencial, presenta su máximo desarrollo alrededor de los 15 años (Flores-Lázaro & Ostrosky, 2012; Flores- Lázaro et al, 2014).

Por otro lado, al igual que en la investigación de Álvarez (2017), los resultados obtenidos en el cuasiexperimento no dan cuenta de un desarrollo con significancia estadística del programa de Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas, pese a que es posible evidenciar aumento en las puntuaciones obtenidas en casi todos los aspectos evaluados en la investigación. Hallazgo que es congruente con lo afirmado por Robertson, et. al (2020) y Rodríguez (2021), que han estudiado la fuerte relación que hay entre el Pensamiento Computacional y las Funciones Ejecutivas con base en el análisis conceptual que realizaron de los procesos involucrados en la programación y la depuración, en los cuales predicen que se requieren aspectos de regulación cognitiva de las Funciones Ejecutivas. Robertson et al., y Rodríguez (2020 y 2021) explican que con

el uso de Scratch los participantes deben decidir qué hacer, cómo hacerlo y poder monitorear sus productos para alcanzar los objetivos, todo ello depende de la etapa de desarrollo en la que estén, porque puede ser que las Funciones Ejecutivas como planeación y seguimiento continúen en desarrollo (Robertson et.al. 2020 y Rodríguez, 2021).

En relación con lo anterior, el proyecto ejecutado por DiLieto et al. (2017), mostró que los participantes obtuvieron mejoras estadísticamente significativas tanto en memoria de trabajo visoespacial como en habilidades de inhibición y capacidades significativas en la programación de robots. Si bien en el presente estudio se encontró un aumento en el desempeño de la memoria de trabajo visoespacial, no hubo diferencias estadísticamente significativas como lo sugieren DiLieto et al (2017). Pese a esto, lo hallado en este estudio se asemeja a lo expuesto por Sanabria et al. (2020) en su estudio de memoria de trabajo y su entrenamiento por medio del Pensamiento Computacional, ya que estos investigadores, mencionaron que existen mejoras en las pruebas que evalúan la memoria de trabajo después de la exposición a Scratch en procesos de aprendizaje autónomo y guiado, pero esas diferencias tampoco fueron estadísticamente significativas.

Adicional a lo mencionado antes, Acosta y Alsina (2018), concluyeron que incluir actividades de Pensamiento Computacional inicia a los niños en el razonamiento algebraico y en la resolución de problemas, siendo más efectivo cuando a través de sus propias palabras logran sustentar las razones por las que tomaron una u otra decisión, además los ejercicios permiten la apropiación del lenguaje matemático. Las subpruebas aplicadas en el presente estudio no evalúan directamente las habilidades mencionadas, sin embargo, se evalúa fluidez verbal, planeación y secuenciación que son Funciones Ejecutivas que están directamente relacionadas con la resolución de problemas, en todas ellas se logró evidenciar mejoras en el desempeño de dichos aspectos. Lo cual se reafirma en la ya expuesta propuesta de Rodríguez (2001), quién menciona que con el uso de Scratch los participantes deben decidir qué hacer, cómo hacerlo y poder monitorear sus productos para alcanzar los objetivos.

Por otra parte, Caballero- González y García- Valcárcel (2020), en su estudio descubrieron diferencias significativas en el grupo caso, en cuanto al dominio y aprendizaje del Pensamiento Computacional, mediante la construcción de secuencias, además de comportamientos sociales positivos. A lo largo del estudio que se está presentando, se ha identificado la importancia de la secuenciación como función ejecutiva en el aprendizaje del Pensamiento Computacional, el cual se

relaciona directamente con el concepto computacional desarrollado por Brennan y Resnick (2014) de secuencialidad que implica hacer de un problema complejo una serie de pasos simples para alcanzar el objetivo y se halló que el grupo experimental alcanzó un desempeño mayor en el posttest en la prueba que evalúa este aspecto.

Otro fenómeno que pudo evidenciarse y para el cual no se encontraron antecedentes de investigación fue que mientras en el grupo control el desempeño de algunas tareas disminuía, el grupo experimental mantenía su desempeño inicial, lo cual parece indicar que el programa de formación del Pensamiento Computacional cumplió un papel de protección en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas.

De acuerdo con el análisis realizado, se encuentra que hay coherencia entre estudios previos relacionados con las funciones ejecutivas y el pensamiento computacional, lo cual refuerza la idea de incluir programas de formación de pensamiento computacional en procesos de estimulación, habilitación y rehabilitación de las funciones ejecutivas, incluso en los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues se ha evidenciado que el software genera interés y motivación en los estudiantes para el aprendizaje y los forma como ciudadanos con competencias digitales, propias del siglo XXI.

Finalmente, este estudio aporta a la Psicología cognitiva, en tanto la comprensión de la relación entre el medio, o factores externos como los programas de entrenamiento cognitivo, en este caso de Pensamiento Computacional, y los procesos psicológicos como las Funciones Ejecutivas. En particular, este estudio profundiza sobre las particularidades de las FFEE asociadas al circuito DLP cuando es afectado por una experiencia tecnológica, este circuito es esencial en los procesos escolares y en el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

9 Conclusiones

- El estudio permitió responder al objetivo general, ya que dio a conocer los efectos de un programa de formación en pensamiento computacional sobre las funciones ejecutivas en un grupo de niños de 10 y 11 años de la Institución Educativa Rural Santa María del Carmen de Viboral (Antioquia, Colombia), en los cuales se evidenció de manera general, que el grupo experimental obtuvo un mejor desempeño en las tareas evaluadas de las FFEE. Pese a que, en muchos de los casos, el grupo control también presentó un mejor desempeño en algunas de las tareas como producto del neurodesarrollo, el grupo experimental superó dicho desempeño, el cual se explica por el programa de formación en pensamiento computacional. Lo cual permite concluir que el Programa de formación en pensamiento computacional tiene un efecto directo sobre las Funciones ejecutivas.
- Los instrumentos utilizados posibilitaron la descripción y el contraste del funcionamiento ejecutivo de los participantes, antes y después del programa de formación en Pensamiento Computacional. Donde se evidenció que ambos grupos empezaban en condiciones similares de desarrollo, y en la comparación posterior, se encontraron diferencias en el desempeño de las tareas asociadas a las funciones ejecutivas y al CDLPF. Lo cual permitió determinar los efectos del programa sobre las Funciones Ejecutivas del grupo que recibe el programa de formación del Pensamiento Computacional.
- En cuanto a los efectos esperados de la aplicación de un programa de formación del Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas en un grupo de niños de 10-11, se concluye que se encuentran diferentes niveles de efectividad en aquellas asociadas al CDLP tales como la Planeación, Secuenciación, la Flexibilidad mental y la Memoria de Trabajo.
- En varias de las tareas evaluadas, el grupo control exhibe también mayor desempeño en comparación con la evaluación pretest, lo cual puede relacionarse con el desarrollo propio al ciclo de vida que están transitando. Sin embargo, se logró evidenciar que el comportamiento del grupo experimental suele ser mejor en la mayoría de los aspectos evaluados y que – teniendo en cuenta el control de variables externas - puede ser explicado mejor por la exposición al programa de formación en Pensamiento Computacional.

-
- A pesar de que se han desarrollado estudios que buscan la relación entre los conceptos de Funciones Ejecutivas y Pensamiento Computacional, hace falta más profundización y claridad teórica en los puntos sobre los cuales se establece dicha relación, puesto que, aunque parece muy clara o incluso que por asociación se podría inferir, no hay bases teóricas fuertes que lo fundamenten y que permitan dar argumentos sólidos frente a la relación y los resultados.
 - El programa de formación en Pensamiento Computacional funcionó, sin embargo, debió adecuarse mayormente a las características de la población que será intervenida, en términos de tiempo y estrategias que pudieran ser utilizadas para el programa. En este caso, se valida Scratch como un software pertinente por la facilidad de uso y la motivación que genera en los niños.
 - Se encuentra que un factor clave identificado en relación con la efectividad del PFPC, fue el bajo nivel en manejo de herramientas tecnológicas y ofimáticas por parte de los estudiantes participantes, lo cual impactó de manera importante en el desarrollo del programa y por tanto, en la movilización de algunos conceptos claves para el propósito del mismo; se concluye por tanto que es fundamental promover en las instituciones educativas rurales, una mayor exposición a las tecnologías, para los estudiantes desde grados iniciales.
 - La comprensión de la ruralidad del contexto del municipio (El Carmen de Viboral), como parte de los factores socioculturales que impactan tanto en la implementación de programas como el PFPC, y en el desarrollo/movilización de las Funciones Ejecutivas, ha sido clave en la lectura de los cambios observados en los estudiantes.
 - La implementación del PFPC demuestra, más allá de los resultados estadísticos, la importancia de continuar elaborando, promoviendo y aplicando programas tanto de estimulación como de habilitación que favorezcan el neurodesarrollo y en particular las Funciones Ejecutivas del CDLPF.

10 Recomendaciones y Limitaciones

Recomendaciones

Se recomienda para futuros estudios de esta misma línea temática, hacer lo posible por obtener un tamaño de muestra mayor, ya que se dificultó el acceso a una muestra lo suficientemente amplia para que represente la población de estudio. Además, se sugiere incorporar más instrumentos de evaluación de las Funciones Ejecutivas, para ampliar y confirmar el desarrollo de estas habilidades, y en ese sentido, poder tener mayores datos de contraste.

Es fundamental, además, priorizar metodologías presenciales, en la medida en que las condiciones de la actual Pandemia por COVID -19 lo permitan, pues este fue un factor que actuó en contra en el presente trabajo.

Se sugiere continuar profundizando en estudios sobre el neurodesarrollo de las Funciones Ejecutivas en poblaciones colombianas, pues si bien los marcos teóricos son extensos y sus principios han sido validados, las características particulares de determinados grupos en Colombia (ruralidad, conflicto, población indígena, etc.) pueden enseñar mucho más acerca de este importante grupo de funciones.

Limitaciones

El cambio de la metodología debido a la pandemia por COVID-19, impactó en el desarrollo del estudio, puesto que la planeación del proyecto se tenía para que fuese presencial, y con las pocas herramientas que se tenían al inicio de la pandemia y la adaptación a la virtualidad, se dificultó la adhesión de los participantes.

Tamaño de la muestra fue alterado por la misma razón del punto anterior; por lo tanto, es importante interpretar los resultados y conclusiones de este estudio desde dicha consideración.

El bajo nivel en manejo de herramientas tecnológicas y ofimáticas, de los estudiantes participantes, como ya se ha dicho, es un factor que incide negativamente en el desarrollo de habilidades asociadas al PFPC; esto debe tenerse en cuenta tanto para la comprensión del presente trabajo como para el desarrollo de futuros estudios.

Referencias

- Aho, A.V. (2012). Computación y Pensamiento Computacional, *The Computer Journal* 55(7). 832–835. <https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074>
- Arias, E., Pereira, G. (2017). Programación: la nueva alfabetización. Introduciendo a la Programación a niñas y niños en el Parque La Libertad. *Trama, revista de ciencias sociales y humanidades* 6 (2). 26-39. <http://dx.doi.org/10.18845/tracs.v6i2.3431>.
- Ato, M. y Vallejo, G. (2015). *Diseños de investigación en Psicología. Introducción al diseño de investigación*. Editorial pirámide. Madrid.
- Adell, J. S., Llopis, M. A. N., Esteve, M. F. M., y Valdeolivas, N. M. G. (2019). El debate sobre el Pensamiento Computacional en educación. RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 22(1). 171-186. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.22303>.
- Angeli, C., & Giannakos, M. (2020). Computational thinking education: Issues and challenges. *Computers in Human Behavior* 105. 106-185.
- Alsina, A, y Acosta, Y. (2018). Iniciación al álgebra en Educación Infantil a través del Pensamiento Computacional: una experiencia sobre patrones con robots educativos programables. *UNION: Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. 5. 218-235.
- Álvarez, M. (2017). Desarrollo del Pensamiento Computacional en educación primaria: una experiencia educativa con Scratch. *UTE. Revista de Ciències de l'Educacion*. (2), 45-64 <http://dx.doi.org/10.17345/ute.2017.2.1820>.
- Ardila, A y Ostrosky, F. (2008). Desarrollo histórico de las Funciones Ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. 8(1), 1-21.
- Ardila, A. y Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología clínica. Funciones Ejecutivas*. Manual Moderno. México. 187-197.
- Balanskat, A. y Engelhardt, K. (2015). Computing our future: Computer programming and coding – Priorities school curricula and initiatives across Europe.
- Basogain, X., et al. (2012). Mathematics Education through Programming Languages. En Universidad de Oviedo, *21st Annual World Congress on Learning Disabilities Book of Abstracts*. (553-559). Ediciones de la Universidad de Oviedo.

-
- Basogain, X., Olabe, M., y Olabe, J. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 46, 2-33. <http://www.um.es/ead/red/46>
- Brennan, K., y Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. American Educational Research Association. http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_C T.pdf
- Caballero-González, Y. A. & García-Valcárcel, A. (2020). Fortaleciendo el Pensamiento Computacional y habilidades sociales mediante actividades de aprendizaje con robótica educativa en niveles escolares iniciales. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 117-142. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.75059>.
- Caballero- González & García- Valcarcel, A. (2019). Robótica para desarrollar el Pensamiento Computacional en educación infantil. *Revista científica educomunicación*. 63-72. <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>.
- Cabanes, L., Colunga, S. & García, J. (2018). La relación Funciones Ejecutivas actividad de aprendizaje escolar. *Educación y Sociedad*, 16(3), 39-53.
- Catlin, D., & Woollard, J. (2014). Educational robots and computational thinking. In *Proceedings of 4th International workshop teaching robotics, teaching with robotics & 5th International conference robotics in education*. 144-151.
- Climent-Martínez, G., Luna-Lario, P., Bombín-González, I., Cifuentes-Rodríguez, A., Tirapu-Ustárriz, J., Díaz-Orueta, U. (2014). Evaluación neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas mediante realidad virtual. *Rev Neurol*. 58. 465-75.
- Crespo-Pereira, V., & Legerén-Lago, B. (2018). El uso de la Neurociencia en el diseño de contenidos transmedia en los canales de televisión públicos de Europa: Videojuegos y Social TV. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(2), 37-56. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i2.10981>.
- DiLieto, M.C., Inguaggiato, E., Castro, E., Cecchi, E., Cioni, G., Dell' Omo, M., Lasshi, C., Pesini, C., Santerinic, G., Sgandurra, G. & Darío, P. (2017). Educational Robotics intervention on Executive Functions in preschool children: A pilot study. *Computers. Human Behavior*. 71, 16-23.
- Espeso, P. (2017). ¿Por qué debemos enseñar programación en los colegios? *Educación 3.0*.

<https://acortar.link/jd2N1F>

- Fábrega, R., Fábrega, J., & Blair, A. (2016). La enseñanza de lenguajes de programación en la escuela: ¿por qué hay que prestarle atención? *Movistar telefónica fundación*. Chile.
- Flores, J & Ostrosky, F. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*. 8 (1). 47-58.
- Flores- Lazáro, J & Ostrosky-Shejet, F. (2012). *Desarrollo Neuropsicológico de los lóbulos frontales y las Funciones Ejecutivas*. Manual Moderno. México.
- Flores-Lázaro, J.; Castillo-Preciado, R. & Jiménez-Miramonte, N. (2014). Desarrollo de Funciones Ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anal. Psicol* 30(2), 463-473. ISSN 1695-2294. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>.
- Flores, J., Ostrosky- Shejet, F., & Lozano, A. (2014). *BANFE-2, Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales* 2ª Edición. México: Manual Moderno.
- Fonseca, G. P., Rodríguez, L. C., Parra, J. H. Relación entre Funciones Ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia promoc. salud* 21(2). 41-58. 10.17151/hpsal.2016.21.2.4.
- Galindo, M. (2014). Efectos del proceso de aprender a programar con “Scratch” en el aprendizaje significativo de las matemáticas en los estudiantes de grado quinto de educación básica primaria. *Escenarios*, 12(2). 87 -102. <http://dx.doi.org/10.15665/esc.v13i2.601>
- García-Valcárcel, A., Muñoz-Repiso, A., & Caballero-González, Y. A. (2019). Robotics to develop computational thinking in early Childhood Education. *Comunicar. Media Education Research Journal*, 27(1).
- González Martínez, J., Estebanell Minguell, M., & Peracaula Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación?: el concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the knowledge society: EKS*.
- González-González, C. S., Guzmán-Franco, M. D., & Infante-Moro, A. (2019). Tangible Technologies for Childhood Education: A Systematic Review. *Sustainability* 11(10), 2910. <https://doi.org/10.3390/su11102910>
- Gurises Unidos, Artecona, F., Bonetti, E., Darino, C., Mello, F., Rosá, M., Scópise, M. (2017). Pensamiento Computacional: un aporte a la educación de hoy. *Fundación telefónica*. Uruguay.

-
- ISTE y CSTA. (2011). *Computational Thinking Leadership Toolkit*. Arlington (Virginia): Computer Science Teachers Association (CSTA) – International Society for Technology in Education (ISTE).
- JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.3)[Computer software].
- Júlvez, J. (2016). Medio ambiente y desarrollo cerebral: desafíos en el contexto global. *Fundación la Caixa*. <https://blog.caixaresearch.org/medio-ambiente-y-desarrollo-cerebral-desafios-en-el-contexto-global/>
- Kashani-Vahid, L., Afrooz, G., Shokoohi-Yekta, M., Kharrazi, K., & Ghobari, B. (2017). Can a creative interpersonal problem solving program improve creative thinking in gifted elementary students? *Thinking Skills and Creativity*, 24, 175–185. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2017.02.011>.
- Kroes, N. y Vassiliou, A. (2014). Promover las habilidades de codificación en Europa es parte de la solución al desempleo juvenil. *Comisión Europea*. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/promoting-coding-skills-europe-part-solution-youth-unemployment>.
- Larson, L., y Northern, T. (2011). 21st Century Skills: Prepare Students for the Future. *Kappa Delta Pi Record*. 47(3). 121-123.
- Llorens Largo, F., García-Peñalvo, F. J., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios. *Education in the Knowledge Society (EKS)* 18(2). 7-17.
- Manes, F., Torralba, T. (2005). Funciones Ejecutivas y trastornos del lóbulo frontal. *Revista de Psicología* 1(2). Disponible en: <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/6236>.
- Mangifesta, L. y Feldfeber, I., (2019). La importancia de enseñar programación en la escuela. *Mumuki*. <https://medium.com/proyecto-mumuki/la-importancia-de-ense%C3%B1ar-programaci%C3%B3n-en-la-escuela-54f8dbb288fd>.
- Nahuton, J., (2012). Un manifiesto para la enseñanza de la informática en el siglo XXI. *The guardian. Educación*. <https://www.theguardian.com/education/2012/mar/31/manifiesto-teaching-ict-education-minister>.
- Oficina De Innovación Educativa Con Uso De Nuevas Tecnologías. (2012). *Políticas de integración de TIC en los sistemas educativos. Educación de calidad el camino para la prosperidad*.

-
- Ministerio de las TIC. https://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/articles-311722_archivo9_pdf.pdf
- Ouahbia, I., Kaddaria, F., Darhmaouib, H., Elachqara, A., Lahminea, S. (2015). Learning Basic Programming Concepts By Creating Games With Scratch Programming Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 191. 1479 – 1482.
- Pardos, A., González, M. (2018). Intervención sobre las Funciones Ejecutivas (FE) desde el contexto educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*. 78(1). 27-42.
- Peng, K., Steele, S. C., Becerra, L., & Borsook, D. (2018). Brodmann area 10: Collating, integrating and high-level processing of nociception and pain. *Prog Neurobiol* 161. 1-22. 10.1016/j.pneurobio.2017.11.004.
- Portellano, J. (2007). *Neuropsicología Infantil*. Editorial Síntesis. Madrid.
- Pradas, S. (2017). La Neurotecnología educativa. Claves del uso de la tecnología en el proceso de aprendizaje. *ReiDoCrea*, 6(2), 40-47.
- Rodríguez, M. (2021). Estudio experimental sobre el impacto del uso de la computación creativa en las Funciones Ejecutivas. *Universitat de Barcelona*. Tesis Doctoral. <http://hdl.handle.net/2445/178778>.
- Romero, M.; Benavides, A.; Fernández, M.; Pichardo, C. (2017)., Intervención en Funciones Ejecutivas en educación infantil. *International Journal of Developmental and Educational Psychology* 3(1). 253-261.
- Robertson, J., Gray, S., Toye, M., & Booth, J. (2020). The relationship between executive functions and computational thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(4), 35-49.
- Sáez, J.M. y Cózar, R. (2017). Pensamiento Computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *EDUCAR*, 53 (1). 129-146.
- Sanabria, E., Rodríguez, N., Zerpa, A.E., Prieto y Alonso, M.A. (2020). Pensamiento Computacional: ¿Una nueva forma de entrenar la memoria de trabajo? *RED. Revista Educación a Distancia* 20(63). <http://dx.doi.org/10.6018/red.401931>.
- Scratch. (2003). Acerca de Scratch: información para educadores. <https://scratch.mit.edu/about>.
- Sturges, P. (2015). Avances de la Neurociencia y sus implicaciones para la ciencia de la información. *El Profesional De La Información*. 24(2).168-175.

-
- Tirapu-Ustárroz, J., Cordero-Andrés, P., Luna-Lario, P., Hernández-Goñi, P.; (2017); Propuesta de un modelo de Funciones Ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista de Neurología*. 64. 75-84.
- La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (2010). *Ict Transforming Education. A regional guide*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000189216>.
- Valverde, J., Fernández, M., Garrido, M. (2015). El Pensamiento Computacional y las Nuevas Ecologías del Aprendizaje. *RED-Revista de Educación a Distancia* 46(3). DOI: 10.6018/red/46/3.
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una alfabetización digital. *Revista de Educación a DistanciaZ*, 46(4). <http://www.um.es/ead/red/46>.

Anexos



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del niño: _____

Nombre del representante legal: _____

Título de la investigación: *Efectos del Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorso-lateral prefrontal*

EXPLICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

En primer lugar, es necesario que usted conozca que:

-La participación de este estudio es absolutamente voluntaria, lo cual quiere decir que usted puede negarse a participar o retirarse de la investigación en cualquier momento sin tener que dar explicaciones.

-Es posible que usted no reciba beneficio directo del estudio actual. Los estudios como este pretenden generar nuevo conocimiento que en algún momento permita desarrollar estrategias pedagógicas y de intervención más efectivas, que solo con la ayuda de muchas personas como usted será posible ampliar el conocimiento al respecto.

Propósito del estudio:

Este estudio se desarrolla como tesis de grado para optar por la aprobación de la Maestría en Psicología de la Universidad de Antioquia, se encuentra inscrito a la línea de Neurociencias, cognición y salud del grupo de investigación de Psicología Cognitiva. La investigación tiene como propósito comparar los efectos de un programa de formación del Pensamiento Computacional sobre las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorso lateral prefrontal en un grupo de niños matriculados en el grado cuarto de la Institución Educativa Rural Santa María del Carmen de Viboral.

Procedimiento:

Si usted acepta la participación de su hijo en esta investigación, se iniciará en un primer momento la aplicación de un protocolo de valoración del estado cognitivo. Posteriormente su hijo será evaluado a través de la aplicación de unas baterías neuropsicológicas para medir las Funciones Ejecutivas como: Memoria de trabajo, planeación, secuenciación y flexibilidad cognitiva. Una vez evaluado tendrá la posibilidad de pertenecer al grupo al grupo experimental o al grupo control. Quienes hagan parte del grupo experimental recibirán una formación básica con un software en programación para niños, mientras que los niños que hagan parte del grupo control recibirán las clases de informática del currículo del colegio.

Riesgos e incomodidades:

Esta investigación no presenta riesgos para la salud de los participantes.

Beneficios:

Los niños adquirirán elementos básicos de programación que les permitirá moverse en un mundo globalizado. Se devolverá en una reunión colectiva los hallazgos generales del proyecto de investigación.

Derecho de retirarse del estudio de investigación:

Usted puede retirarse del estudio en cualquier momento. Sin embargo, los datos obtenidos hasta ese momento seguirán formando parte del estudio a menos que usted solicite expresamente que su identificación y su formación sea borrada de nuestra base de datos.

Información médica no prevista:

Durante el desarrollo de esta investigación es posible (aunque no deseable) que se obtenga información acerca del procesamiento cognitivo de los participantes de una forma no prevista. Si esta información se considera importante para el cuidado de la salud del niño, los investigadores le recomendarán a la familia que procedimiento y especialista puede ser más adecuado, aclarando que, en esos casos, el proyecto de investigación no cubre los costos de dicha atención.

Confidencialidad:

La investigación garantiza el anonimato de los participantes debido a la importancia y respeto a la dignidad y valor del individuo, además el respeto por el derecho a la privacidad. El investigador se compromete a no informar en sus publicaciones ninguno de los nombres de los participantes, ni otra información que permitiera su identificación.

Después de haber leído comprensivamente toda la información contenida en este documento en relación con el proyecto: *Efectos de un programa de entrenamiento del Pensamiento Computacional en las Funciones Ejecutivas asociadas al circuito dorso-lateral prefrontal*, y después de haber recibido de parte de la investigadora Paola Jiménez explicaciones verbales sobre ella y satisfactorias respuestas a mis inquietudes, habiendo dispuesto de tiempo suficiente para reflexionar sobre las implicaciones de mi decisión, libre, consciente y voluntariamente manifiesto que he resuelto autorizar la participación de mi hijo(a). Además, expresamente autorizo al equipo de investigación para usar la información en futuras investigaciones.

Investigadores

Paola Jiménez Zuluaga

Asesor de tesis: Ángela M. Lopera Murcia PhD.

Universidad de Antioquia

Firma del padre de familia: _____

Firma del investigador: _____

Listado de documentos necesario por cada niño

Consentimiento informado _____ Fecha_____

BANFE pretest _____ Fecha_____

BANFE postest _____ Fecha_____

Historia clínica _____ Fecha_____

Responsable _____

NOTAS



CUESTIONARIO PARA FAMILIAS

I. DATOS GENERALES

Nombre: _____

Fecha de evaluación: _____

Lateralidad: _____

Edad: _____ Sexo: _____

Lugar y Fecha de nacimiento: _____ Dirección: _____

Rural ___ Urbana ___ Teléfono: _____ Escolaridad: _____ Institución: _____

Acudiente: _____ Teléfonos: _____

II. USO DE DISPOSITIVOS TECNOLÓGICOS

1. El niño tiene computador en la casa SI___ NO___
2. El niño tiene celular inteligente SI___ NO___
3. En casa tienen acceso a Internet SI___ NO___
4. ¿Cuántas horas diarias el niño usa el computador y el celular? (sin internet) _____
5. ¿Cuántas horas diarias el niño accede a internet? _____
6. ¿Sabe usted que uso le da el niño al celular y/o computador? SI___ NO___
7. Escriba las actividades que realiza el niño en el celular o el computador:

8. ¿El niño ha participado en algún curso de programación o robótica? SI___ NO___
- ¿En caso de ser afirmativo, por cuánto tiempo asistió? _____

III. ANTECEDENTES

N°	PREGUNTA	SI	NO
1	¿Durante el embarazo usted tuvo amenaza de aborto?		
2	¿La madre consumió alcohol o alguna sustancia Psicoactiva durante el embarazo?		
3	El niño nació por parto vaginal		
4	El niño tuvo bajo o alto peso al nacer		
5	El niño recibió algún tipo de tratamiento posnatal (...)		
6	El niño ha presentado problemas nutricionales		
7	El niño ha tenido o presentado problemas neurológicos en el primer año de vida (Meningitis, epilepsia, traumatismo craneoencefálico).		
	El niño ha sido intervenido por neurocirugía		
	El niño ha tenido dificultades con el control de esfínteres durante la etapa escolar		
10	El niño tiene o ha tenido dificultades de audición, visión o del habla		

11	El niño ha presentado problemas conductuales, emocionales y/o comportamentales que hayan afectado su proceso escolar y sus relaciones familiares		
12	El niño ha recibido atención o tratamiento por psiquiatría		
13	Usted considera que el niño expresa adecuadamente sus emociones		
14	El niño ha presentado problemas escolares que hayan afectado su trayectoria escolar (repitencia, deserción, pérdida reiterativa o de áreas específicas o inicio tardío de escolaridad)		
15	El niño ha tenido o tiene dificultades de sueño como pesadillas o dificultades para conciliar el sueño		

Medicamentos que ha usado o usa actualmente:

IV. ANTECEDENTES FAMILIARES

Escolaridad de la madre _____ Edad: _____ Ocupación: _____

Escolaridad del Padre _____ Edad: _____ Ocupación: _____

Enfermedades en padres y/o hermanos:

Hiperactividad _____

Dificultades de aprendizaje _____

Drogadicción _____

Alcoholismo _____

Transtorno psiquiátrico _____

Discapacidad cognitiva _____

Eventos Traumáticos (desplazamiento, muerte de un familiar, etc) _____

Otros _____

Datos de quien diligencia la historia clínica

Nombre _____

Parentesco con el niño _____

Firma _____

Cédula _____

Protocolo circuito dorsolateral



*Efectos del Pensamiento Computacional sobre las Funciones
Ejecutivas asociadas al circuito dorso-lateral prefrontal*

UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

MAESTRIA EN PSICOLOGIA

AÑO 2020

Nombre participante/estudiante: _____

Fecha de nacimiento: _____

Edad actual: _____ Grado/grupo escolar: _____

Indique si es Pretest () ó Postest ()

Fecha de aplicación: _____

Responsable de la aplicación _____

BATERÍA DE FUNCIONES EJECUTIVAS

(Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Bateria Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.

PROTOCOLO DE APLICACIÓN

1. LABERINTOS (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Bateria Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Instrucciones: Resolver el laberinto, lo más rápido posible, sin tocar las paredes ni atravesarlas. Una vez empezado, tratar de no levantar el lápiz. (Lámina 1 y 2).

Registro: Registrar por cada laberinto: número de veces que: a) toca las paredes, b) atraviesa las paredes, c) entra a un camino sin salida, y d) el tiempo de ejecución.

Laberinto	Tocar	Atravesar	Sin salida	Tiempo
1				
2				
3				
4				
5				
Total:				

2. SEÑALAMIENTO AUTODIRIGIDO (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Bateria Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Instrucciones: Con su dedo tiene que ir señalando una figura distinta cada vez, hasta señalar todas, tratando de no repetir ni omitir ninguna de las figuras. En un inicio no puede señalarlas de forma

contigua, cuando haya avanzado ya podrá hacerlo, yo le indicaré cuando pueda hacerlo (lámina 3).
 Avíseme cuando crea haber terminado.

Tiempo: _____

Número de perseveraciones: _____

Número de omisiones: _____

Número de aciertos: _____

3. ORDENAMIENTO ALFABÉTICO DE PALABRAS (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Instrucciones: Le voy a decir una lista de palabras, cada una empieza con una vocal (y/o consonante para la lista 2 y 3), lo que tiene que hacer es repetirlas en orden alfabético.

Ensayos

Lista 1

	1	2	3	4	5
1. Eco (2)	_____	_____	_____	_____	_____
2. árbol (1)	_____	_____	_____	_____	_____
3. imán (3)	_____	_____	_____	_____	_____
4. uva (5)	_____	_____	_____	_____	_____
5. oso (4)	_____	_____	_____	_____	_____

No. de ensayos: _____

Errores de orden _____

Perseveraciones _____

Sustituciones _____

Omisiones _____

Ensayos

Lista 2

	1	2	3	4	5
1. Goma	_____	_____	_____	_____	_____
2. Casa	_____	_____	_____	_____	_____
3. Beso	_____	_____	_____	_____	_____
4. Faro	_____	_____	_____	_____	_____
5. Joya	_____	_____	_____	_____	_____
6. Dedo	_____	_____	_____	_____	_____

No. de ensayos _____
 Perseveraciones _____
 Omisiones _____

Errores de orden: _____
 Sustituciones: _____

Ensayos

Lista 3

	1	2	3	4	5
1. Carro	_____	_____	_____	_____	_____
2. Bata	_____	_____	_____	_____	_____
3. Feo	_____	_____	_____	_____	_____
4. Dado	_____	_____	_____	_____	_____
5. Gota	_____	_____	_____	_____	_____
6. Ajo	_____	_____	_____	_____	_____
7. Edad	_____	_____	_____	_____	_____

No. de ensayos _____
 Perseveraciones _____
 Omisiones _____

Errores de orden: _____
 Sustituciones: _____

4. RESTA CONSECUTIVA

A. Resta consecutiva 1

Se pide que a partir del número 100 vaya restando de 7 en 7 hasta llegar a cero

No. de errores: _____ No. de aciertos: _____ Tiempo: _____

b. Resta consecutiva 2

Se pide que a partir del 40 vaya restando de 3 en 3 hasta llegar a cero

No. de errores: _____ No. de aciertos: _____ Tiempo: _____

5. SUMA CONSECUTIVA

Se pide que, empezando del 1, vaya sumando de 5 en 5.

No. de errores: _____ No. de aciertos: _____ Tiempo: _____

6. CLASIFICACIÓN DE CARTAS

Instrucciones: Se coloca frente al sujeto la lámina 4, se le pide tomar una a una las cartas del grupo de cartas y colocarla debajo de alguna de las cartas de base. (C-F-N, F-N-C).

1	C F N O	17	C F N O	33	C F N O	49	C F N O
2	C F N O	18	C F N O	34	C F N O	50	C F N O
3	C F N O	19	C F N O	35	C F N O	51	C F N O
4	C F N O	20	C F N O	36	C F N O	52	C F N O
5	C F N O	21	C F N O	37	C F N O	53	C F N O
6	C F N O	22	C F N O	38	C F N O	54	C F N O
7	C F N O	23	C F N O	39	C F N O	55	C F N O
8	C F N O	24	C F N O	40	C F N O	56	C F N O
9	C F N O	25	C F N O	41	C F N O	57	C F N O
10	C F N O	26	C F N O	42	C F N O	58	C F N O
11	C F N O	27	C F N O	43	C F N O	59	C F N O
12	C F N O	28	C F N O	44	C F N O	60	C F N O
13	C F N O	29	C F N O	45	C F N O	61	C F N O
14	C F N O	30	C F N O	46	C F N O	62	C F N O
15	C F N O	31	C F N O	47	C F N O	63	C F N O
16	C F N O	32	C F N O	48	C F N O	64	C F N O

ACIERTOS: _____

ERRORES: _____

PERSEVERACIONES: _____

TIEMPO: _____

PER-CRIT: _____

ERROR-MANT: _____

9. FLUIDEZ VERBAL (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Instrucciones: mencione todos los verbos (acciones) que sepa, en un minuto.

_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____

Registro: No. total: _____
Intrusiones _____
Perseveraciones _____
Aciertos _____

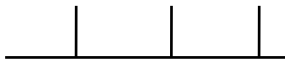
12. TORRE DE HANOI (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Se muestra como están las fichas en la posición inicial y cómo deben quedar las fichas en la posición final. Se explican las reglas:

1. Las fichas pueden ser movidas a cualquiera de los postes
2. Solo se puede mover una ficha a la vez por poste
3. Una ficha más grande nunca puede estar encima de una más pequeña.

Si el sujeto no puede realizar la tarea en el primer intento, se sugiere empezar de nuevo y realizar un segundo intento. Si a los tres minutos no ha resuelto el problema 1, suspender y discontinuar.

1. Problema con tres fichas



Inicio



Final

Número de movimientos: _____

Número de errores: _____

Tiempo total: _____

Error tipo 1: _____

Error tipo 2: _____

Total errores: _____

2. Problema con 4 fichas



Inicio



Final

Número de movimientos: _____

Número de errores: _____

Tiempo total: _____

Error tipo 1: _____

Error tipo 2: _____

Total errores: _____

Descontinuar a los 4 minutos

14. Memoria de trabajo viso-espacial (Flores, J., Ostrosky, F. y Lozano, A. (2012). Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales BANFE-2. Manual Moderno. México.)

Instrucciones: Utilizar la lámina 3. Se menciona: “voy a señalar una serie de figuras en un orden, usted tiene que señalarlas en el mismo orden en que yo las señalo”. Si no puede realizar la tarea en el primer ensayo se le pasa al segundo ensayo. Con dos errores consecutivos se suspende la tarea.

Nivel 1	Reprod 1	Reprod 2	Nivel 2	Reprod	Reprod 2
1. Casa	_____	_____	1. Mano	_____	_____
2. Pantalón	_____	_____	2. Avión	_____	_____
3. Martillo	_____	_____	3. Mesa	_____	_____
4. Cinturón	_____	_____	4. Calceta	_____	_____
			5. Manzana	_____	_____
1			2		
Omisiones:	_____		Omisiones:	_____	
Sustituciones:	_____		Sustituciones:	_____	
Perseveraciones:	_____		Perseveraciones:	_____	
Errores-orden	_____		Errores-orden:	_____	
Nivel 3	Reprod 1	Reprod 2	Nivel 4	Reprod1	Reprod2
1. Hormiga	_____	_____	1. Foco	_____	_____
2. Guitarra	_____	_____	2. Pez	_____	_____
3. Ardilla	_____	_____	3. Pluma	_____	_____
4. Foco	_____	_____	4. Casa	_____	_____
5. Plátano	_____	_____	5. Bicicleta	_____	_____
6. Hacha	_____	_____	6. Cinturón	_____	_____
			7. Calceta	_____	_____

3

Omisiones: _____

Sustituciones: _____

Perseveraciones: _____

Errores-orden _____

Nivel máximo: _____

4

Omisiones: _____

Sustituciones: _____

Perseveraciones: _____

Errores-orden _____