

Licenciatura en Psicopedagogía

Trabajo Final de Licenciatura

**“Las Funciones Ejecutivas y su relación con
el rendimiento en matemática en alumnos de
1° año de nivel secundario”**

Autora: Nasi Verzini, María Florencia

Directora: Profesora Psicopedagoga Fernanda Distefano

Mendoza, 2021.

Agradecimientos

Agradecer en primer lugar a Dios, que supo guiarme en el qué, cómo y cuándo de mi carrera.

A mis padres, mis grandes pilares, los cuales desde un primer momento me apoyaron en el camino elegido y fueron incondicionales en cada etapa de mi carrera. A mi familia y especialmente a mis tres abuelos, de los que pude disfrutar sus sonrisas y abrazos frente a cada logro y su confianza en mí para superar todas las etapas propias de la carrera y llegar a este día tan esperado. Sin olvidar un solo día de mi vida a mi abuelo Ninon, el cual me dejó físicamente, pero jamás dejó de acompañarme haciéndose presente con sus recuerdos, enseñanzas y ejemplo. Espero el reencuentro en el que podamos abrazarnos nuevamente.

A mis amigos, los cuales no dejaron de alentarme y festejaron cada uno de mis logros como si fueran propios. Especialmente a mis amigas de la Universidad, Virginia, Guadalupe, Mariela y Yamila, por su acompañamiento en cada etapa, anécdotas, la alegría de cursar durante cuatro años juntas, y seguir unidas hasta el día de hoy. Mi cariño a ellas para siempre.

Mi eterno agradecimiento a mi directora de tesis, Prof. Fernanda Distefano. Me transmitió conocimientos propios de la carrera desde el primer momento, inculcándome en cada aprendizaje valores, mediante su ejemplo de buena persona. Gracias a Dios por ponerla en mi camino y permitirme aprender de ella, de su generosidad desinteresada, su humildad, amor y pasión por su trabajo. Por demostrarme que todo pasa, y con voluntad se puede lograr cada meta que nos propongamos.

Gracias a la Prof. Fernanda Bollati, por su gran ayuda para mí tesis en contexto de pandemia, lo cual fue fundamental para que pudiera avanzar en la misma y mantener mi motivación a pesar del contexto en el cual estábamos inmersos.

Gracias a cada uno de mis profesores de la Universidad Católica Argentina, personas ejemplares, cuyas clases repletas de vocación, alegría, valores, van a quedar grabadas siempre en mí.

Soy muy afortunada por la vida que tengo y espero poder aportar desde mi lugar para que se respete el derecho a que todas las personas sigan aprendiendo hasta el último día de su vida, explotando al máximo las potencialidades de cada uno, con ética profesional y amor en cada trabajo.

ÍNDICE

ÍNDICE

Título de la Tesis.....	1
Agradecimientos	2
Índice	4
Resumen y palabras claves.....	7
Introducción	10
Desarrollo.....	12
I. FASE TEÓRICA.....	13
CAP 1: Las Funciones Ejecutivas	14
1.1 Introducción sobre las Funciones Ejecutivas.....	14
1.2 Concepto de Funciones Ejecutivas.....	15
1.3 Desarrollo de las Funciones Ejecutivas	18
1.4 Bases neuroanatómicas	19
1.5 Lóbulo Frontal.....	24
1.6 Desarrollo Cognitivo.....	32
1.7 Modificaciones neuroanatómicas	34
1.8 Componentes de las Funciones Ejecutivas	38
1.9 Evaluación de las Funciones Ejecutivas	47
1.10 Síndrome Disejecutivo	51
1.11 Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas	60
CAP 2: Funciones Ejecutivas y Rendimiento escolar en adolescentes.....	61
2.1 Características de la adolescencia.....	61
2.2 Adolescencia y Funciones Ejecutivas.....	70
2.3 Definición de rendimiento escolar.....	67
2.4 Implicancia de las funciones ejecutivas en el rendimiento académico...73	
2.5 Las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas.....	74

II. FASE EMPÍRICA.....	80
CAP 1: Marco metodológico.....	81
1.1 Planteamiento del problema.....	81
1.2 Justificación.....	82
1.3 Tipo y nivel de investigación.....	84
1.4 Objetivos de investigación.....	85
1.5 Hipótesis.....	85
1.6 Diseño de investigación.....	86
1.7 Operacionalización de las variables.....	86
1.8 Muestra.....	88
1.9 Recolección de datos e instrumento.....	89
1.10Entrevista.....	92
CAP 2: Presentación y discusión de los resultados.....	98
2.1 Presentación de los resultados.....	98
2.1.1 Muestra y características de rendimiento.....	98
2.1.2 Análisis de correlación de variables.....	100
2.1.3 Análisis por áreas.....	102
2.1.3. A Introducción.....	102
2.1.3.B Explicitación de áreas.....	102
III. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	112
Anexos.....	117
Referencias Bibliográficas.....	123

RESUMEN

El objetivo de la siguiente investigación es indagar en qué medida las funciones ejecutivas influyen en el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario de la provincia de Mendoza.

Respecto al concepto de Funciones Ejecutivas, se toma de referencia a la autora Adele Diamond en su artículo denominado Executive Functions (2013), la cual manifiesta que las funciones ejecutivas posibilitan la manipulación mental de diversas ideas; tomarse el tiempo de pensar antes de actuar; enfrentar cambios novedosos e inesperados; resistirse a las tentaciones; y mantenerse enfocado. Las principales Funciones Ejecutivas son la Inhibición, Memoria de trabajo y Flexibilidad Cognitiva (incluyendo el pensamiento creativo, mirar cosas desde diferentes perspectivas y adaptarse rápida y flexiblemente a circunstancias cambiantes).

En cuanto al método de investigación, siguiendo lo propuesto por los autores Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su obra Metodología de la Investigación, se utilizó un enfoque mixto, debido a que se sustenta en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo. El diseño utilizado fue de tipo experimental. El instrumento empleado fue la escala "EFECO" y la muestra estuvo conformada por 136 alumnos pertenecientes a los colegios "Martín Miguel de Güemes" (institución de carácter pública) (74) y "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya" (62) (institución de carácter privada), situados en la provincia de Mendoza, Argentina.

Los resultados correspondientes a los alumnos de 1° año de nivel secundario pertenecientes a dichas escuelas del gran Mendoza, coinciden con la hipótesis positiva en la cual se plantea que *Existe una correlación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario*. Sin embargo, es crucial aclarar que los estudios arrojaron una correlación débil estadísticamente, no obstante, se afirma la existencia de la misma. Esto significa que los alumnos que tuvieron mayor nota obtuvieron menores resultados en la Escala EFCO. Por último, esto hace referencia a que, a menor puntaje en la Escala, mayor desarrollo de las Funciones Ejecutivas.

Esta investigación busca brindar información clave para el desarrollo de estrategias con el fin de estimular las funciones ejecutivas ya que se consideran de vital importancia para promover un adecuado aprendizaje en matemática.

PALABRAS CLAVES: alumnos, funciones ejecutivas, rendimiento, matemática.

ABSTRACT

The objective of the following research is to investigate to what extent executive functions influence mathematic performance in 1st year high school students in the province of Mendoza.

I provide a reference to the author Adele Diamond in her article called Executive Functions (2013) about the concept of Executive Functions, which states that executive functions make it possible to mentally play with ideas; have the time to think before acting; face new and unexpected changes; resist temptations; and stay focused. The main Executive Functions are Inhibition, Working Memory, and Cognitive Flexibility (including creative thinking, looking at things from different perspectives, and adapting quickly and easily to changing circumstances).

Regarding the research method, following what it is proposed by the authors Hernández, Fernández and Baptista (2010) in their work Research Methodology, a mixed approach was used, because it is based on two main approaches: the quantitative approach and the qualitative approach. The design used was experimental. The instruments used were the "EFECO" scale and the sample of 136 students from the schools "Martín Miguel de Güemes" (public institution) (74) and "Nuestra Señora del Rosario de Pompeya" (private institution)

(62), located in the province of Mendoza, Argentina.

The results corresponding to the 1st year high school students belonging to these schools in Greater Mendoza, coincide with the positive hypothesis in which it is stated that there is a correlation between executive functions and performance in mathematics in 1st year students secondary level. However, it is crucial to clarify that the studies showed a statistically weak correlation, however, the existence of it is affirmed. This means that the students who scored higher obtained lower results on the EFECO Scale. Lastly, this refers to the fact that the lower the score on the Scale, the greater the development of the Executive Functions.

This research seeks to provide key information for the development of strategies in order to stimulate executive functions since they are considered of vital importance to promote adequate learning in mathematics.

KEY WORDS: students, executive functions, performance, mathematics.

INTRODUCCIÓN

Introducción

El éxito en el rendimiento escolar depende de múltiples factores. Sin embargo, hoy en día, diversas investigaciones sostienen la gran influencia de las funciones ejecutivas en el desempeño académico de los alumnos. Podríamos preguntarnos entonces, ¿a qué hace referencia el término “Funciones Ejecutivas? Cognitivamente, las Funciones Ejecutivas (FE) integran un conjunto de operaciones o funciones cognitivas complejas o de ‘alto nivel’, como la capacidad de planificación, abstracción, pensamiento lógico inductivo y deductivo, capacidad de análisis, toma de decisiones, cognición social y subprocesos asociados (Bombín, Cifuentes, Climent, Luna, Cardas, Tirapu & Díaz, 2014).

Burin, Drake y Torralva (2007), describen las FE como un conjunto de habilidades cognitivas que controlan y regulan otras capacidades más básicas (como la atención, la memoria y las habilidades motoras), y que están al servicio del logro de conductas dirigidas hacia un objetivo o resolución de problemas.

La incidencia del bajo rendimiento en los adolescentes escolares está relacionada con múltiples factores, tanto en su gestación como en sus consecuencias, entre los que se encuentran involucradas variables de orden volitivo, emocional y cognitivo (Novaez, 1986, citado por Reyes, 2003). Dentro de las variables cognitivas, se considera de vital importancia estudiar las funciones ejecutivas involucradas en el aprendizaje escolar en general, y específicamente en el área de matemáticas. En la presente investigación se intentará indagar acerca de cuáles son las principales habilidades relacionadas con las Funciones Ejecutivas que influyen en el rendimiento en matemática en alumnos de 2° año de nivel secundario. Por otro lado, se indicará en qué medida afectan el desempeño de dichos estudiantes con el fin de brindar un aporte significativo y valioso para potenciar dichas funciones y optimizar el rendimiento de los alumnos por medio de la aplicación de diversas estrategias.

DESARROLLO

FASE TEÓRICA

I. FASE TEÓRICA

CAPÍTULO 1: LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

1.1 Introducción sobre las Funciones Ejecutivas

Si bien el presente trabajo se aboca a la etapa de la adolescencia, se considera fundamental realizar un recorrido acerca del desarrollo de las Funciones Ejecutivas desde las primeras etapas, motivo por el cual se hará hincapié en un primer momento en el desarrollo cognitivo durante la etapa escolar, el cual se lleva a cabo gracias al extraordinario crecimiento cuantitativo y cualitativo del cerebro, especialmente durante los primeros años de vida.

La evolución del peso del cerebro es un buen ejemplo de este crecimiento. El peso medio del cerebro de un niño al nacer es de 350 gramos, pero al final del primer año esta cifra se triplica situándose en torno a los 1000 gramos. En este proceso de crecimiento cobra especial importancia el intenso desarrollo de la corteza cerebral asociativa. Este tipo de corteza supone el 80% de la superficie externa del cerebro humano y es nuestro auténtico “cerebro pensante”, ya que en ella tienen lugar los procesos más complejos del pensamiento.

Por otra parte, el modelamiento del cerebro no es proceso cerrado en el momento del nacimiento, sino que -por el contrario- es a partir de ese momento, y gracias al crecimiento cuantitativo y cualitativo del encéfalo, cuando se activa más intensamente el desarrollo de los procesos de pensamiento. Es decir, el avance de las funciones cognitivas se produce gracias al creciente proceso de neurogénesis cerebral durante el periodo infantil, marcado por el incremento de las conexiones nerviosas, el aumento de la mielinización y la actividad cada vez más fluida y eficaz de la neurotransmisión cerebral.

Es fundamental considerar el papel crucial que cumple el área prefrontal en relación a la corteza de asociación y las funciones cognitivas consecuentes. Más de la mitad de la superficie anterior del lóbulo frontal es responsable de planificar, coordinar, ejecutar y supervisar los procesos de pensamiento más abstractos y complejos. El área prefrontal constituye la esencia de los procesos cognitivos de la especie humana, el auténtico “cogito, ergo sum” cartesiano. Durante mucho tiempo, tanto la psicología como las neurociencias han considerado al lóbulo frontal y sus funciones como una asignatura pendiente que no se podía abordar con las técnicas disponibles. Hasta la aparición de las técnicas de neuroimagen funcional no ha sido posible comprender cuál era su verdadera función y

comprobar, por fin, la excepcional importancia que tiene el área prefrontal como órgano director de la actividad mental. Sin embargo, la moderna neurociencia ha asumido plenamente el término funciones ejecutivas para referirse al conjunto de actividades que desarrolla el área prefrontal, de tal forma que ambos términos, área prefrontal y funcionamiento ejecutivo, resultan fácilmente intercambiables entre sí.

Respecto a la conducta humana, ésta viene regulada desde el área prefrontal, que actúa a modo de disco duro de nuestra “computadora” cerebral. Pero, ¿qué ocurriría si el área prefrontal estuviera lesionada? Dicha lesión puede afectar de un modo sutil o dramático a nuestra capacidad para programar el comportamiento, especialmente en sus niveles más complejos, simbólicos y abstractos, provocado el denominado síndrome disejecutivo, el cual se desarrollará posteriormente en la presente investigación. Durante la infancia se activarán los circuitos neuroquímicos que permiten el modelamiento y ensamblado definitivo de la corteza cerebral y, más concretamente, del lóbulo frontal y de las funciones ejecutivas. Por lo cual, la madurez neuropsicológica de cualquier niño depende, en última instancia, del grado de consolidación que haya adquirido la corteza asociativa y, de un modo más específico, del nivel de desarrollo adquirido en su área prefrontal.

Gracias al aporte e investigación de diversos autores sobre las Funciones Ejecutivas, se considera esencial tomar conciencia acerca de su influencia en el rendimiento escolar, para lo cual se desarrollarán las principales ideas concernientes al presente tema. Asimismo, debido a la fuerte influencia que tienen las Funciones Ejecutivas en el rendimiento académico de los alumnos, a continuación, se explicitarán conceptos esenciales haciendo alusión a dicha temática.

1.2 Concepto de Funciones Ejecutivas

La autoría del término Funciones Ejecutivas se debe a Joaquín Fuster y su divulgación a la neuropsicóloga Muriel Lezak, pero sin dudas el mérito de su conceptualización se debe a Alexander Luria, a partir de los años sesenta del pasado siglo. Más allá de ser un constructo teórico, las FE constituyen una realidad, como confirman los estudios de neuroimagen funcional y las lesiones del área prefrontal. La utilización generalizada del término funciones ejecutivas es relativamente reciente, ya que en los manuales de neuropsicología de hace menos de tres décadas todavía no se empleaba dicha denominación (Kolb y Whishaw, 1985; Gazzaniga, 1986).

Luria al describir las unidades funcionales básicas que componen el cerebro humano, y referirse en particular a la tercera unidad plantea lo siguiente:

El hombre no reacciona pasivamente a la información que recibe, sino que crea intenciones, forma planes y programas de sus acciones, inspecciona su ejecución y regula su conducta para que esté de acuerdo con estos planes y programas; finalmente, verifica su actividad consciente, comparando los efectos de sus acciones con las intenciones originales corrigiendo cualquier error que haya cometido (Luria, 1979, p. 79).

A partir del trabajo de Luria se desarrolla pues toda una conceptualización en torno al funcionamiento ejecutivo. Existe un cierto consenso en que en este desarrollo conceptual fue muy importante la figura de Muriel Deutsch Lezak, autora que, en palabras de Tejero et al (2005): Popularizó este término [funciones ejecutivas], especialmente a partir de la segunda edición de su obra clásica sobre evaluación neuropsicológica (Lezak, MD (1979) Recovery of memory and learning. functions following brain injury. Cortex 15). Para esta autora “las funciones ejecutivas consisten en aquellas capacidades que permiten a una persona funcionar con independencia, con un propósito determinado, con conductas autosuficientes y de una manera satisfactoria”. Según ella, cuando se alteran las funciones ejecutivas el sujeto ya no es capaz de autocuidarse, de realizar trabajos para sí o para otros, ni de mantener relaciones sociales normales, independientemente de cómo conserve sus capacidades cognitivas. [...] La alteración ejecutiva se manifiesta de una manera más general, afectando a todos los aspectos de la conducta.

Aunque varios autores han estudiado y definido las funciones ejecutivas, coincidiendo sistemáticamente en que estas consisten en habilidades o capacidades cognitivas de orden superior mediante las cuales un individuo consigue un objetivo y en que son una actividad propia de los lóbulos frontales, la definición de Pineda (2000, cit. por Barceló et al., 2006) destaca porque caracteriza detalladamente sus componentes.

(Las funciones ejecutivas) ...permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas,

la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas (p. 115).

Gracias a la conceptualización de Pineda es posible presuponer explicaciones sobre las dificultades en el rendimiento escolar diferentes a las que lo atribuyen a fenómenos psicológicos como el desinterés del estudiante, su falta de motivación o a su inadaptación al entorno escolar, entre otros.

Cuando se llevan a cabo actividades de menor dificultad o previamente conocidas, la activación cerebral es menor porque el aprendizaje previo facilita la ejecución del plan. Pero cuando surgen problemas novedosos y más complejos que nos exigen emitir una respuesta adecuada, la activación cerebral es más compleja, necesitando un sistema rector, que coordine las acciones que nos permitan llevar a buen puerto la conducta dirigida al logro de fines. A esta última idea nos referimos cuando hacemos alusión al término Funciones Ejecutivas, es decir, que para que dicho sistema de control y supervisión, se active es fundamental que estemos frente a una tarea novedosa. De esa manera los componentes cerebrales que intervienen en dichas habilidades facilitarán que seamos capaces de regular la conducta de un modo eficiente, permitiendo transformar los pensamientos en decisiones, planes y acciones. Según este autor, se presume que la función ejecutiva tiene como base neuroanatómica los lóbulos frontales, más específicamente de sus regiones más anteriores, las áreas prefrontales, y sus conexiones recíprocas con otras zonas del córtex cerebral y otras estructuras subcorticales, tales como los núcleos de la base, el núcleo amigdalino, el diencefalo y el cerebelo.

Las funciones ejecutivas implican distintos mecanismos, de los cuales unos forman el componente esencial, mientras que otros constituyen los elementos auxiliares. Los componentes esenciales son:

- ✓ Actualización
- ✓ Fluencia
- ✓ Flexibilidad
- ✓ Inhibición
- ✓ Programación
- ✓ Toma de decisiones
- ✓ Memoria de trabajo.

Por otro lado, los elementos auxiliares, facilitan el control de la actividad mental superior por parte de las funciones ejecutivas. Estos son aquellos factores relacionados con:

- ✓ Inteligencia,
- ✓ Atención,
- ✓ Memoria,
- ✓ Percepción,
- ✓ Actividad motora
- ✓ Lenguaje.

Por último, en el Libro denominado *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*, García Alba, J. & Portellano Pérez, J. (2014); los autores Verdejo y Bechara señalan lo siguiente:

Las FE incluyen mecanismos de integración que permiten ensamblar tanto las informaciones archivadas en el pasado como las actuales, para prever las distintas opciones de respuesta en el futuro. Las funciones ejecutivas, por tanto, se sitúan en la cúspide del desarrollo de la inteligencia, en el nivel jerárquico más elevado de la actividad mental, siendo el máximo logro que ha experimentado el ser humano a lo largo de su historia evolutiva. (2010).

1.3 Desarrollo de las Funciones Ejecutivas

El desarrollo de las Funciones Ejecutivas conlleva modificaciones cognitivas y transformaciones neuroanatómicas que, de modo conjunto, se producen en el cerebro y especialmente en el área prefrontal. Se han propuesto tres modelos para explicar el desarrollo de las funciones ejecutivas durante la infancia y la adolescencia.

a) Perspectiva madurativa. La aparición de una nueva capacidad cognitiva es la consecuencia directa del desarrollo madurativo en una determinada región cerebral. En el caso del funcionamiento ejecutivo, la capacidad de inhibición que facilita la respuesta correcta en las tareas "go-no go" sería la consecuencia de la maduración de la zona dorsolateral (Diamond, 2006).

b) Especialización interactiva. La interacción y el ensamblaje de las distintas áreas corticales permitirían la mejor organización de los procesos cognitivos, mediante un ajuste funcional de las conexiones. Los procesos cognitivos complejos que realiza el cerebro son consecuencia de la especialización interactiva que se produce entre distintas áreas del mismo.

c) Aprendizaje de habilidades. Los procesos de adquisición de nuevas habilidades hacen que cambien los patrones de activación cerebral. A medida que las tareas son más complejas, se observa un mayor grado de activación en la corteza prefrontal.

Posiblemente la facilitación del desarrollo funcional del área prefrontal se deba a la acción combinada de los procesos de maduración de dicha área, junto con la paralela especialización interactiva con otras áreas cerebrales y el aprendizaje de nuevas tareas gracias a la interacción novedosa con el ambiente.

1.4 Bases neuroanatómicas

Se considera imprescindible partir del concepto de cerebro como tal para una mejor comprensión de los componentes cerebrales que intervienen en las Funciones Ejecutivas. Para ello, en un primer momento se tuvo en cuenta lo expuesto en el libro denominado *Bases biológicas de la conducta*, Seelbach González, G. (2012), el cual manifiesta que el órgano central del sistema nervioso es el cerebro, cuya meta principal es la de organizar las funciones de todo el cuerpo desde que se nace, hasta que uno muere. Asimismo, controla los procesos cognitivos del ser humano, como la percepción, la memoria, el razonamiento o el lenguaje. Los sentidos cumplen un papel preponderante debido a que el cerebro procesa gran cantidad de información proveniente del mundo exterior valiéndose de dichos sentidos. En él se encuentran ubicados los sistemas procesadores del tacto, gusto, olfato, vista y oído, con esta información, procesa, codifica e interpreta el mundo, formando parte de lo que se conoce como percepción.

Por otro lado, el cerebro también es responsable de las funciones internas del organismo (como los ciclos de sueño y vigilia, la digestión, la producción de hormonas, el crecimiento, la protección en contra de agentes nocivos, entre los que se encuentran las bacterias o virus) y la homeostasis, entendida como el equilibrio térmico, metabólico y bioquímico del cuerpo para su supervivencia.

Respecto a su peso, el cerebro tiene un peso que equivale al 1.5% al 2% al peso total del cuerpo, aproximadamente; sin embargo, consume hasta un 20% del oxígeno que requiere el organismo para vivir, debido a la cantidad de energía que necesita en el procesamiento de información y control de las funciones orgánicas.

Neuroanatómicamente, el cerebro está dividido en dos hemisferios: derecho e izquierdo; éstos se encuentran separados uno del otro por una cisura; pero también se encuentran unidos en la parte media inferior por una estructura fibrosa que permite que ambas estructuras se comuniquen entre sí. En cada hemisferio se puede distinguir la corteza cerebral (área relativamente nueva en la evolución del ser humano) o sustancia gris; misma que se distingue, precisamente, por los numerosos pliegues que presenta en la superficie del cerebro. En ellos se encuentran delimitadas ciertas áreas con funciones precisas, como el habla, la audición, la memoria o la visión.

Uno de los principios fundamentales en la organización cerebral se basa en la organización cruzada, la cual se refiere al proceso en que cada uno de los hemisferios controla un lado específico del cuerpo; de acuerdo con este funcionamiento, el hemisferio derecho controla el lado izquierdo del cuerpo, mientras que el hemisferio izquierdo controla el lado derecho del cuerpo. El tipo de información que los hemisferios procesan también implica una diferencia: cada uno tiene una función neuronal y cognitiva específica; por ejemplo, el hemisferio izquierdo está relacionado con el procesamiento de información de tipo racional, mientras que el hemisferio del lado derecho procesa información de tipo simbólica; un caso específico: cuando una persona escucha la palabra agua, el hemisferio derecho ubica en su memoria conceptos o imágenes referentes al agua (un vaso con agua, gotas, ríos, mares, lluvia, globos rellenos de agua, líquido vital, la supervivencia u otros símbolos); en el hemisferio izquierdo, mientras tanto, aparece la palabra “agua”, que puede verse acompañada por la composición química (H_2O) el significado de la palabra, entre otros conceptos.

En conclusión, aunque ambos hemisferios se encuentren separados y procesen información diferente, trabajan en conjunto para simbolizar y representar el mundo que rodea al ser humano.

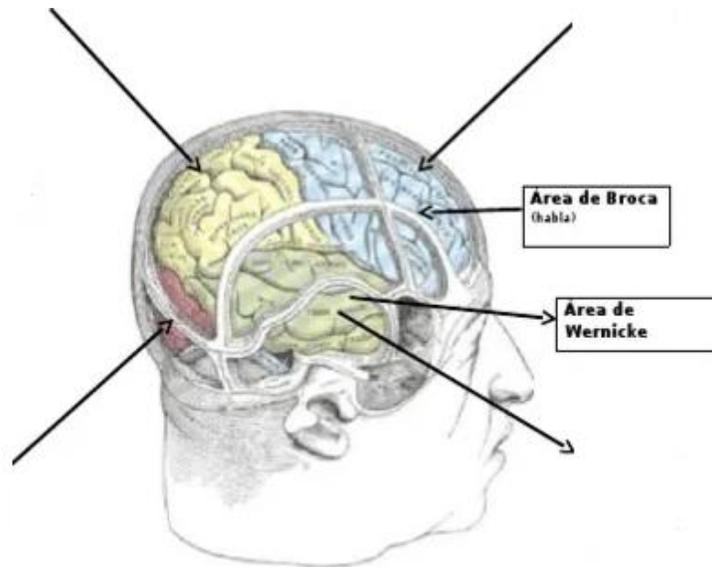
Por otra parte, según la autora Citlali Helenes González, cada hemisferio cerebral (el izquierdo y el derecho) está dividido en 4 lóbulos. Cada lóbulo coordina diferentes procesos

cognitivos. A nivel general, es posible mencionar las principales funciones de cada lóbulo cerebral.

- Frontal: está involucrado en procesar información de movimiento, de atención, de planeación, de toma de decisiones, del habla, de la regulación emocional, del razonamiento, de la motivación y de la conducta. Es por esto que uno de los primeros signos de la demencia frontotemporal son los cambios de personalidad.
- Parietal: encargado de integrar información de los sentidos; del tacto, el gusto, la visión, la temperatura, la presión y el dolor.
- Occipital: es el centro principal para procesar la visión.
- Temporal: juega un papel importante en el procesamiento de la información auditiva, en reconocer el lenguaje y formar memorias.

Lóbulo Parietal
Funciones relacionadas con el tacto, gusto, olfato, presión y con la temperatura.

Lóbulo Frontal
Funciones asociadas al razonamiento, planificación, organización de los pensamientos, las emociones, atención y lenguaje.



Lóbulo Occipital
Funciones: recepción visual, procesamiento visual-espacial, el movimiento y el reconocimiento de colores.

Lóbulo temporal
Funciones en los que respecta a la audición, memoria y aprendizaje.

FIGURA 1: Funciones de los Lóbulos Cerebrales

Fuente de la imagen: <https://es.scribd.com/document/333588200/Funciones-de-los-lobulos-cerebrales>, cargado por Pablo Vega M. Texto adaptado por M. Florencia Nasi Verzini.

Neil R. Carlson en su libro denominado *Fisiología de la conducta* (2014), ilustra por medio de la siguiente figura la localización de los distintos lóbulos cerebrales. En la presente investigación nos centraremos en el papel crucial que cumple el Lóbulo Frontal respecto al desarrollo de las Funciones Ejecutivas, por lo tanto, será el único que se desarrolle de forma más detallada.

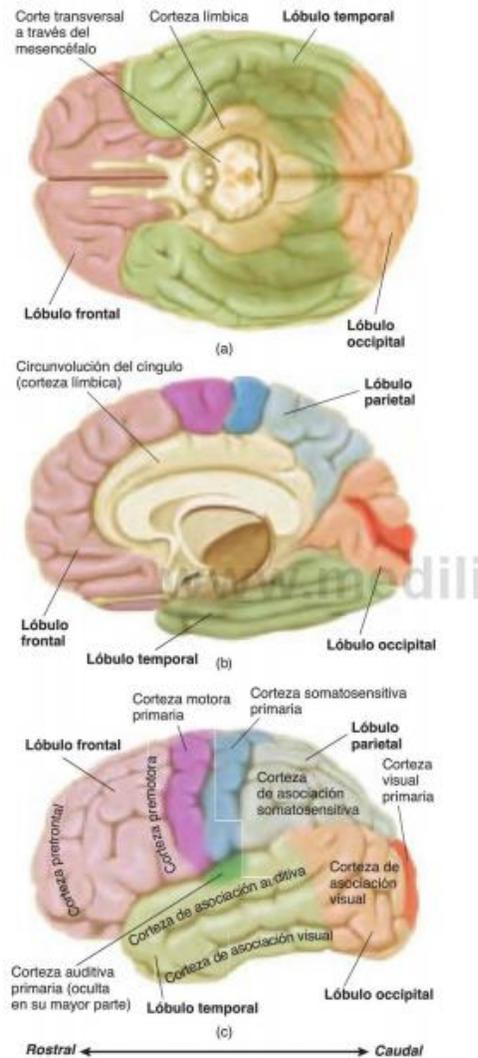


FIGURA 2: Los cuatro lóbulos de la corteza cerebral

Fuente de la imagen: Neil R. Carlson en su libro denominado *Fisiología de la conducta* (2014).

1.5 Lóbulo Frontal

El lóbulo frontal desempeña un papel clave en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas, motivo por el cual esta investigación se basará, en un primer momento, en lo expuesto en el Manual *ENFEN* (Evaluación neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en niños), cuyos autores son J. A. Portellano Pérez J. A; Martínez Arias R & Zumárraga Astorqui, L (2009), los cuales ponen de manifiesto que el lóbulo frontal es la expresión más depurada del elevado grado de desarrollo mental alcanzado por el ser humano a lo largo del proceso evolutivo, para luego avanzar a marcos de estudio propios de la edad de exploración en este trabajo final de licenciatura.

El territorio de las FE, situado delante de la cisura central y por encima de la cisura lateral, ocupa la tercera parte de la superficie total del cerebro. Dicho lóbulo supervisa la actividad de las restantes áreas cerebrales, programando y regulando todos los procesos cognitivos y, de modo especial, aquellos de mayor complejidad. Su principal competencia es el *funcionamiento ejecutivo*, que permite programar, desarrollar, secuenciar, ejecutar y supervisar cualquier plan de actuación dirigido al logro de objetivos específicos y a la toma de decisiones.

En relación a la atención, “la regulación de la misma también depende -en última instancia- del buen funcionamiento del lóbulo frontal, permitiendo el control de la atención sostenida y evitando la distracción ante los estímulos irrelevantes procedentes del entorno”. (Stuss y Benson, 1984; Stuss y Benson, 1986; Stuss, 1995; Portellano, 2005a).

El lóbulo frontal es un sistema neuropsicológico muy complejo que desarrolla su actividad gracias a las conexiones recíprocas que establece con otras áreas del sistema nervioso central como el tálamo, los ganglios basales, el sistema límbico, la formación reticular y las áreas asociativas del resto de la corteza cerebral. La realización de actividades mentales complejas depende del área prefrontal, pero cuando una determinada tarea se aprende y sistematiza requiere un menor grado de activación del sistema ejecutivo ya que otras áreas del encéfalo, situadas en el subcórtez o en el cerebelo, se encargan de realizar y supervisar dichas tareas. Por esta razón el sistema ejecutivo solo interviene cuando es necesario realizar actividades cognitivas novedosas o cuando éstas son muy complejas (Tirapu, 2006). El lóbulo frontal se divide en dos zonas funcionales diferenciadas: la corteza motora y el área prefrontal (tabla 1).

Según los autores Boutros, Clark y Mendez, en su libro denominado *El cerebro y la conducta. Neuroanatomía para psicólogos*:

El lóbulo frontal también es responsable de dar forma a nuestras actitudes y organizar las funciones que son características de la conducta humana, como la autorregulación y autoconsciencia. De hecho, la corteza frontal proporciona la capacidad del juicio, la cual adapta constantemente el comportamiento para optimizar su resultado (2012).

Subdivisiones del lóbulo frontal

Neuropsicológicamente, el lóbulo frontal se divide en dos zonas diferenciadas: la corteza motora y el área prefrontal. A posterior, se describirán sus principales características, seguido de la figura correspondiente especificando dichas áreas (Figura 3).

I - LA CORTEZA MOTORA

Las funciones de la corteza motora consisten en el diseño y planificación de las actividades motoras voluntarias. También se encarga de adquirir, archivar, programar, secuenciar y ejecutar los movimientos intencionados, incluyendo los requeridos en el lenguaje expresivo y la escritura. Se encuentra dividida en tres áreas anatomofuncionales diferentes: el área motora primaria, la corteza premotora y el área de Broca, las cuales se desarrollarán a continuación.

a) Área Motora Primaria

El área motora primaria (AMP) está situada en la circunvolución frontal ascendente, inmediatamente por delante de la cisura de Rolando, correspondiente al área 4 de Brodmann. Es el origen del fascículo córtico-espinal o vía piramidal, que inicia los movimientos voluntarios del lado opuesto del cuerpo, tras hacer sinapsis en las neuronas del tronco cerebral y de la médula espinal. El AMP tiene un mayor control sobre la actividad de los dedos de las manos y de los pies, los músculos faciales y los fonatorios. También alberga el homúnculo motor de Penfield (HMP), que es el centro de representación de las eferencias motoras de los órganos del cuerpo. El HMP tiene la peculiaridad de que al ser mayor el repertorio de movimientos que se realizan con las manos, con los músculos de la cara y con los músculos fonatorios, también dispone de una mayor superficie de

representación en el área motora primaria para dichas estructuras. La lesión del AMP provoca parálisis contralateral, con pérdida de la movilidad intencional de la zona afectada correspondiente, especialmente en las manos, y con la excepción de la cara, que tiene representación bihemisférica.

b) Corteza Premotora

La corteza premotora está situada delante del área motora primaria y es responsable de programar las secuencias que componen cada una de las acciones motoras intencionales. Su función consiste en generar, automatizar y archivar programas motores, facilitando la ejecución fluida de los movimientos voluntarios. Su lesión no provoca parálisis, aunque puede causar desorganización de los movimientos aprendidos, pérdida de la fluidez motriz, torpeza en la ejecución de movimientos y apraxia. Dentro de la corteza premotora se distinguen tres áreas funcionales: el córtex premotor, el área motora suplementaria (AMS) y los campos visuales de los ojos.

Respecto a la localización del córtex premotor, se sitúa en la cara externa de la zona anterior de los lóbulos frontales, mientras que el AMS se sitúa en las caras internas de ambos lóbulos frontales, por encima del cíngulo anterior. Ambos centros están especializados en la preparación de los programas motores que permiten realizar los movimientos voluntarios de forma ordenada y fluida.

Por otro lado, la neuroimagen funcional ha puesto de manifiesto una relativa disociación funcional, ya que el córtex premotor externo se muestra más activo durante el aprendizaje y la ejecución de patrones motores aprendidos, mientras que el AMS tiene mayor activación cuando se realiza evocación mental y aprendizajes motores implícitos (Peigneux et al., 2004).

Por último, los campos visuales de los ojos se sitúan en la cara interna de la zona anterior de los lóbulos frontales y son responsables del reflejo de convergencia binocular (reflejo sacádico), así como de los movimientos visuales voluntarios necesarios para el seguimiento y la búsqueda visual de objetos.

c) Área de Broca

El área de Broca (AB) es el principal centro del lenguaje expresivo y recibe dicha denominación en honor al neuroanatomista Paul Broca, que identificó por vez primera cuál

era la zona del cerebro encargada del lenguaje expresivo. Broca puso de manifiesto que la lesión de dicha área producía afasia expresiva, es decir, pérdida de capacidad para articular palabras y oraciones. El AB se localiza en el territorio del opérculo frontal, sobre la circunvolución frontal inferior izquierda.

Las funciones de dicha área se relacionan con el control de los aspectos fonológicos del habla, así como de coordinar los movimientos bucofonatorios implicados en el lenguaje oral. En más del 95% de las personas (la mayoría de los diestros y el 70% de los zurdos) el AB está situada en el hemisferio izquierdo (Portellano, 1992).

La zona homóloga de Broca, situada en el hemisferio derecho, no tiene competencias lingüísticas de tanta importancia como la del hemisferio izquierdo, pero aporta el componente prosódico al lenguaje expresivo, permitiendo la correcta entonación del lenguaje oral, así como la expresión de los aspectos emocionales y pragmáticos del habla.

Por último, la neuroimagen funcional ha puesto de manifiesto que las tareas de lenguaje expresivo de mayor complejidad (la asociación de palabras o la formación de categorías semánticas), no solo dependen del área de Broca, sino que también activan las áreas cinguladas de ambos lóbulos frontales.

II - EL ÁREA PREFRONTAL

La zona anterior del lóbulo frontal se denomina área prefrontal y es el centro más importante para la regulación de los procesos cognitivos del ser humano. Mantiene estrechas conexiones recíprocas con el resto del cerebro, pero no establece conexiones directas con áreas sensoriales o motoras primarias, por lo que sus lesiones no provocan parálisis ni trastornos sensorio-perceptivos graves.

Respecto a las conexiones córtico-frontales, permiten al área prefrontal recibir información de los restantes lóbulos cerebrales, integrándose y facilitando el plan de actuación a seguir. Teniendo en cuenta las conexiones córtico-subcorticales se establecen con el tálamo, el sistema límbico y los ganglios basales. Otro tipo de conexiones son las fronto-talámicas que regulan determinados procesos cognitivos como la memoria o el lenguaje. Por último, las

conexiones fronto-límbicas se realizan a través de las áreas orbitarias y permiten dotar de un adecuado componente emocional a los procesos cognitivos. De este modo, las relaciones que se establecen entre el sistema límbico y el área prefrontal permiten integrar la información interna y externa, facilitando la emisión de respuestas emocionales y afectivas adecuadas a cada contexto.

Para finalizar, las conexiones fronto-basales cumplen un papel primordial ya que se establecen entre la corteza prefrontal y los ganglios basales y están implicadas en la preparación, la ejecución y el control de los movimientos voluntarios una vez que el área premotora los ha aprendido suficientemente. Aunque no mantiene conexiones directas con el cerebelo, gracias al tálamo y a los ganglios basales, el córtex frontal también interactúa con éste, facilitando que el cerebelo realice el ajuste de precisión en los procesos de aprendizaje motor.

Es fundamental aclarar que el área prefrontal es la máxima expresión de la inteligencia humana, ya que asume la responsabilidad de coordinar los procesos cognitivos, así como de programar la conducta para lograr la toma de decisiones. Se distinguen en él las siguientes tres áreas funcionales:

- a) Dorsolateral
- b) Cingulada
- c) Orbitaria.

Todas ellas tienen en común el control de las funciones ejecutivas, aunque cada una tiene competencias específicas. Mientras que las áreas dorsolaterales y cinguladas guardan más relación con los procesos cognitivos y la actividad mental superior el área orbitaria tiene mayores implicaciones en el control y la regulación de los procesos emocionales. Seguidamente se detallarán las localizaciones y funciones de dichas áreas.

- a) Área Dorsolateral

El área dorsolateral se localiza en la zona rostral externa del lóbulo frontal, bajo el hueso frontal. Se especializa en las siguientes funciones: memoria operativa, organización temporal del comportamiento, razonamiento, formación de conceptos, generación de acciones voluntarias y flexibilidad mental. La realización de actividades duales de manera simultánea tiene

mayor dificultad y activa las áreas dorsolaterales de un modo más intenso.

El área dorsolateral es la zona de la corteza prefrontal que más se activa cuando se realizan actividades mentales de mayor complejidad (Rypma y D'Esposito, 1999).

b) Área Cingulada

El área cingulada se localiza en las caras internas de las áreas prefrontales, sobre la mitad anterior del fascículo cingulado. Su función se centra especialmente en los procesos motivacionales, el inicio de la actividad y el control de la atención sostenida. Es un área de especial relevancia en los procesos volitivos e intencionales del ser humano, incluido el lenguaje.

c) Área Orbitaria

El área orbitaria se sitúa en la base de ambos lóbulos frontales, por encima de las órbitas de los ojos. Está implicada activamente en la selección de objetivos y especialmente en el control de los procesos emocionales, gracias a las estrechas conexiones que establece con el sistema límbico. También está activamente implicada en la regulación del comportamiento ético y la autoconciencia.

Podemos concluir, teniendo en cuenta el libro *Neuropsicología Clínica* de los autores Alfredo Ardila y Mónica Rosselli (2007), que los lóbulos prefrontales cumplen una función central en la organización de la cognición o “metacognición”. O simplemente, en la organización de la actividad dirigida y consciente (Luria, 1963, 1973, 1974). Se dice que los lóbulos prefrontales participan también en el control ejecutivo de las diferentes formas de actividad psicológica (Baddeley, 1986; Stuss y Benson, 1986), por lo cual es común referirse a una función ejecutiva asociada con la actividad de las regiones prefrontales del cerebro; se enfatiza con esto su papel básico en la planeación, organización y control del lenguaje, la memoria, la percepción, y demás formas de actividad cognoscitiva (Benson, 1993).

En general, se puede afirmar que la actividad de los lóbulos prefrontales del cerebro se ha asociado con: 1) la programación de la actividad motora; 2) la

inhibición de respuestas inmediatas; 3) la abstracción; 4) la solución de problemas; 5) la regulación verbal del comportamiento; 6) la reorientación del comportamiento de acuerdo con las consecuencias comportamentales; 7) la adecuación de la conducta a las normas sociales; 8) la habilidad para diferir el refuerzo; 9) la integración temporal de la conducta; 10) la integridad de la personalidad, y 11) la prospección de la conducta (Ardila, 1984; Benson, 1993; Damasio y Anderson, 1993; Fuster, 1989; Hécaen, 1964; Luria, 1966, 1970, 1973, 1974, 1980; Novoa y Ardila, 1987; Perecman, 1987; Pribram, 1973; Stuss y Benson, 1983, 1984, 1986, 1987).

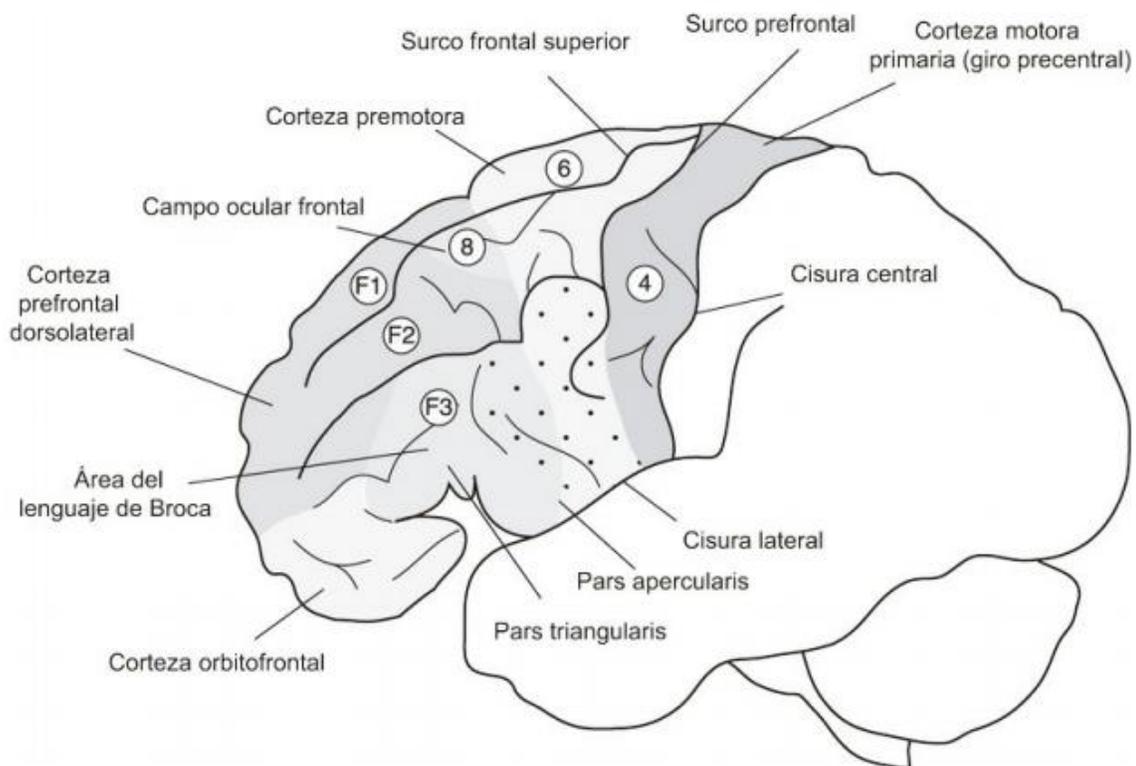


FIGURA 3: Vista lateral de la corteza frontal en la que se indican los giros, surcos y áreas funcionales.

Fuente de la imagen: Boutros, N., Clark, D. & Mendez, M. (2012). *El cerebro y la conducta. Neuroanatomía para psicólogos.*

TABLA 1

Divisiones anatómicas y funcionales del lóbulo frontal. Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en niños. ENFEN.

Área Anatomofuncional		Divisiones	Funciones
Corteza motora	Área Motora Primaria		Inicio de las acciones intencionales en el lado opuesto del cuerpo. Zona de representación del homúnculo motor.
	Corteza premotora	Córtex premotor (externo)	Aprendizaje, programación y archivo de las secuencias que intervienen en la realización de movimientos voluntarios. Está más especializado en el aprendizaje motor explícito.
		Área motora suplementaria (interna)	Aprendizaje, programación y archivo de las secuencias que intervienen en la realización de movimientos voluntarios. Está más especializado en el aprendizaje motor implícito.
		Campos visuales de los ojos (internos)	Control de los movimientos reflejos y voluntarios de los ojos.
	Área de Broca		Articulación y fonación de palabras. Escritura.
Área prefrontal		Área dorsolateral	Funciones ejecutivas: <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad mental. • Formación de conceptos. • Planificación de tareas. • Organización temporal. • Razonamiento. • Memoria operativa. • Capacidad para inhibir. • Ejecución dual de tareas.
		Área cingulada	Funciones ejecutivas: <ul style="list-style-type: none"> • Motivación. • Intencionalidad para iniciar actividades. • Atención sostenida.
		Área orbitaria	Funciones ejecutivas: <ul style="list-style-type: none"> • Regulación emocional. • Sentido ético. • Autoconciencia.

1.6 Desarrollo cognitivo

Tradicionalmente se pensaba que el desarrollo de las FE no se iniciaba hasta los seis años, pero actualmente contamos con suficientes evidencias para constatar que las capacidades cognitivas que forman la base de las funciones ejecutivas aparecen antes de dicha edad. Las técnicas de neuroimagen funcional han confirmado que el desarrollo de las FE finaliza en la segunda década de vida, lo que se ha denominado "cerebro ejecutivo". El desarrollo cognitivo de los distintos componentes que integran las funciones ejecutivas no es lineal, y se produce de modo paralelo a las modificaciones neuroanatómicas del área prefrontal.

Por ende, teniendo en cuenta el artículo denominado "Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años", cuyos autores son Gina Paola Fonseca Estupiñán, Lucía Carlota Rodríguez Barreto y Javier Humberto Parra Pulido (2016), el desarrollo de las FE se da de manera jerárquica y discontinua, de manera que algunas de estas lo hacen de forma más temprana respecto a otras y en distintos periodos del ciclo vital. Las que se presentan en los primeros meses de vida, son las del desarrollo de las representaciones mentales, seguido de un periodo de 5 años en el que se destacan la memoria de trabajo, la inhibición, el control atencional y la autorregulación; de los 6 a los 9 años aproximadamente, se inician otras etapas en este desarrollo, mediante la consolidación de habilidades como la flexibilidad cognitiva, fijación de metas y el procesamiento de la información, reforzando a su vez, las habilidades anteriormente adquiridas. Posteriormente, en la adolescencia, se incrementa la capacidad de planificación, memoria prospectiva y la fluidez verbal, observando ya para esta edad, una organización en las funciones cognitivas similares a las de los adultos.

A continuación, se especificarán los cambios que se llevan a cabo en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas teniendo en cuenta periodos de edades aproximados.

A) Periodo de 0-4 años

El desarrollo del sistema ejecutivo en niños durante este intervalo de edad es menos intenso que en etapas posteriores, como consecuencia del menor grado de activación y desarrollo que presentan las áreas asociativas del cerebro. Se empiezan a manifestar algunos esbozos de las funciones ejecutivas durante el primer año de vida, ya que los bebés de 6 meses pueden recordar algunas representaciones simples, mientras que a los 8 meses

pueden mantener información en línea que no se encuentra visible y al año es capaz de suprimir respuestas dominantes. A los 18 meses se inicia la capacidad para inhibir, expresándose con formas simples de control inhibitorio. A los dos años el niño empieza a ser capaz de mantener y manipular la información, en coordinación con la capacidad para inhibir sus respuestas, lo que le permite realizar un relativo control sobre su conducta. A los dos años los niños pueden representar una regla de forma arbitraria. A los tres pueden representar ya varias reglas y a partir de los cuatro años de edad, se realiza un proceso de integración que permite dirimir reglas que puedan entrar en conflicto, o que son incompatibles entre sí. A partir de los 3 años surgen capacidades como la flexibilidad mental y la capacidad para orientarse en el futuro. Empleando tareas del tipo "go-no go", a los 4 años los niños presentan capacidad para inhibir su respuesta, pero de forma rudimentaria.

B) Periodo de 5-12 años

El periodo más álgido de desarrollo de los componentes que integran las funciones ejecutivas ocurre entre los seis y los ocho años. En este lapso los niños adquieren la capacidad de autorregular sus comportamientos y conductas, pueden fijarse metas y anticiparse a los acontecimientos, sin depender de las instrucciones externas, aunque todavía persiste cierto grado de impulsividad, así como dificultades para la programación. A partir de los 5 años el niño desarrolla las habilidades cognitivas que constituyen el núcleo de las funciones ejecutivas, siendo capaz de mantener, manipular y transformar la información con el objetivo de autorregular y adaptar su conducta a los cambios del entorno. A los 7 años ya se dispone de tres componentes básicos de las funciones ejecutivas: flexibilidad cognitiva, capacidad de inhibición y memoria operativa (Diamond, 2006). Hay que hacer referencia al desarrollo del lenguaje interior, como elemento de gran importancia para el desarrollo de las funciones ejecutivas y la memoria operativa, siendo un proceso que se desarrolla más activamente a partir de los 7 años. La metacognición inicia su aparición alrededor de los 6 años y debe estar totalmente desarrollada en la adolescencia, para garantizar una adecuada modulación conductual.

C) Periodo de 12 - 20 años

A medida que avanzan los procesos de autorregulación e inhibición, se empiezan a desarrollar dos componentes importantes de las funciones ejecutivas, como son la capacidad de planificación y la memoria prospectiva, de tal manera que a los 12 años se alcanzan niveles equiparables con los del adulto. Por lo general, los niños de esta edad ya

tienen una organización cognoscitiva muy cercana a la que se observa en los adultos. La función reguladora del lenguaje (lenguaje interior) continúa consolidándose, junto con los restantes componentes de las FE, para facilitar la aparición de las operaciones lógicas formales. La consolidación de las funciones ejecutivas como elemento rector de los procesos cognitivos no se consigue hasta el final de la segunda década de vida, en torno a los 20 años.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se considera de vital importancia explicitar los componentes neuroanatómicos que intervienen en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas, ya que son la base esencial para el adecuado funcionamiento de dichas funciones.

1.7 Modificaciones neuroanatómicas

Desde el punto de vista neurológico es posible afirmar que el desarrollo de los lóbulos prefrontales es reciente en la filogenia (véase figura 4), y su maduración es tardía durante la ontogenia. Al momento del nacimiento, la diferenciación celular está incompleta; a los cuatro años aún no se ha terminado la división en capas, y la piramidalización de las áreas 9 y 10 es incompleta (Stuss y Benson, 1986). La maduración morfológica sólo se alcanza alrededor de la pubertad e incluso más tarde (Yakovlev, 1962).

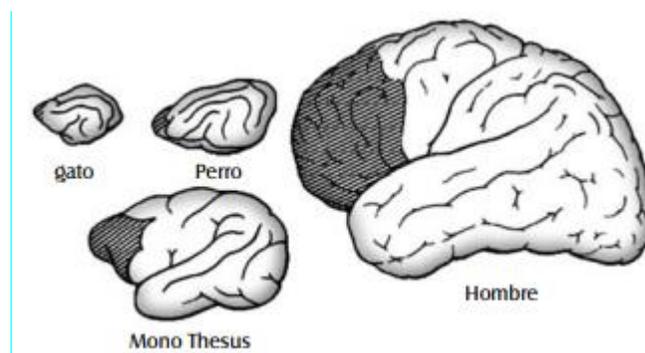


FIGURA 4: Evolución de la corteza prefrontal

Fuente: Neuropsicología Clínica, Ardila, A. & Rosselli, M. (2007, p. 192).

Se ha intentado correlacionar la maduración cortical con el desarrollo cognoscitivo. Thatcher et al., (1987) describieron, al utilizar medidas electroencefalográficas, cinco estadios en el desarrollo de los hemisferios cerebrales: A nivel general; el primero, que se

prolonga desde el nacimiento hasta los tres años de edad, está representado por cambios topográficamente difusos. De los cuatro a los seis años, hay cambios a nivel fronto-temporal izquierdo y frontal derecho. El tercer estadio de maduración se extiende de los ocho a los 10 años, e incluye la conexión de las regiones temporales y frontales del hemisferio derecho. El cuarto y el quinto estadios se presentan entre los 11 y los 14 años, y de los 15 a la adultez, siendo de naturaleza bilateral e involucrando primariamente los lóbulos prefrontales. Las regiones prefrontales representan por lo tanto las áreas cerebrales de maduración más tardía. Para muchos autores estos cambios coinciden muy bien con las diferentes etapas en el desarrollo cognoscitivo que describe la psicología.

Por lo tanto, atendiendo a las investigaciones, la gestación de las funciones ejecutivas exige intensas transformaciones neuroanatómicas en el cerebro, que incluyen múltiples procesos que afectan al crecimiento dendrítico, crecimiento celular, producción de mielina, establecimiento de nuevas rutas sinápticas y activación de sistemas neuroquímicos.

Los cambios graduales en la morfología y fisiología de las áreas frontales y sus conexiones, se asocian con la emergencia de diversas FE. Específicamente, se ha sugerido que el incremento de las capacidades ejecutivas está estrechamente relacionado con el fortalecimiento de las conexiones sinápticas, la mielinización y poda sináptica.

A continuación, se detallarán los principales hitos neuroanatómicos que darán las bases para el desarrollo de las FE como manifestaciones cognitivas –conductuales, clínicamente conocidas.

El recién nacido tiene un escaso desarrollo de las áreas asociativas del córtex cerebral, de las que el área prefrontal forma parte como principal coordinador de la actividad cognitiva. La actividad metabólica del área prefrontal durante el primer año de vida es muy escasa y se irá incrementando paulatinamente a lo largo de la infancia. El desarrollo del cerebro durante los primeros meses de vida sigue estas pautas:

- a) Se mielinizan antes las áreas primarias que las áreas de asociación. La mielinización y la poda sináptica son los dos eventos que se consideran máximos responsables de la maduración cerebral. La mielinización contribuye a mejorar la funcionalidad del cerebro, en tanto produce un incremento en la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos. La sustancia blanca de los lóbulos frontales, es una de las últimas áreas en mielinizarse. En esta región, la cantidad de materia blanca aumenta linealmente de los 4 a los 13 años, aunque su proceso de

mielinización no se completa totalmente hasta la edad adulta. Se piensa que este fenómeno madurativo desempeña un papel crucial en el desarrollo de las FE en el niño, asociándose con un incremento en la velocidad de conducción de los impulsos nerviosos entre las conexiones de la corteza prefrontal y otras regiones del cerebro.

En la infancia se observa un fenómeno de inervación polineural, es decir, un exceso de conexiones sinápticas en el niño, no todas funcionales. Por eso, es necesaria una poda que elimine selectivamente las sinapsis menos relevantes. En la corteza prefrontal el proceso de poda es continuo de los 5 a los 16 años, lo que conduce a una disminución de la densidad sináptica y cambios en la sustancia gris durante la infancia y la adolescencia. Según Giedd et al. (1999) “el volumen de la sustancia gris en el área frontal aumenta hasta la adolescencia, etapa en la cual alcanza su techo y a partir de ese momento disminuye en la post-adolescencia y en la edad adulta”. La eliminación selectiva de conexiones sinápticas es un proceso fundamental en el desarrollo cognitivo de los niños. Sowell, Thompson, Tessner y Toga (2001) han informado una “relación entre los cambios en la sustancia gris frontal y la evolución en la ejecución de tareas cognitivas de los 7 a los 16 años”.

Según lo manifestado por Portellano - Pérez:

Paralelamente a estos fenómenos madurativos, se observan cambios en el metabolismo cerebral de la glucosa. En el recién nacido el metabolismo del área frontal es muy bajo. Recién entre los 6 y 8 meses de edad, se registra un incremento de la tasa metabólica en la corteza prefrontal lateral y medial. A partir de este momento, el metabolismo cerebral continúa aumentando, a los 2 años alcanza el valor adulto y entre los 3-4 años registra su valor máximo, el cual supera en más del doble al del adulto. Esta alta tasa metabólica se mantiene hasta los 9 años, luego declina y retorna al valor adulto en la segunda década de la vida. Algunos autores señalan que el incremento del metabolismo en los lóbulos frontales, se da de un modo discontinuo, observándose tres picos intensos de activación entre los 4-8

años, los 10-12 años y posteriormente, entre los 16-19 años (Portellano Pérez, 2005).

Como puede notarse los cambios en los lóbulos frontales y sus conexiones prosiguen en la niñez tardía y en la adolescencia. La maduración morfológica del córtex prefrontal se alcanza en la pubertad, pero los cambios cuantitativos y cualitativos continúan en años posteriores.

Este período se caracteriza por un incremento lineal en la sustancia blanca y una disminución no lineal en la sustancia gris. Las ganancias en la materia blanca se asocian con un procesamiento más rápido y eficiente de la información en la red fronto-estriada y una comunicación más refinada entre el córtex prefrontal y otras regiones corticales.

Los picos en la reducción de la materia gris ocurren luego de la pubertad y en la transición de la adolescencia a la adultez, y se asocian con la especialización de las redes neurales involucradas en el funcionamiento ejecutivo. Por otra parte, se han informado cambios en las conexiones interhemisféricas, en el metabolismo cerebral, en los mecanismos de neurotransmisión y hormonales. Especialmente, en esta etapa el incremento en la secreción de las hormonas gonadales desempeña un efecto organizativo en los mecanismos neurales que sustentan el procesamiento cognitivo (Hughes, 2011).

“En consonancia con estos cambios químicos, el incremento de dopamina y serotonina, y una modificación en la biosíntesis de los neurotransmisores y péptidos, afectan el funcionamiento cognitivo, asociándose con ganancias en las FE en la adolescencia” (Tau & Peterson, 2010).

En conjunto, todos estos cambios se coligan con mejoras significativas en control inhibitorio, memoria de trabajo, en la toma de decisiones atención selectiva y resolución de problemas.

- b) Se desarrollan antes las capacidades sensitivo-motoras, que las capacidades cognitivas, entre las que se encuentran incluidas las funciones ejecutivas.
- c) El proceso madurativo del cerebro tiene una dirección postero-anterior: se inicia en el polo occipital y finaliza en el lóbulo frontal, siendo el área prefrontal el final de trayecto del proceso madurativo.

Portellano Pérez y Javier García Alba (2014) señalan que el desarrollo de las funciones cognitivas asociadas a la corteza prefrontal depende no sólo de la maduración de ésta, sino también de la maduración de otras regiones y de las conexiones existentes entre éstas y la primera. La corteza prefrontal tiene conexiones cortico-corticales con la corteza asociativa y paralímbica, y también con regiones subcorticales (ganglios basales, tálamo, hipocampo). Además, existen conexiones con núcleos reticulares localizados en el tronco cerebral. Toda esta vasta red de conexiones permite que la corteza prefrontal monitorice la información, con el fin de controlar y regular el comportamiento.

Por lo tanto, es posible resumir que, el área prefrontal es el principal territorio asociativo de la corteza cerebral y ocupa aproximadamente el 30% de la corteza cerebral. Ocupa la parte anterior de los lóbulos frontales del cerebro y se ubica por delante de las áreas motoras y premotoras. Es una zona con una aparición filogenética más reciente, que en los humanos tiene un desarrollo mucho mayor que en cualquier otra especie. Se relaciona con la realización de actividades intencionales complejas, operaciones formales, conducta social, toma de decisiones y juicio ético y moral y adecuación del comportamiento social. “El conjunto de actividades funcionales que lleva a cabo el área prefrontal recibe la denominación de funciones ejecutivas”. (Portellano Pérez & Javier García Alba, 2014).

1.8 Componentes de las Funciones Ejecutivas

Las funciones ejecutivas no son un sistema unitario, sino que están constituidas por diversos módulos o componentes. La rehabilitación de cualquiera de dichos componentes también redundaría en otros módulos diferentes.

Un modelo con frecuencia referido en el estudio del desarrollo de las funciones ejecutivas es el originalmente propuesto por Stuss y Alexander, y retomado por Anderson. Este modelo propone la existencia de cuatro componentes:

- Control atencional: a su vez, incluye la atención selectiva, autorregulación, supervisión e inhibición.

- Procesamiento de información: incluye sus componentes de eficiencia, fluidez y velocidad de procesamiento.
- Flexibilidad cognitiva: contiene atención dividida, memoria de trabajo, transferencia conceptual y retroalimentación.
- Establecimiento de metas: incluye iniciativa, conceptualización, planificación, así como la organización de estrategias.

De acuerdo con Anderson:

Cada dominio de este modelo se considera como independiente, se relaciona con un sistema frontal específico y puede ser determinante en la variabilidad de los perfiles del desarrollo ejecutivo. Al mismo tiempo, los cuatro componentes operan de manera interrelacionada e interdependiente sobre la ejecución de tareas, y juntos pueden conceptualizarse como un sistema superior de control.

La diversidad de subcomponentes del funcionamiento ejecutivo ha dado lugar a diferentes sistemas de clasificación:

Frías o cálidas

Algunos autores hablan de funciones frías y cálidas (Hongwanishkul, Happaney, Lee, & Zelazo 2005; Metcalfe & Mischel, 1999; Zelazo & Müller, 2002), de acuerdo a la implicancia o no del procesamiento emocional. Las funciones frías se asocian con la actividad de la corteza prefrontal dorsolateral, son las involucradas en el razonamiento y el procesamiento cognitivo de información abstracta, como por ejemplo la memoria de trabajo, la planificación. Las funciones cálidas serían las implicadas en el tratamiento de la información emocional que proviene de la subcorteza y tiene su principal representación en la zona órbita frontal. Dentro de las FE cálidas se incluyen el control de los impulsos, la toma de decisiones y el reconocimiento de la perspectiva de otro.

Dinámicas o estratégicas

Esta clasificación distingue entre FE dinámicas y estratégicas en base a su participación específica en la consecución de metas (Huettel, Martin, Jurkowski, & Mc Carthy, 2004). Las estratégicas son aquellas que están dirigidas a una meta, se relacionan con la iniciación

de un tipo de respuestas y la consecución de una meta. Las dinámicas son las responsables del control activo y transitorio de una actividad en desarrollo, garantizando la flexibilidad del comportamiento durante la actividad en ejecución.

Bases neuroanatómicas

Esta clasificación asume que determinadas divisiones funcionales de la corteza prefrontal, y sus conexiones con otras regiones corticales y subcorticales, presentan una asociación más robusta con determinados procesos ejecutivos, los cuales son relativamente independientes y dissociables entre sí (Verdejo-García & Bechara, 2010). Hallazgos en base a estudios de neuroimagen funcional, han dado apoyo a este postulado (i.e. Aron, 2008). Sin embargo, resulta importante señalar que esta postura no es una nueva frenología, sino que presenta una imagen compleja del funcionamiento ejecutivo, en la cual una tarea activa un conjunto de redes neurales que actúa concertadamente para el logro del objetivo propuesto.

Por ende, el sistema ejecutivo guarda una relación más estrecha con actividades intencionales, novedosas y no rutinarias, que exigen inhibir las respuestas habituales, requieren planificación y toma de decisiones y precisan la utilización de flexibilidad mental y atención sostenida. Las funciones ejecutivas son necesarias para programar las acciones dirigidas al logro de un objetivo de un modo eficiente y para resolver problemas complejos, ya que gracias a su carácter supramodal son capaces de supervisar el resto de las áreas de la corteza cerebral y organizar la conducta humana.

Una comparación útil para comprender mejor dicho funcionamiento, es equiparar las funciones ejecutivas a un consejo de gobierno que integra todas las informaciones disponibles en la corteza cerebral para generar un plan de acción, decidiendo las actuaciones a seguir en cada momento y activando o inhibiendo aquellas actuaciones inadecuadas.

En conclusión, el funcionamiento ejecutivo es el conjunto de capacidades que nos permiten transformar nuestros pensamientos en decisiones, planes y acciones, consiguiendo un mejor grado de adaptación a nuestro entorno. Cuando llevamos a cabo una actuación dirigida al logro de un objetivo es necesario poner en juego diversas estrategias, las cuales constituyen la esencia de las funciones ejecutivas (tabla 2). De esta manera, “las FE se convierten en el sistema organizador del comportamiento humano”. (Dubois et al, 1994; Portellano, 2005a).

Tabla 2

Estrategias incluidas en las FE para programar la conducta

Capacidad de tomar decisiones y planificar conductas dirigidas a metas.
Selección adecuada de objetivos.
Programación de las secuencias y de las actividades necesarias para alcanzar dichos objetivos.
Selección de las estrategias necesarias para iniciar un determinado plan de acción y capacidad para mantener dicho plan durante su ejecución.
Inhibición de la distracción, evitando la interferencia de los estímulos irrelevantes.
Monitorización de la puesta en marcha del plan de acción para comprobar su ajuste al objetivo y a las estrategias inicialmente propuestas.
Flexibilidad para corregir errores y modificar o incorporar conductas nuevas en función de las contingencias que vayan surgiendo mientras se desarrolla el plan de acción dirigido al logro de un determinado objetivo.
Capacidad para mantener un pensamiento alternativo que permita el cambio de estrategias de modo flexible si la situación lo requiere, para asegurarse el logro de la meta propuesta.
Capacidad prospectiva, valorando qué consecuencias tendrá nuestra actuación sobre el resultado final de nuestra conducta.
Capacidad para regular la intensidad, el costo energético y el tiempo empleado en el transcurso de la actuación ("timing").
Capacidad para valorar el grado de éxito o de fracaso en el cumplimiento de metas.

Podemos concluir que las funciones ejecutivas hacen posible la puesta en marcha de todas estas estrategias gracias a un conjunto de procesos interdependientes diferentes que se describen a continuación y que se pueden observar de modo resumido en la siguiente tabla:

Tabla 3

Principales procesos incluidos en las FE

Memoria prospectiva	Inteligencia fluida
Memoria operativa	Formación de nuevos conceptos
Metacognición	Abstracción
Motivación	Razonamiento
Fluidez verbal	Pensamiento divergente
Regulación emocional	Creatividad
Empatía	Regulación atencional
Autoconciencia	Flexibilidad mental
Comportamiento ético	Memoria del contexto
Interacción social	

A continuación, se describen algunos componentes del funcionamiento ejecutivo:

Control inhibitorio

Es un constructo multidimensional que trata de explicar una serie de operaciones mentales tendientes a suprimir una conducta inapropiada, o una tendencia atencional hacia estímulos no relevantes o distractores que pueden interferir en la resolución deliberada de un problema (Friedman & Miyake, 2004). El control inhibitorio está constituido por diferentes aspectos dissociables entre sí. La mayoría de los expertos en el tema señalan que puede subdividirse en: inhibición conductual e inhibición de la atención (Barkley, 1998; Diamond, 2013; Friedman & Miyake, 2004).

La inhibición conductual comprende detener una respuesta dominante, suprimir una respuesta en curso y el cambio de un patrón de respuesta a otro (Barkley, 1998; Diamond, 2013). La inhibición de la atención implica inhibir estímulos irrelevantes optimizando los procesos de focalización, sostenimiento y cambio atencional (Barkley, 1998; Verbruggen, Liefoghe, & Vandierendonck, 2006; Wright & Diamond, 2014). Uno de los procesos clave en el cambio atencional es el control de la interferencia, el cual involucra procesos de atención selectiva e inhibición cognitiva (Diamond, 2013), necesario para la resolución de tareas que implican dirimir conflictos entre estímulos competitivos. La inhibición de la atención posibilitaría entonces, suprimir la activación, el procesamiento o la expresión de

información que potencialmente pueden interferir con el logro de una meta (Christ, Steiner, Grange, Abrams, & White, 2006).

Estudios con neuroimágenes han permitido establecer circuitos neuronales específicos para cada subproceso del control inhibitorio. La inhibición conductual se ha estudiado clásicamente con el paradigma Go/No Go 2. Los estudios con neuroimágenes han asociado la respuesta de inhibición con el córtex cingulado anterior, el córtex prefrontal dorsolateral, el lóbulo parietal inferior, el núcleo caudado, el núcleo accumbens y las regiones orbitofrontales (Karch & Mulert, 2010). El cambio de un patrón de respuesta a otra, involucraría áreas posteriores de la corteza prefrontal dorsolateral y la corteza premotora inmediatamente posterior (Capilla et al., 2004). La inhibición de la atención se ha estudiado con el paradigma Stroop³, observándose que estaría asociada con la parte derecha de la región prefrontal anterior y ventrolateral (Barkley, 1998) y con la corteza prefrontal inferior del hemisferio izquierdo (Capilla et al., 2004).

Memoria de trabajo

La memoria de trabajo se refiere a la capacidad de mantener activa (on line) la información en la mente, incluyendo estructuras representacionales complejas, manipularla y actuar en base a ella (Davidson, Amsoa, Anderson, & Diamond, 2006; Diamond, 2013). Permite mantener la información on line más allá de las distracciones o a pesar de estar realizando otra tarea. Dicha información puede ser nueva o recuperada de la memoria a largo plazo. La manipulación de la información puede involucrar diversos procesos tales como organizar la información en base a características preceptuales o conceptuales, relacionar los distintos elementos, separar y recombinar los elementos en formas novedosas, etc. La memoria de trabajo hace posible recordar planes, instrucciones de otros, permite considerar alternativas, hacer cálculos mentales, establecer conexiones entre estímulos, realizar múltiples tareas a la vez, comprender textos y realizar aprendizajes.

Respecto a los tres componentes que en ella distinguen (Baddeley & Hitch, 1974) – bucle fonológico, agenda visuoespacial y ejecutivo central –, el primero es el encargado de mantener y manipular sonidos o palabras; la agenda visuoespacial es la responsable de actualizar y manipular información visuoespacial; el ejecutivo central es el sistema atencional encargado de supervisar la integración de la información y de coordinar ambos sistemas. Posteriormente, este concepto se extendió al buffer episódico el cual es el encargado de mantener on line imágenes que integran información fonológica, visual,

espacial y otros tipos de información no cubiertos en los otros sistemas (i.e. información musical). Sería el encargado de mantener e integrar la información en una representación unitaria. El córtex prefrontal dorsolateral, el giro frontal inferior, el córtex cingulado anterior, regiones temporo-parietales se han asociado con el proceso de memoria de trabajo (Karch & Mulert, 2010).

Flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva compromete la habilidad de cambiar la atención de un paradigma perceptual a otro, adaptar la actividad mental y el comportamiento de acuerdo con las demandas del ambiente. Permite considerar una situación desde una perspectiva nueva o diferente, cambiar entre perspectivas, ajustarse rápidamente al cambio en función de las demandas o prioridades (Diamond, 2013). La flexibilidad cognitiva es una habilidad compleja que involucra control inhibitorio, memoria de trabajo, atención selectiva, cambio atencional y habilidad de generar hipótesis (Diamond, 2013; Fine et al., 2009). Además, involucra la capacidad de identificar o formar conceptos, vale decir la habilidad de reconocer características esenciales compartidas entre estímulos u objetos y establecer relaciones entre ellos. Estas relaciones pueden basarse en las características perceptuales de los objetos (i.e. color, forma, tamaño) o en características más abstractas o conceptuales (i.e. seres vivos vs. inertes).

Tradicionalmente, ha sido investigada con el WCST cuya tarea implica clasificar un conjunto de cartas de acuerdo con una serie de criterios, tales como el color, la forma, la cantidad. No se le brinda al sujeto la instrucción de cómo debe agrupar las cartas, solamente se otorga un feedback sobre su desempeño, a partir del cual el deberá deducir qué criterio aplicar. Estudios con neuroimágenes señalan que durante la realización del WCST se activan áreas de los lóbulos frontales, regiones temporales y parietales. Específicamente, el cambio de reglas se ha asociado con la activación del área prefrontal inferior (Fine et al., 2009; Karch & Mulert, 2010).

Monitoreo

El monitoreo hace referencia a la capacidad de controlar y ajustar dinámicamente el comportamiento en función a los cambios del ambiente, incluye la capacidad de detectar los errores y consecuente ajuste del comportamiento en vistas a reforzar el comportamiento adaptativo. Incluye también la capacidad de anticipar e inhibir respuestas. Estudios con EEG y fMRI señalan que la detección de errores y el monitoreo del conflicto, en tareas

Go/No Go, se asocia con la activación del córtex cingulado anterior. La respuesta de anticipación se ha relacionado con la activación de redes neurales del córtex prefrontal involucradas en el proceso de control top - down sobre otras funciones cognitivas necesarias para ejecutar la tarea, como atención, procesamiento sensorial o preparación motora (Karch & Mulert, 2010).

Planificación

La planificación es un proceso cognitivo de alto orden implicado en la resolución de problemas e involucra la capacidad para identificar una meta, secuenciar y organizar los pasos necesarios para alcanzarla, anticipar consecuencias, construir y evocar un mapa mental que sirva para dirigir la acción al logro del objetivo propuesto (Díaz et al., 2012; Pennequin, Sorel, & Fontaine, 2010). Permite concebir un cambio a partir de las circunstancias presentes, realizando un acercamiento organizado, estratégico y eficiente a la tarea propuesta (Anderson, 2002). Es una habilidad compleja que requiere de un buen control de los impulsos, atención sostenida, organización, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y monitoreo (Lezak, 1982). La planificación se evalúa a través de diferentes tests, entre ellos los tests de torres (i.e. Torre de Londres, Torre de Hanoi, Pirámide de México) y los tests de laberintos (i.e. Test Laberintos de Porteus). Estudios con neuroimágenes han permitido observar que, mientras los sujetos realizan este tipo de tareas, se activa el córtex prefrontal dorsolateral derecho (Ulterrainer et al., 2004). Específicamente, en la resolución de laberintos mentales se ha observado la activación de redes neurales que involucran áreas visuales, parietales, áreas corticales y subcorticales motoras y, principalmente, áreas bilaterales del córtex prefrontal (Kirsch et al., 2006).

Organización

La capacidad de organización es una función ejecutiva que contribuye con la habilidad de elaborar un plan de trabajo, en tanto implica ordenar la información de manera adecuada y jerarquizarla en función de un plan previsto (Anderson, 2002). Además, involucra la capacidad de identificar ideas o conceptos generales durante el proceso de aprendizaje o la comunicación de información oral o escrita (Arroyo, Korzeniowski & Espósito, 2014). La habilidad para organizar información compleja se vuelve cada vez más importante cuando se incrementa la demanda de un comportamiento independiente, ya que implica establecer y mantener un orden cuando se realiza una actividad y llevar a cabo una tarea de una manera sistemática (Gioia & Isquith, 2004). Generalmente, la capacidad de organización se

describe como un subproceso de la habilidad de planificación, existiendo pocos instrumentos de evaluación que permitan valorarla de manera específica. Entre estos instrumentos se encuentra el Behavior Rating Inventory of Executive Functions (BREIF) que proporciona una subescala para medir habilidades de organización en niños (Gioia & Isquith, 2004) y los sistemas de puntuación cualitativa de la Figura Compleja del Test Rey (i.e. Anderson, Anderson & Garth, 2001). Existen pocos estudios que hayan explorado el sustrato neuroanatómico de las habilidades de organización. Dificultades en la realización de tareas de organización espacial se han asociado con pacientes que presentan lesiones cerebrales en los lóbulos frontales o en el área parieto-occipital (Lezak 1982).

Fluidez

La fluidez verbal hace referencia a la habilidad de generar la mayor cantidad de palabras en un cierto período de tiempo de acuerdo con un criterio semántico o fonético. El desempeño en tests de fluidez semántica se ha asociado con la activación del córtex prefrontal dorsolateral (DLPCC) y córtex cingulado anterior (ACC), la parte inferior del córtex prefrontal, el tálamo y el córtex superior parietal (Karch & Mulert, 2010).

En suma, las funciones de control cognitivo son procesos distintivos, pero que actúan de manera interrelacionada posibilitando un comportamiento autorregulado, flexible y adaptativo (Diamond, 2013). Estudios con neuroimágenes señalan que diferentes redes neurales estarían involucradas en las diferentes funciones ejecutivas (Karch & Mulert, 2010), no obstante, la interrelación entre los componentes se hace evidente en el reclutamiento de redes neuronales compartidas entre los diferentes procesos.

Por último, Adele Diamond, en su artículo denominado Executive Functions (2013), propone que dichas habilidades posibilitan la manipulación mental de diversas ideas; tomarse el tiempo de pensar antes de actuar; enfrentar cambios novedosos e inesperados; resistirse a las tentaciones; y mantenerse enfocado. Sostiene que las principales Funciones Ejecutivas a tener en cuenta son tres:

1. Control inhibitorio.
2. Flexibilidad Cognitiva.
3. Memoria de Trabajo.

Usar las funciones ejecutivas requiere cierto esfuerzo ya que es más fácil seguir haciendo lo mismo antes que cambiar, más fácil caer en la tentación antes que resistirla y es más fácil actuar en “piloto automático” que considerar lo que debería hacerse.

De las principales Funciones Ejecutivas, se desprenden otras de orden superior, tales como razonamiento, resolución de problemas y planificación (Collins y Koechlin 2012, Lunt et al. 2012).

A modo de síntesis, las FE son habilidades esenciales para la salud mental y física; para el éxito en el desempeño académico y en la vida; y para el desarrollo cognitivo, social y psicológico.

1.9 Evaluación de las Funciones Ejecutivas

A partir de lo manifestado en el Manual ENFEN (Portellano Pérez, 2009), donde se realiza una recapitulación histórica del tema, es posible señalar algunos de ellos como los más destacados. Durante la Segunda Guerra Mundial se empezaron a desarrollar pruebas neuropsicológicas especialmente diseñadas para evaluar el lóbulo frontal y las funciones ejecutivas, si bien es cierto que inicialmente solo estaban diseñadas para adultos. En general se trata de instrumentos de aplicación sencilla y que son muy sensibles a las lesiones prefrontales. Las más utilizadas son el Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST; Grant y Berg, 2001), la Torre de Hanoi, los Test de Fluidez Verbal, las tareas Go / No go, el Test de Colores y Palabras (Stroop; Golden, 2007), el Test de Laberintos de Porteus (Porteus, 2006), el Trail Making Test (TMT), tareas de Fluidez de Diseños y la "Gambling Task". La capacidad para resolver con éxito estas pruebas se va fraguando a lo largo de la infancia, considerándose que a los 12 años ya es posible realizar todas ellas con un nivel de éxito similar al de los adultos (Portellano, 2005). En la tabla 4 se resume el significado funcional de cada una de estas pruebas.

Tabla 4

Significado funcional de las principales pruebas empleadas para evaluar las funciones ejecutivas

Prueba	Significado Funcional
Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (WCST)	<ul style="list-style-type: none">• Formación de conceptos.• Capacidad para cambiar la estrategia cognitiva. Adaptándose a eventuales modificaciones.• Razonamiento abstracto.• Flexibilidad mental.• Atención sostenida.• Atención alternante.• Memoria prospectiva.
Fluidez verbal	<ul style="list-style-type: none">• Riqueza del lenguaje expresivo.• Amplitud de vocabulario.• Memoria verbal.• Inteligencia cristalizada.• Memoria semántica.• Memoria de trabajo.
Torre de Hanoi	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de secuenciación, planificación y previsión de conductas.• Flexibilidad mental.• Habilidad para desarrollar y mantener estrategias de solución de problemas adecuadas al logro de un objetivo.• Capacidad para descomponer un problema global en diferentes submetas.• Capacidad para descubrir las reglas de transformación.• Capacidad de estructuración y orientación espacial.• Capacidad de abstracción.• Memoria prospectiva.• Memoria operativa.• Coordinación motora.
Tareas Go / No go	<ul style="list-style-type: none">• Capacidad de inhibición.• Control de la impulsividad.• Atención sostenida.• Resistencia a la interferencia.• Flexibilidad mental.• Fluidez cognitiva.
Stroop	<ul style="list-style-type: none">• Atención sostenida.• Atención selectiva.• Capacidad de inhibición.• Resistencia a la interferencia.

Prueba	Significado Funcional
Potenciales evocados	<ul style="list-style-type: none"> • Procesamiento atencional. • Atención sostenida. • Fluidez cognitiva. • Madurez para el aprendizaje.
Construcción de laberintos	<ul style="list-style-type: none"> • Estrategias de programación, selección de objetivos y anticipación. • Flexibilidad mental. • Memoria prospectiva. • Capacidad de inhibición. • Monitorización de la conducta. • Capacidad visoperceptiva. • Coordinación visomotora.
Trail Making Test	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción espacial. • Eficiencia visomotora. • Rapidez perceptiva. • Razonamiento lógico. • Capacidad para inhibir. • Flexibilidad mental. • Capacidad de anticipación y previsión. • Programación dual. • Memoria de trabajo.
Fluidez de diseños	<ul style="list-style-type: none"> • Creatividad. • Pensamiento divergente. • Flexibilidad mental.
Gambling Task	<ul style="list-style-type: none"> • Toma de decisiones. • Anticipación. • Previsión. • Control de los impulsos. • Sentido ético. • Memoria prospectiva. • Capacidad de predicción.

Sin embargo, se considera de vital importancia tener en cuenta que “la evaluación de las FE no debe limitarse a la aplicación de pruebas psicométricas. La falta de validez ecológica ha sido criticada incluso en adultos” (García Tirapu y Roig, 2007). La mayoría de las pruebas para niños han sido adaptadas de pruebas diseñadas originalmente para adultos, están centradas en el espacio de los sistemas simbólicos y no permiten el análisis del funcionamiento del niño en otros contextos de participación. Paradójicamente, el funcionamiento inapropiado del niño en estos contextos es con frecuencia el motivo de evaluación.

Para evaluar FE se requiere que los instrumentos de medición cumplan con tres requisitos fundamentales: (1) novedad, presentar una situación novedosa e inesperada; (2) complejidad, presentar un objetivo que no pueda resolverse mediante mecanismos rutinarios o sobreaprendidos; y (3) escasa estructura, las instrucciones deben centrarse en

el objetivo de la tarea, fomentando la generación de estrategias diversas y creativas para la resolución del problema.

Por ello, se recomienda que la evaluación incluya una variedad de enfoques y métodos (McCloskey et al., 2009):

1. Informal indirecto. Implica analizar el funcionamiento ejecutivo del niño mediante entrevistas más o menos estructuradas con los padres y varios profesores, para evitar sesgos. Permiten analizar situaciones concretas, factores moduladores del comportamiento y rendimiento escolar, así como diferencias de funcionamiento entre el contexto familiar y escolar. La revisión de materiales e informes escolares previos es muy útil cuando el rendimiento académico está comprometido.
2. Formal indirecto. Los cuestionarios permiten una valoración más objetiva y ecológica del funcionamiento y la obtención de perfiles de puntos fuertes y débiles. Los cuestionarios BRIEF (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, 2000) y CHEXI (Thorell y Nyberg, 2008) permiten a padres y profesores cuantificar la frecuencia de un amplio número de conductas cotidianas relacionadas con el funcionamiento ejecutivo.
3. Informal directo. La entrevista con el niño o adolescente aporta información complementaria (grado de conciencia que tiene de sus dificultades, motivación por el aprendizaje, etc.). Con niños pequeños se puede realizar una observación en situaciones reales de juego o clase. Igualmente, durante la aplicación de cualquier prueba estandarizada es aconsejable que se haga una evaluación orientada al proceso (por ejemplo, comparar rendimiento por tiempos parciales, análisis de errores y estrategias utilizadas) que enriquece la interpretación de resultados.
4. Formal directo. La aplicación de pruebas estandarizadas ha sido el principal método de evaluación y ha llevado a generalizaciones y conclusiones erróneas. Un niño puede tener puntuaciones normales en los tests y tener grandes dificultades de autorregulación en su vida diaria. A la inversa, obtener bajas puntuaciones no debe interpretarse como consecuencia directa de un déficit ejecutivo. Se reconoce la importancia del abordaje de este tema e investigar en lo referente a dicho concepto para trabajar de una manera más óptima con personas que presenten dicho déficit. No obstante, es fundamental aclarar que el objetivo de la presente investigación no es indagar acerca de la evaluación del Síndrome Disejecutivo, y poner de manifiesto que cada persona tiene su propia trayectoria de desarrollo por lo tanto, es

imprescindible tener en cuenta todos los factores externos que influyen en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas, y no establecer generalizaciones sino tener en cuenta las vivencias, experiencias y adquisición de conocimientos de cada persona en particular, a la vez que el contexto de crianza, nivel socioeconómico, educación de sus padres, enfermedades o factores de riesgo, etc.

Por ende, el desarrollo de las Funciones Ejecutivas no depende exclusivamente del adecuado funcionamiento de los componentes cerebrales implicados en dichas habilidades, sino que abarcan determinados factores que condicionan, teniendo en cuenta el presente trabajo de investigación, la trayectoria educativa del adolescente de 1° año de nivel secundario en el área de Matemática.

1.10. Síndrome Disejecutivo

Teniendo en cuenta lo expresado en el Manual de Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en niños, cuyos autores son Martínez Arias L., Portellano Pérez R. & Zumárraga Astorqui, la lesión de la zona prefrontal produce un conjunto de síntomas que recibe la denominación de Síndrome Disejecutivo (SD), que también puede estar originado por lesiones en otro núcleos grises subcorticales o en las fibras que conectan a éstos con el área prefrontal, como el núcleo caudado, el globo pálido, la sustancia negra o el tálamo.

“La lesión de las áreas prefrontales provoca enlentecimiento del procesamiento cerebral y de la respuesta motora, dificulta la ejecución de los procesos cognitivos y altera el comportamiento y las respuestas emocionales en mayor o menor medida” (Andrés y Van der Linden, 2002; Portellano, 2005c; Portellano, 2007).

Las principales manifestaciones del SD se pueden sintetizar del siguiente modo:

- a) Dificultad para el control de pensamiento y pérdida de la capacidad para planificar, secuenciar y resolver problemas complejos; la actuación tiende a ser fragmentaria, sustituyendo las operaciones intelectuales pertinentes por respuestas impulsivas y no premeditadas.
- b) Déficit atencional y distractibilidad acusada frente a los estímulos externos irrelevantes, lo que produce una excesiva dependencia ambiental.
- c) Incapacidad para abstraer ideas o establecer categorías.

- d) Pérdida de flexibilidad cognitiva, tendencia a la perseveración y rigidez del comportamiento.
- e) Alteración en la memoria operativa, con dificultad para la realización de tareas que requieren la ejecución dual de dos o más actividades simultáneamente.
- f) Alteraciones en la personalidad, el humor y el control emocional, con incremento de la impulsividad y desinhibición del comportamiento.

Por otro lado, la zona anterior del cráneo resulta muy vulnerable frente a los traumatismos por lo que es frecuente que su lesión provoque trastornos en el funcionamiento ejecutivo, al igual que sucede en otras patologías neurológicas como la epilepsia, la enfermedad de Parkinson o la esclerosis múltiple. Diversas patologías psiquiátricas como la esquizofrenia, la depresión o el trastorno obsesivo compulsivo también tienen manifestaciones características del SD. En todas estas patologías disminuye el rendimiento en las pruebas de evaluación neuropsicológica del lóbulo frontal como el Test de Colores y Palabras (Stroop) o el WCST (Shallice y Burgess, 1991; Stuss et al., 2001).

Tabla 5

Principales cuadros clínicos con manifestaciones de tipo disejecutivo

Trastorno por déficit de atención e hiperactividad	Daño frontal por traumatismo craneoencefálico
Enfermedad de Gilles de la Tourette	Demencia de Pick
Trastornos del espectro autista	Enfermedad de Parkinson
Síndrome desintegrativo infantil	Esclerosis múltiple
Trastorno obsesivo compulsivo	Demencia por VIH
Trastornos de conducta	Síndrome de Turner
Trastorno explosivo intermitente	Síndrome del cromosoma X frágil
Abuso de drogas	Epilepsia frontal
Psicopatía	Dificultades neuropsicológicas de aprendizaje
Esquizofrenia	Encefalopatía hipóxico-isquémica
Depresión mayor	Bajo peso al nacimiento
Trastorno bipolar	

Por lo mencionado anteriormente se concluye que los trastornos en las funciones ejecutivas pueden tener diversas etiologías (tumores, traumatismos craneoencefálicos, accidentes vasculares, etc.).

Por otra parte, enfocándonos en la etapa de la infancia, según lo expresado en el Manual ENFEN (Portellano Pérez, 2009), se concluye que el SD puede producirse en cualquier edad como consecuencia de una lesión congénita o adquirida en el lóbulo frontal o en estructuras con las que este se encuentra conectado. “En los niños sus manifestaciones son más inespecíficas que en los adultos, ya que la propia dinámica del cerebro infantil hace que las consecuencias de cualquier tipo de daño cerebral produzcan trastornos cognitivos más difusos” (Portellano, 2003). En cualquier caso, las lesiones prefrontales pueden causar en los niños graves trastornos atencionales, así como disminución en la velocidad de procesamiento cognitivo y motor, junto a dificultades para el control y regulación de las emociones.

La mayoría de los casos de SD documentados hasta el momento se refieren a lesiones prefrontales en adultos, aunque hay que pensar que las mismas lesiones en los niños pueden ofrecer síntomas más atípicos, como consecuencia de la mayor inmadurez de su cerebro y el menor desarrollo en los procesos de mielinización y sinaptogénesis.

Incluso cuando el SD infantil produce síntomas similares a los del adulto, la mayor plasticidad de su cerebro puede facilitar la compensación de los déficits, evitando o aminorando la aparición de trastornos cognitivos o de personalidad al llegar a la edad adulta. Por otra parte, cuando las lesiones prefrontales tempranas causan síntomas similares a los cuadros psicopáticos, estos no siempre se manifiestan de manera inmediata, sino que pueden aparecer varios años después de haberse producido la lesión. Posiblemente la aparición demorada de los trastornos de personalidad y conducta en parte se deba al aumento progresivo en el nivel de exigencias sociales en los niños de mayor edad. Es posible que las conductas de desadaptación social en los niños que sufrieron lesiones prefrontales tempranas, si no fueron muy intensas, solamente se manifiesten cuando aumenta la presión para adaptarse a las normas sociales.

Teniendo en cuenta la edad, si se producen lesiones prefrontales graves entre los 3 y los 10 años el pronóstico a largo plazo suele ser funesto, siendo frecuentes las manifestaciones de desadaptación social y escolar junto con el incremento de la agresividad, la impulsividad y la desinhibición. Las alteraciones emocionales y conductuales son más graves cuando la

lesión afecta a las áreas orbitarias o cinguladas, mientras que las lesiones dorsolaterales imposibilitan la capacidad de programación, el pensamiento flexible y la resolución de problemas.

Sin embargo, en todos los casos es imprescindible ser cautos y prudentes al valorar el pronóstico del daño cerebral en áreas prefrontales durante la infancia, ya que puede existir una gran variabilidad, dependiendo de la edad, extensión, duración y localización de la lesión. Se han descrito lesiones prefrontales infantiles con una evolución satisfactoria, gracias a la acción de la plasticidad cerebral compensatoria. Por esta razón, resultaría más apropiado hablar de síndromes prefrontales en niños, mejor que referirse a un síndrome prefrontal único (Portellano, 2005).

Tabla 6

Principales manifestaciones del síndrome disejecutivo en la infancia

Trastornos del procesamiento cognitivo	Trastornos del comportamiento afectivo-social
<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para regular el funcionamiento ejecutivo. • Incapacidad para beneficiarse de la experiencia. • Incapacidad para integrar nuevas informaciones con experiencias anteriores. • Deterioro de la atención. • Dificultad para la planificación de tareas. • Pérdida de flexibilidad y rigidez mental. • Falta de actividad mental productiva. • Errores de estimación, con tendencia a la sobrevaloración de sus capacidades personales. • Fatigabilidad excesiva. • Desinhibición verbal. • Desorganización visoespacial. • Deterioro en la capacidad de autorregulación. • Pérdida de fluidez verbal. • Trastornos del razonamiento. • Alteraciones verbales. • Dificultad para la ejecución de tareas duales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Irritabilidad. • Agresividad. • Impulsividad. • Baja tolerancia a la frustración. • Conducta extravagante y fanfarrona. • Cambios bruscos y frecuentes de humor. • Rabieta excesiva. • Conducta sexual inapropiada. • Conductas autolesivas. • Labilidad emocional. • Risa inapropiada. • Carácter pueril y caprichoso. • Falta de responsabilidad. • Falta de capacidad para establecer relaciones interpersonales. • Ausencia de empatía. • Despreocupación por los sentimientos ajenos. • Desarrollo precario de la conducta moral. • Tristeza. • Dificultad para manejar y expresar emociones. • Reacciones catastrofistas. • Fugas. • Despreocupación por el futuro. • Dificultad para aprender conductas socialmente adaptadas. • Desadaptación escolar. • Ausentismo escolar. • Cambios conductuales. • Inefectividad del castigo. • Descuido personal.

En relación a los Trastornos cognitivos asociados con el síndrome disejecutivo es fundamental destacar que el área prefrontal abarca un extenso territorio cortical, por lo que -dependiendo de cuál sea la zona lesionada- se presentarán manifestaciones más específicas del SD.

“En general, las lesiones dorsolaterales tienden a afectar más a los procesos cognitivos, mientras que las ventromediales (cinguladas y orbitarias), provocan mayor alteración en los procesos emocionales y en la personalidad”. (Anderson y Tranel, 2002; Godefroy, 2003).

El SD con frecuencia se suele acompañar de trastornos de la metacognición,

caracterizados por la sobrevaloración de las posibilidades reales de aprendizaje y memoria de la persona afectada, especialmente si no tiene adecuada conciencia de su déficit neurológico. De modo más específico, el SD también afecta a la inteligencia, la atención y la memoria (Portellano, 2005).

Teniendo en cuenta los efectos sobre la inteligencia, cuando se produce una lesión cerebral en la zona anterior del lóbulo frontal no disminuye de manera sensible el CI, especialmente si se evalúa con pruebas de inteligencia cristalizada, como la escala de Terman o de Wechsler. Sin embargo, hay un descenso más acusado en el rendimiento en pruebas de inteligencia fluida que requieren mayor flexibilidad mental, capacidad de abstracción, categorización y formación de nuevos conceptos. Por esa razón en pruebas como el test Matrices Progresivas de Raven (Raven, 2001) el déficit es más acusado, ya que en este tipo de instrumentos de evaluación la influencia de los factores culturales es menor (Reitan y Wolfson, 1994; Stuss et al., 1998).

La pérdida de flexibilidad mental es característica del SD, especialmente tras sufrir lesiones dorsolaterales, y muy frecuentemente aparecen conductas perseverativas, las cuales consisten en la emisión de la misma respuesta a pesar de que cambie el estímulo. En ocasiones incluso el propio sujeto es consciente de que su respuesta es inapropiada. La perseveración provoca fracaso en los procesos de razonamiento, ya que impide utilizar estrategias suficientemente flexibles para la resolución de problemas y disminuye el rendimiento cognitivo, especialmente en los tests de inteligencia fluida y en tareas atencionales.

Tabla 7

Principales manifestaciones del síndrome disejecutivo

Área lesionada	Sintomatología
<p style="text-align: center;">Dorsolateral</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Incapacidad para generar nuevas hipótesis. • Dificultad para resolver problemas complejos. • Pérdida de flexibilidad mental y tendencia a la perseveración. • Disminución de la fluidez verbal. • Pérdida de estrategias para realizar nuevos aprendizajes. • Dificultad para el inicio de la programación motora. • Dificultad para realizar actividades motoras alternantes. • Alteración del recuerdo temporal de acontecimientos. • Trastornos pseudodepresivos.
<p style="text-align: center;">Cingular</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de la actividad espontánea. • Apatía y pérdida de iniciativa. • Alexitimia (incapacidad para identificar emociones propias). • Inexpresividad / hipomanía. • Hipolalia, restricción del lenguaje y laconismo en las actividades verbales, con frecuencia respuestas monosilábicas. • Trastornos pseudodepresivos.
<p style="text-align: center;">Orbitaria</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Trastornos pseudopsicóticos. • Cambios de personalidad. • Desinhibición. • Irritabilidad. • Agresividad. • Ecopraxia (imitación involuntaria de gestos). • Incapacidad para adaptarse a las normas sociales. • Conducta emocional inadaptada a la situación. • Euforia. • Hipomanía. • Síndrome anético (moralmente insensible). • Moria: jocosidad, bromas continuas y sin motivo aparente.

Es necesario señalar que “no todos los procesos ejecutivos se encuentran mediados por la corteza frontal” (Andres y Van der Linden, 2002), aunque los trastornos ejecutivos por patología frontal son mucho más graves. “Las lesiones en prácticamente todas las áreas del cerebro pueden asociarse con defectos ejecutivos” (Hausen et al., 1997).

No obstante, "el síndrome o disfunción del sistema ejecutivo no debe limitarse a una definición basada en simples criterios anatómicos, sino en términos psicológicos" (Soprano, 2003).

En conclusión, las manifestaciones del SD son muy variadas, dependiendo de la localización y gravedad de las lesiones, pero siempre resultan alteradas las funciones de alto nivel reguladas por el área prefrontal, dificultando la resolución de problemas novedosos y complejos, así como el control y regulación de las emociones. El SD produce alteraciones cognitivas y emocionales, así como déficits perceptivo-motores de diversa índole. Los trastornos cognitivos, perceptivos y motores constituyen el componente racional del síndrome disejecutivo, que habitualmente se denomina *cold functions* o "funciones frías". Las alteraciones afectivo comportamentales del SD, por el contrario, reciben la denominación de *"hot functions"* o "funciones cálidas". Hay que significar que las alteraciones cognitivas y emocionales del SD muchas veces no tienen límites claros entre ellas, ya que un mismo trastorno puede tener una expresión diferente, con una mayor carga cognitiva o emocional. Por ejemplo, la incapacidad para inhibir, como síntoma característico de las lesiones prefrontales, puede traducirse en alteraciones atencionales, pérdida de flexibilidad e incapacidad para resolver problemas complejos, pero también se puede expresar con trastornos del control de los impulsos, trastornos de conducta, agresividad o inadaptación a normas.

A modo de síntesis, en el presente trabajo de investigación se consideró de vital importancia que los propios alumnos fueran los responsables de responder los diversos ítems de la escala EFECO apelando a su sinceridad y autoconocimiento con preguntas sencillas acerca de su rendimiento tanto escolar como en la vida diaria, debido a que el desarrollo de las Funciones Ejecutivas depende de múltiples factores y no exclusivamente de los componentes neuroanatómicos implicados en dichas habilidades. El objetivo consistió en indagar en qué medida el desarrollo de dichas habilidades era óptimo, favoreciendo de esta manera el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de Matemática. Por otro lado, debido al contexto de Pandemia, no se pudo efectuar un vínculo directo con dichos alumnos, sin embargo la alumna se contactó con la profesora del colegio Nuestra Señora del Rosario de Pompeya, ya que es fundamental la mirada de la docente que transmitió los distintos conocimientos a los alumnos y observó durante todo el año la trayectoria que llevaron a cabo, junto con las fortalezas y debilidades que se evidenciaron y las estrategias para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

A continuación, se adjunta la siguiente imagen para ilustrar lo mencionado con anterioridad:

MOTRICIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Reflejos patológicos Negligencia e Impersistencia motora Tono anormal (paratonia) Anormalidades en la marcha Cambios en el control de los esfínteres Hiperactividad Ecopraxia (ecomimia) Conducta de utilización Desorganización comportamental Perseveración
ATENCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Cambios en la activación Cambios en las respuestas de orientación Disminución de las formas dirigidas de atención
LENGUAJE	<ul style="list-style-type: none"> Afasia extrasilviana motora (dinámica) Mutismo Errores de denominación Carencia de control verbal sobre el comportamiento Concretismo verbal Disdecoro verbal
PERCEPCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Limitaciones en los movimientos oculares Inadecuada Interpretación perceptual
COMPORTAMIENTO SOCIAL Y EMOCIONAL	<ul style="list-style-type: none"> Violación de las normas sociales Labilidad emocional Inadecuación sexual Excesiva familiaridad Inadecuada Interpretación emocional
MEMORIA	<ul style="list-style-type: none"> Improductividad en pruebas de retención Amnesia inespecífica Desorganización secuencial de la memoria Defectos de metamemoria Defectos en la memoria de trabajo Alteraciones en la vivencia del tiempo
PERSONALIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Moria Impulsividad Seudodepresión y seudopsicopatía
PROCESOS INTELECTUALES	<ul style="list-style-type: none"> Nivel de pensamiento concreto Nivel intelectual alterado

FIGURA 5: Resumen de las principales alteraciones cognitivas y comportamentales asociadas con lesiones en las áreas prefrontales del cerebro.

Fuente: Neuropsicología Clínica, Ardila, A. & Rosselli, M. (2007, p. 192).

1.11. Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas

García Alba y Portellano Pérez (2014) señalan que la rehabilitación de las funciones ejecutivas no tiene que circunscribirse a la realización de ejercicios cognitivos de laboratorio, sino que, en la medida de lo posible, es necesario emplear el principio de la validez ecológica, tratando de que la rehabilitación se aproxime a las características del entorno natural del sujeto. Los ejercicios tienen que adaptarse a situaciones de la vida cotidiana, porque de esta manera su efecto terapéutico es mayor. La ejercitación cognitiva de las funciones ejecutivas comparte muchos de los principios básicos que se han señalado en el capítulo dedicado a la rehabilitación neuropsicológica, junto con otros requisitos más específicos:

- a) Los ejercicios deben ser breves y asequibles, ya que es habitual que junto a la disfunción ejecutiva existan problemas de control atencional.
- b) Se debe retroalimentar al sujeto después de cada ejercicio, informándole del nivel de eficiencia alcanzado. De este modo, además de mejorar su motivación, disminuirán los trastornos metacognitivos, que frecuentemente acompañan al síndrome disejecutivo. Siempre que sea posible, es aconsejable utilizar aparatos que midan tiempos de reacción, ofreciendo retroalimentación sobre el nivel de eficacia obtenido en cada tarea.
- c) Hay que emplear estrategias multisensoriales para facilitar la estimulación de las funciones ejecutivas: visual, táctil, propioceptiva, cenestésica, etc.
- d) Se deben preparar ejercicios adaptados a la idiosincrasia de cada sujeto, mediante la aplicación del principio de la validez ecológica. Para lograrlo, es conveniente conocer previamente cuáles son sus intereses, motivaciones, necesidades y características socioculturales. De esta manera se puede conseguir un mayor grado de generalización de los resultados obtenidos mediante la ejercitación.
- e) Hay que entrenar al sujeto para que aprenda a calcular e internalizar el tiempo, mediante el empleo activo de las señales internas. La estimación del tiempo es una forma de mejorar las señales internas como mecanismo de control ejecutivo, ya que obliga a emplear un marcapasos propio. Con frecuencia la disfunción ejecutiva se define por la incapacidad para actuar mediante señales internas, por lo que la estimación del tiempo contribuye a mejorar la eficiencia en la resolución de problemas, empleando un determinado periodo temporal.

Se debe emplear la técnica de las autoinstrucciones, que consiste en entrenar al sujeto para que sea capaz de monitorizar la conducta dirigida al logro de objetivos. La técnica consiste en verbalizar la tarea que esté realizando. Para ello se segmenta la tarea en varias secuencias. El sujeto debe decir en voz alta qué es lo que está realizando en cada momento. Una vez que se ha conseguido que realice eficazmente una determinada actividad apoyándose en las autoinstrucciones verbales, es necesaria su repetición, hasta conseguir que sistematice la actividad, interiorizando su ejecución hasta que la efectúe de un modo mecánico. Mediante esta técnica mejoran los problemas de atención, así como diferentes componentes del sistema ejecutivo, facilitando el logro de objetivos.

g) Conviene segmentar las tareas en distintos tramos. Las manifestaciones disejecutivas impiden finalizar de forma eficiente determinadas actividades, por lo que es útil dividir la tarea que se va a realizar en distintos tramos. Por ejemplo, si una persona con daño cerebral presenta dificultades del sistema ejecutivo que le impiden preparar una receta de cocina, se establecerá una serie de segmentos o etapas que debe seguir de manera secuenciada: encender el fuego, poner el recipiente a calentar, remover el guiso, apagar el fuego al cabo de un tiempo determinado, etc. La segmentación de tareas se puede emplear de manera combinada o acompañarse de la técnica de las autoinstrucciones.

CAPÍTULO 2: FUNCIONES EJECUTIVAS Y RENDIMIENTO ESCOLAR EN ADOLESCENTES

2.1 Características de la adolescencia

Verónica Gaete (2015) afirma que el término adolescencia deriva del latín «adolescere» que significa «crecer hacia la adultez». La adolescencia es aquella etapa del desarrollo ubicada entre la infancia y la adultez, en la que ocurre un proceso creciente de maduración física, psicológica y social que lleva al ser humano a transformarse en un adulto. En este período, en el que ocurren cambios rápidos y de gran magnitud, la persona se hace tanto biológica, como psicológica y socialmente madura y capaz de vivir en forma independiente (o más bien en camino hacia ello en la actualidad, aunque depende de las circunstancias).

Las características del desarrollo psicosocial normal en la adolescencia son el resultado de la interacción entre el desarrollo alcanzado en las etapas previas del ciclo vital, factores

biológicos inherentes a esta etapa (el desarrollo puberal y el desarrollo cerebral propio de este período, fenómeno a la vez relacionado en parte con los cambios hormonales de la pubertad) y la influencia de múltiples determinantes sociales y culturales.

Existe escaso consenso respecto a cuándo comienza y finaliza la adolescencia, entre otras cosas, porque si bien su inicio se asocia generalmente a fenómenos biológicos (pubertad) y su término a hitos psicosociales (adopción de roles y responsabilidades de la adultez), hay gran variabilidad individual en las edades en que ambos se producen. Aun así, resulta claro que esta etapa se ha prolongado por el adelanto de la pubertad evidenciado durante el siglo XX (relacionado con mejoras en la higiene, nutrición y salud infantil) y en especial por el retraso que se ha producido en el logro de la madurez social. Hoy en día los jóvenes demoran más tiempo en completar su educación, lo que retarda su incorporación a un trabajo estable y con ello la adquisición de su independencia y la adopción de roles propios de la adultez.

La adolescencia ha sido definida tradicionalmente por la Organización Mundial de la Salud como el período comprendido entre los 10 y 19 años de edad. Sin embargo, en los últimos años los especialistas en el área consideran dentro de esta etapa a los individuos entre 10 y 24 años –grupo denominado «población joven» o «gente joven», ya que actualmente este rango etario abarca a la mayoría de las personas que están pasando por los cambios biológicos y la transición en los roles sociales que definieron históricamente la adolescencia.

FASES Y TAREAS DE LA ADOLESCENCIA

Teniendo en cuenta el artículo *Desarrollo psicosocial del adolescente*, de Verónica Gaete (2015), el desarrollo psicosocial en la adolescencia presenta en general características comunes y un patrón progresivo de 3 fases. No existe uniformidad en la terminología utilizada para designar estas etapas, sin embargo, lo más tradicional ha sido denominarlas adolescencia temprana, media y tardía. Tampoco existe homogeneidad respecto a los rangos etarios que comprenderían, sin embargo, estos serían aproximadamente los siguientes:

1. Adolescencia temprana: desde los 10 a los 13-14 años.
2. Adolescencia media: desde los 14-15 a los 16-17 años.
3. Adolescencia tardía: desde los 17-18 años en adelante.

Estas fases, se dan habitualmente de manera más precoz en las mujeres que en los hombres debido a que ellas inician antes su pubertad, y los cambios que involucran aumentan en complejidad a medida que los adolescentes progresan de una a otra.

De forma similar a lo que ocurre con las otras etapas del ciclo vital, la adolescencia posee sus propias tareas del desarrollo. Estas constituyen tareas que «surgen en cierto período de la vida del individuo cuya debida realización lo conduce a la felicidad y al éxito en las tareas posteriores, y cuyo fracaso conduce a la infelicidad del individuo, a la desaprobación de la sociedad, y a dificultades en el logro de tareas posteriores». El progreso del desarrollo se visualiza en la medida en que estas tareas se logran e integran con competencias que emergen posteriormente, llevando finalmente a un funcionamiento adaptativo durante la madurez.

La tarea central de este período fue definida por Erikson como la búsqueda de la identidad. Dicha identidad (el ¿quién soy yo?, un sentido coherente y estable de quién se es, que no cambia significativamente de una situación a otra) hace a la persona diferente tanto de su familia, como de sus pares y del resto de los seres humanos. El logro de una identidad personal hacia fines de la adolescencia y comienzos de la adultez involucra varios aspectos: la aceptación del propio cuerpo, el conocimiento objetivo y la aceptación de la propia personalidad, la identidad sexual, la identidad vocacional, y que el joven defina una ideología personal (filosofía de vida), que incluya valores propios (identidad moral). Este autoconocimiento, que no aparece como consecuencia inexorable del desarrollo, sino que es producto de un proceso activo de búsqueda, hace necesario que el adolescente distinga entre quién es de verdad y quién desea ser, y se haga cargo tanto de sus potencialidades como de sus limitaciones. Lo logra solo después de que ha considerado seria y cuidadosamente varias alternativas en los diversos aspectos involucrados en la identidad y ha llegado a conclusiones por sí mismo. Los jóvenes pueden experimentar con distintas conductas, estilos y grupos de pares como una forma de buscar su identidad, proceso que también involucra algún grado de rebeldía respecto de la imagen familiar. Las personas que logran una identidad se sienten en armonía consigo mismas, aceptan sus capacidades y limitaciones.

Así también, una vez establecida esta identidad personal, adquieren una buena disposición para la intimidad y para comprometerse con una pareja y una vocación (además pueden hacerlo con una ideología política y creencia espiritual). La extensión actual del período adolescente impacta en el desarrollo de la identidad, que puede tardar más en consolidarse.

Otra tarea del desarrollo en la adolescencia es el logro de la autonomía, lo que ocurre cuando el joven llega a ser emocional y económicamente independiente de sus padres. Para conseguirlo, el adolescente deberá separarse progresivamente de su familia de origen, lo que habitualmente conlleva un grado de conflicto e incluso de rebeldía con sus padres. A la vez y como parte del mismo proceso, establecerá lazos emocionales cada vez más profundos (de amistad, de pareja) con personas de su misma edad, migrando así su centro de gravedad emocional desde la familia hacia el grupo de pares. Para alcanzar su autonomía, el joven tendrá también que adquirir destrezas vocacionales/laborales que le permitirán avanzar en el camino que lo llevará más temprano o más tarde a hacerse autosuficiente financieramente. Así entonces, hacia el término de la adolescencia y comienzos de la adultez, si el proceso ha sido favorable, la mayoría de los jóvenes logrará su autonomía psicológica (sentido de sí mismo que permite tomar decisiones, no depender de la familia y asumir funciones, prerrogativas y responsabilidades propias de los adultos), y dependiendo de las circunstancias, su independencia física (capacidad de dejar la familia y ganarse el propio sustento). Es importante que los padres faciliten que su hijo adolescente consolide una identidad propia y se haga independiente, tanto para favorecer su desarrollo saludable, como para que este vuelva a acercarse a la familia más tarde.

La adolescencia se caracteriza también por el desarrollo de competencia emocional y social. La primera se relaciona con la capacidad de manejar o autorregular las emociones y la segunda con la habilidad para relacionarse efectivamente con otros. Respecto de esta última, además de facilitar la progresiva autonomía, las relaciones con los pares cumplen otras funciones importantes, contribuyendo significativamente al bienestar y desarrollo psicosocial de los jóvenes. Influyen en el proceso de búsqueda y consolidación de la identidad, amplían la perspectiva de las costumbres y normas sociales, y proveen el contexto para el ejercicio de destrezas y la satisfacción de una serie de necesidades interpersonales (de intimidad, de validación mutua, de pareja). La amistad también puede servir como un tampón que los protege de desarrollar problemas psicológicos ante experiencias vitales estresantes.

Los procesos previos se verán facilitados por una serie de fenómenos que ocurren durante la adolescencia, de los cuales, uno de los más importantes es el desarrollo de nuevas habilidades cognitivas. De acuerdo a las investigaciones de Piaget, durante esta etapa se avanza desde el pensamiento concreto (operatorio concreto) al abstracto (operatorio formal). El joven se libera de la realidad concreta inmediata y se adentra en el terreno de

los conceptos abstractos, en el mundo de las ideas. Pasa de ser un pensador concreto, que piensa acerca de las cosas que conoce o con las que tiene contacto directo, a ser un pensador abstracto, que puede imaginar cosas que no ha visto ni experimentado. El adolescente alcanza el pensamiento operatorio formal mediante un proceso gradual que lo dota de habilidades de razonamiento más avanzadas. Estas incluyen, entre otras, la habilidad de pensar en todas las posibilidades y la de razonamiento hipotético-deductivo, que le permiten una mejor resolución de problemas a través de explorar una amplia gama de alternativas de manera sistemática y lógica (deduciendo también sus posibles consecuencias). Además, lo faculta para entender y construir teorías (sociales, políticas, religiosas, filosóficas, científicas, etc.), participar en la sociedad y adoptar una actitud analítica (y frecuentemente crítica) con relación a las ideologías de los adultos, lo que habitualmente se acompaña de un deseo de cambiar la sociedad e incluso, si es necesario, de destruirla (en su imaginación) para construir una mejor. El pensamiento operatorio formal lo capacita también para reflexionar analíticamente sobre su propio pensamiento (pensar sobre el pensamiento) y para participar en matemáticas más avanzadas.

Adolescencia temprana

Los procesos psíquicos de la adolescencia comienzan en general con la pubertad y los importantes cambios corporales que trae consigo. El desarrollo psicológico de esta etapa se caracteriza por la existencia de egocentrismo, el cual constituye una característica normal de niños y adolescentes, que disminuye progresivamente, dando paso a un punto de vista sociocéntrico (propio de la adultez) a medida que la persona madura. Además, de acuerdo a Elkind, va variando en su naturaleza, calidad y características desde la infancia a la adolescencia, a medida que el desarrollo cognitivo progresa.

En el área del desarrollo psicológico, en esta etapa también ocurren otros fenómenos. Existe labilidad emocional -con rápidas y amplias fluctuaciones del ánimo y de la conducta.

El desarrollo cognitivo de esta etapa comprende el comienzo del surgimiento del pensamiento abstracto o formal. La toma de decisiones empieza a involucrar habilidades más complejas, que son esenciales para la creatividad y el rendimiento académico de un nivel superior. Estos cambios se manifiestan frecuentemente como un «soñar despierto», que no solo es normal, sino además importante para el desarrollo de la identidad, porque le permite al adolescente representar, explorar, resolver problemas y recrear importantes aspectos de su vida. Sin embargo, a estas alturas este tipo de pensamiento es lábil y

oscilante, tendiendo aún a predominar el pensamiento concreto. En esta fase se produce un incremento de las demandas y expectativas académicas.

En el ámbito del desarrollo social, se inicia la movilización hacia afuera de la familia. Aumenta el deseo de independencia del joven y disminuye su interés por las actividades familiares. El adolescente empieza a poner a prueba la autoridad, evidencia más resistencia a los límites, a la supervisión y a aceptar consejos o tolerar críticas de parte de los padres. Se muestra insolente ocasionalmente y adquiere más conciencia de que los padres no son perfectos. Todo ello causa cierta tensión con estos. Sin embargo, el joven continúa dependiendo de la familia como fuente de estructura y apoyo, entre otras cosas. El grupo de pares adquiere mayor importancia y el adolescente se hace más dependiente de las amistades como fuente de bienestar. Se aferran fuertemente al grupo de pares. Debe destacarse que en esta etapa existe una importante susceptibilidad a la presión de los pares.

En cuanto al desarrollo sexual, en esta fase se produce una acentuada preocupación por el cuerpo y los cambios puberales. Las rápidas transformaciones corporales llevan al adolescente a preocuparse en forma creciente por su imagen, a focalizarse en hallazgos físicos triviales, a hacerse repetidamente la pregunta ¿soy normal? y a necesitar reafirmación de su normalidad.

Adolescencia media

El hecho central en este período es el distanciamiento afectivo de la familia y el acercamiento al grupo de pares. Ello implica una profunda reorientación en las relaciones interpersonales, que tiene consecuencias no solo para el adolescente sino también para sus padres.

En cuanto al desarrollo psicológico, en esta etapa continúa aumentando el nuevo sentido de individualidad. Sin embargo, la autoimagen es muy dependiente de la opinión de terceros. El joven tiende al aislamiento y pasa más tiempo a solas, se incrementa el rango y la apertura de las emociones que experimenta, y adquiere la capacidad de examinar los sentimientos de los demás y de preocuparse por los otros. El egocentrismo es significativo, y durante décadas se le responsabilizó de generar en los adolescentes un sentimiento de invulnerabilidad que los predisponía a conductas de riesgo, las cuales son frecuentes en esta etapa. La investigación reciente en neurodesarrollo ha demostrado que los adolescentes tienen conciencia de los riesgos que corren, pero esto no los inhibe de

presentar estas conductas debido a que atraviesan por un período de incremento sustancial de la inclinación hacia la búsqueda de recompensas o sensaciones, lo que aumenta en presencia de pares. Ello sería producto de la maduración más temprana del sistema cerebral socioemocional que del sistema de control cognitivo, con el resultado de que, en condiciones de excitación emocional, el primero sobrepasa la capacidad regulatoria del segundo (todavía relativamente inmaduro). Así, en situaciones que son particularmente cargadas emocionalmente (p. ej, en presencia de otros jóvenes o cuando existe posibilidad de una recompensa), aumenta la probabilidad de que estas influyan en sus conductas más que la racionalidad.

También en el ámbito psicológico, en la adolescencia media persiste la tendencia a la impulsividad (otro factor relevante en las conductas de riesgo), siendo las aspiraciones vocacionales de los jóvenes menos idealistas ya.

El desarrollo cognitivo en esta etapa se caracteriza por un incremento de las habilidades de pensamiento abstracto y razonamiento, y de la creatividad. El adolescente ya no acepta la norma, sino hasta conocer el principio que la rige. La posibilidad de razonar sobre su propia persona y los demás lo lleva a ser crítico con sus padres y con la sociedad en general. Por otra parte, aumentan significativamente las demandas y expectativas académicas. Se espera que durante este período el joven obtenga logros académicos y se prepare para el futuro.

Respecto del desarrollo social, en esta fase el involucramiento del adolescente en la subcultura de pares es intenso (alcanza su máximo). No existe otra etapa en la que el grupo de pares sea más poderoso e influyente. El joven adopta la vestimenta, la conducta y los códigos y valores de su grupo de pares, en un intento de separarse más de la familia y encontrar su propia identidad. La presión de los pares puede influir tanto en forma positiva –motivándolo a destacar en lo académico, deportivo, a postergar el inicio de relaciones sexuales, etc.–, como negativa, favoreciendo por ejemplo que se involucre en conductas de riesgo. Las amistades y los grupos pasan a ser de ambos sexos, y frecuentemente se establecen relaciones de pareja. Las parejas desempeñan un rol progresivamente mayor a medida que avanza la adolescencia, sin embargo, las relaciones de amistad siguen siendo extremadamente importantes, ofreciendo compañía, un contexto para la apertura íntima y la satisfacción de otras necesidades.

A la vez, durante la adolescencia media el joven lucha para emanciparse de su familia. Muestra un franco menor interés por sus padres, volcando su motivación y tiempo libre principalmente hacia sus pares y a actividades fuera del hogar o a estar solo. Es esperable que en esta etapa el adolescente desafíe los valores y la autoridad de los padres. Esta es una parte necesaria del proceso de crecer, pues para alcanzar la madurez, debe separar su propia identidad de aquella de su familia y avanzar en el desarrollo de su autonomía. El joven necesita demostrarse a sí mismo que es capaz de trazar su propio camino en la vida y que no necesita de las opiniones ni las directrices de sus padres. Busca activamente juicios y valores propios, sin aceptar ya automáticamente los de ellos. Magnifica los errores y contradicciones de estos para facilitar su proceso de desapego, llegando a descalificarlos con frecuencia. Como consecuencia de todo lo anterior y de la reacción de los padres a estos cambios, los conflictos padres-hijo alcanzan su máximo en este período.

En cuanto al desarrollo sexual, en la adolescencia media aumenta la aceptación del propio cuerpo y la comodidad con él. La mayoría de los adolescentes ha tenido ya gran parte de los cambios puberales y está menos preocupado de ellos. Sin embargo, los jóvenes dedican mucho tiempo a tratar de hacer su cuerpo más atractivo. En este período se toma conciencia de la orientación sexual y aumenta el involucramiento en relaciones de pareja. Por último, en esta fase aumenta la experimentación de diversas conductas sexuales, incluyendo el inicio de relaciones coitales con cierta frecuencia.

El nivel de desarrollo moral en la adolescencia media corresponde generalmente al convencional, en el cual funcionan también la mayoría de los adultos.

Adolescencia tardía

Esta es la última etapa del camino del joven hacia el logro de su identidad y autonomía. Para la mayor parte de los adolescentes es un período de mayor tranquilidad y aumento en la integración de la personalidad. Si todo ha avanzado suficientemente bien en las fases previas, incluyendo la presencia de una familia y un grupo de pares apoyadores, el joven estará en una buena vía para manejar las tareas de la adultez. Sin embargo, si no ha completado las tareas antes detalladas, puede desarrollar problemas con el aumento de la independencia y las responsabilidades de la adultez joven, tales como depresión u otros trastornos emocionales.

En el ámbito del desarrollo psicológico, la autoimagen ya no está definida por los pares, sino que depende del propio adolescente. Los intereses son más estables y existe

conciencia de los límites y las limitaciones personales. Se adquiere aptitud para tomar decisiones en forma independiente y para establecer límites, y se desarrolla habilidad de planificación futura. Existe gran interés en hacer planes para el futuro, la búsqueda de la vocación definitiva apremia más y las metas vocacionales se vuelven realistas. Idealmente el joven realizará una elección educacional y/o laboral que concilie sus intereses, capacidades y oportunidades. Avanza en el camino hacia la independencia financiera, la que logrará más temprano o más tarde, dependiendo de su realidad. Aumenta el control de impulsos, se puede postergar ya la gratificación y aparece la capacidad de comprometerse.

En cuanto al desarrollo cognitivo, en la adolescencia tardía existe un pensamiento abstracto firmemente establecido. Si las experiencias educativas han sido adecuadas, se alcanza el pensamiento hipotético-deductivo propio del adulto. Aumenta la habilidad para predecir consecuencias y la capacidad de resolución de problemas.

El desarrollo social en esta etapa se caracteriza por una disminución de la influencia del grupo de pares, cuyos valores se hacen menos importantes a medida que el adolescente se siente más cómodo con sus propios principios e identidad. Las amistades se hacen menos y más selectivas. Por otra parte, el joven se reacerca a la familia, aumentando gradualmente la intimidad con sus padres si ha existido una relación positiva con ellos durante los años previos. Ya ha alcanzado un grado suficiente de autonomía, se ha convertido en una entidad separada de su familia, y ahora puede apreciar los valores y la experiencia de sus padres, y buscar (o permitirles) su ayuda, pero en un estilo de interacción que es más horizontal. La relación padres-hijo alcanza nuevas dimensiones, que acrecientan el desarrollo personal y familiar, cuando el clima es de verdadero respeto y valoración de las diferencias.

Respecto del desarrollo sexual, en la adolescencia tardía se produce la aceptación de los cambios corporales y la imagen corporal. El joven ha completado ya su crecimiento y desarrollo puberal, los que no le preocupan a menos que exista alguna anormalidad. Acepta también su identidad sexual, con frecuencia inicia relaciones sexuales y aumenta su inclinación hacia relaciones de pareja más íntimas y estables, las que comprenden menos experimentación y explotación, estando más basadas en intereses y valores similares, en compartir, y en la comprensión, disfrute y cuidado mutuo.

Por último, desde la perspectiva del desarrollo moral, en esta etapa la mayoría de los adolescentes funciona en el nivel convencional, alcanzando solo algunos el

posconvencional. En este último y avanzado nivel, existe eminentemente preocupación por principios morales que la persona ha escogido por sí misma. El acercamiento a los problemas morales ya no se basa en necesidades egoístas o en la conformidad con los otros o con la estructura social, sino que depende de principios autónomos, universales, que conservan su validez incluso más allá de las leyes existentes.

Para finalizar, debe destacarse que el desarrollo no llega a su fin con el término de la adolescencia y que el adulto joven que emerge de este proceso no es un «producto acabado». El desarrollo es un proceso que tiende a continuar a lo largo de toda la vida, por lo que, si bien los cambios futuros pueden no ser tan rápidos y tumultuosos, los adultos jóvenes se verán enfrentados a otras tareas del desarrollo –tales como la adquisición de la capacidad para establecer relaciones íntimas estables–, cuyo logro dependerá en gran parte de la resolución saludable del proceso adolescente.

2.2 Adolescencia y Funciones Ejecutivas

La niñez media y la adolescencia es una etapa de vital importancia en el desarrollo de las funciones ejecutivas (Hodgkinson & Parks, 2016). Durante esta etapa los escolares incrementan sus capacidades de memoria, fortalecen sus habilidades de razonamiento y pensamiento abstracto, incrementan su autoconciencia y desarrollan un sistema de organización y autorregulación de su comportamiento más personalizado, habilidades que son vitales para su éxito en la escuela y en el mundo real (Hodgkinson & Parks, 2016; Posner & Rothbart, 2005).

Las investigaciones evidencian cuán importantes son las funciones ejecutivas en la vida cotidiana de los escolares (Hodgkinson & Parks, 2016). Las FE ayudan a los estudiantes a iniciar y completar tareas, establecer metas, planificar y organizar actividades, sostener el esfuerzo y perseverar frente a las dificultades, son vitales para la habilidad de los estudiantes de reconocer nuevas situaciones y formular planes alternativos cuando eventos atípicos ocurren e interfieren con sus expectativas (Hodgkinson & Parks, 2016; Korzeniowski, et al., 2016; Korzeniowski, Ison y Difabio, 2017a). En este sentido, las FE ayudan a los escolares a manejar las demandas del contexto escolar y las demandas específicas de los procesos de aprendizaje.

Las FE también ayudan a los estudiantes a inhibir comportamientos inapropiados. Los estudiantes con menores FE con frecuencia tienen problemas en la interacción con otros, debido a que algunas veces actúan de manera que molestan u ofenden a otros. En este sentido las FE contribuyen a que los niños regulen sus comportamientos y emociones, en consecuencia, promueven buenas relaciones en el contexto escolar.

El presente Trabajo Final de Licenciatura tiene como objeto de estudio a alumnos pertenecientes a una escuela de nivel secundario. Por lo cual es fundamental hacer hincapié en las características propias de estos jóvenes. La adolescencia se caracteriza por una etapa de búsqueda de la identidad, del sentido de la vida y del desarrollo intelectual. Es un período decisivo del ciclo vital, en el que se alcanzan tanto la autonomía psicológica y espiritual, como se logra la inserción en el mundo social, pero ya sin la mediatización de la familia.

Por otra parte, es clave el papel que cumple el cerebro en la adolescencia. El cerebro llega a su máximo momento del desarrollo a los 25 años, por eso la educación secundaria es fundamental para el desarrollo cerebral. Alcanza su tamaño maduro a los 6 años, pero no el máximo desarrollo neuronal.

El lóbulo prefrontal se encarga de las funciones ejecutivas y está en crecimiento durante la adolescencia. Cabe mencionar algunas de las funciones ejecutivas:

- Autorregulación: La corteza prefrontal, además de las funciones ejecutivas, tiene la función de inhibir lo mesolímbico y subcortical (lo más primitivo). Los adolescentes no tienen un freno porque lo prefrontal no está del todo desarrollado. Viven el hoy. Lo mesolímbico está sobreexcitado por lo que necesitan tener mayor excitación externa para sentirse bien.
- Establecimiento de metas: En 4° año se les plantea que deben decidirse por su futuro y actuar como adultos. No pueden proyectarse ni anticiparse porque eso lo hace el lóbulo prefrontal. Esto genera angustia y una crisis que en ocasiones puede terminar en depresión.
- Decisión: no pueden decidir porque no saben quiénes son ni qué va a pasar.
- Adaptación social: solo se adaptan al grupo de pares. No pueden adaptarse al mundo laboral porque son otras reglas y costumbres.

- Inhibición de respuestas inapropiadas: no tienen la capacidad para controlar las respuestas.
- Autoconocimiento: se dificulta la capacidad de introspección y para conocerse a sí mismo.

2.3 Definición de rendimiento escolar

“La educación escolarizada con fines de calidad y mejoramiento continuo tiene como intención mejorar el aprovechamiento de los estudiantes. En este sentido, la variable dependiente clásica en la educación escolarizada es el rendimiento o aprovechamiento escolar” (Kerlinger, 1988 citado por Reyes, 2003). El rendimiento en sí y el rendimiento académico, también denominado rendimiento escolar, son definidos por la Enciclopedia de Pedagogía / Psicología de la siguiente manera: “Del latín reddere (restituir, pagar) el rendimiento es una relación entre lo obtenido y el esfuerzo empleado para obtenerlo. Es un nivel de éxito en la escuela, en el trabajo, etc” (Reyes, 2003).

Para Morales, Arcos, Ariza, Cabello, López, et. Al., (1999) “el rendimiento académico es el resultado de aspectos tales como la capacidad de trabajo, el esfuerzo que realiza el estudiante, también la intensidad de estudio, las competencias que va desarrollando entre otros, que afectan el desempeño académico de los escolares”.

De Spinola (1990) citado por Vélez & Roa (2005) se refiere al rendimiento académico o escolar como el “cumplimiento de metas, logros u objetivos que se establecen en un programa, curso, materia o asignatura que toma un alumno”.

Según Barahona (2014):

Existe un consenso en que los factores asociados al desempeño académico pueden tener su origen en dos grandes ámbitos: en los determinantes personales y en los determinantes sociales. En el primero de ellos se incluye: la inteligencia, las aptitudes, la asistencia a clases, el género, (...). En el segundo, el entorno familiar, el contexto socioeconómico, las variables demográficas (sexo, edad, estado civil) y la escolaridad de los padres.

“La incidencia del bajo rendimiento en los adolescentes escolares está relacionada con múltiples factores, tanto en su gestación como en sus consecuencias, entre los que se encuentran involucradas variables de orden volitivo, emocional y cognitivo” (Novaez, 1986, citado por Reyes, 2003). Dentro de las variables de orden cognitivo, se debe prestar especial atención a la influencia de las funciones ejecutivas en el rendimiento de los alumnos.

2.4 Implicancia de las funciones ejecutivas en el rendimiento académico

Numerosos estudios han señalado la importancia del correcto desarrollo de los procesos de control cognitivo denominados funciones ejecutivas, para la correcta adaptación del individuo a su ambiente (Carlson y Moses, 2001; Rueda, Posner y Rothbart, 2005; McClelland, Cameron, Connor, Farris, Jewkes y Morrison, 2007; Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson y Grimm, 2009). Tales procesos, estarían vinculados a la capacidad de ejecutar un comportamiento no estereotipado en respuesta a demandas específicas del ambiente (Garon, Bryson y Smith, 2008). Es decir, los procesos cognitivos implicados en el funcionamiento ejecutivo (FE), permiten regular el comportamiento inhibiendo patrones de respuesta sobreaprendidas, modulando el pensamiento, el comportamiento y la afectividad, en pos de la solución de una situación problemática. Diversos autores han considerado como funciones ejecutivas a: la memoria de trabajo, el control de la atención e inhibitorio, la planificación, la flexibilidad cognitiva y la toma de decisiones, entre otros.

Hay evidencia de que alumnos que presentan mayores capacidades ejecutivas, obtienen un mayor rendimiento escolar (i.e. Welsh et al., 2010), presentan un comportamiento social propositivo y menor incidencia de conductas disruptivas en el contexto escolar (Willoughby, Blair, Wirth, Greenberg & The Family Life Project Investigators, 2012).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, es posible afirmar que las funciones ejecutivas juegan un papel relevante en el rendimiento académico, un correcto desarrollo de los procesos de control ejecutivo, posibilitaría al niño reconocer y representar mentalmente las diferentes situaciones problemáticas planteadas por los docentes. Asimismo, tales capacidades posibilitarían al niño tanto el diseño y ejecución de estrategias mentales de resolución de las mismas, como la evaluación y corrección de su rendimiento, en función de las contingencias resultantes de su comportamiento (Howse, Calkins, Anastopoulos, Keane y Shelton, 2003; Duncan, Dowsett, Claessens, Magnuson,

Huston, Klebanov, et al, 2007; Graziano, Reavis, Keane y Calkins, 2007; McClelland, Cameron, Connor, Farris, Jewkes y, Morrison, 2007; Brock et al, 2009).

Considerando que diversos componentes de las FE tales como planificación, control mental e inhibitorio, flexibilidad mental, razonamiento abstracto y atención sostenida, no maduran de manera uniforme y su desarrollo se da plenamente hasta la edad adulta, la etapa de la escolaridad obligatoria adquiere crucial importancia para su respectivo fomento, lo cual hace necesario mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje teniendo presente estos aspectos cambiantes.

Para estimular la actividad intelectual de los estudiantes, los docentes en las aulas de clase deberán posibilitar la creatividad, la solución de problemas, y en general, el uso de estrategias de pensamiento, partiendo de las evidencias de algunos estudios que indican que los entornos educativos con metodologías diferentes a la tradicional, al parecer, influyen en el fomento de estas funciones (Mann et al., 2015). Es fundamental que el maestro identifique las fortalezas y debilidades de sus alumnos en relación a las funciones ejecutivas con el objetivo de seleccionar las estrategias más adecuadas para promoverlas.

Así mismo, las políticas públicas sociales y educativas deben reconocer la importancia de la estimulación de las FE en los planes curriculares a lo largo del desarrollo de la edad escolar, los cuales también están ligados a las condiciones socioeconómicas y culturales de los entornos de las instituciones educativas.

2.5 Las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemáticas

“El estudio de las funciones ejecutivas implicadas en el rendimiento escolar ha experimentado un notable avance en los últimos años” (García y Muñoz, 2000). “Según diversas investigaciones, dentro de las dimensiones cognoscitivas que integran el rendimiento académico, la matemática ocupa un lugar central y constituye un tema de gran interés debido a las dificultades que presentan los niños en esta área” (Nickerson, 2011).

El adecuado aprendizaje y desarrollo de habilidades matemáticas se da desde temprano en la infancia. El pensamiento lógico, específicamente las habilidades para entender y relacionar enunciados, comparar, clasificar, seriar, abstraer y resolver problemas, están a la base de su desarrollo.

Desde la neuropsicología, la adquisición y dominio de conceptos matemáticos se ha relacionado estrechamente con las FE (i.e. Arroyo et al., 2014; Best et al., 2011; Welsh et al., 2010; Willoughby et al., 2012).

Parecería que las FE básicas (memoria de trabajo, control inhibitorio y atencional) juegan un papel significativo en la adquisición de las capacidades aritméticas, como la adición y la sustracción, al posibilitar su automatización en los grados primarios. Así, la memoria de trabajo y el control inhibitorio resultan más importantes para la ejecución de procedimientos matemáticos más aprendidos. En cambio, las FE más complejas contribuyen en la resolución de tareas matemáticas más demandantes a través del mantenimiento de los objetivos de los problemas, la selección e implementación de procedimientos adecuados, la planificación y secuenciación de los pasos por seguir, el control de la interferencia y el monitoreo de los procesos en ejecución (Gaitán-Chipatecua & Rey- Anacona, 2013).

De acuerdo con el informe PISA (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2013), los escolares argentinos obtuvieron un puntaje inferior al promedio de las 65 naciones evaluadas, en las pruebas de rendimiento en matemáticas. Argentina obtuvo una puntuación de 388 en comparación con el promedio de 494 puntos de los países que componen la OCDE, lo que señala que los adolescentes argentinos si bien dominan habilidades matemáticas básicas, presentan dificultades en logro de otras más complejas, como la resolución de problemas.

Tanto en el ámbito escolar como en el no escolar, los niños deben resolver problemas matemáticos que no solo requieren de un cálculo numérico, sino que también requieren analizar una situación problema y la comprensión de un texto. Los problemas matemáticos se definen como aquellos que se inician con un texto verbal y cuya solución se logra a partir de una operación o una estrategia de conteo informal (Orrantia,2006).

Se ha destacado el rol de la memoria de trabajo en el cálculo aritmético. Señalándose la asociación de la agenda visoespacial con la representación de las magnitudes numéricas (Geary, Hoard, Nugent y Byrd-Craven, 2008). Lee, Ee Lynn y Fong (2009) indagaron, en niños de 11 años de edad, la asociación entre la resolución de problemas matemáticos de texto y el rendimiento en memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva.

Los resultados indicaron que la memoria de trabajo permitía explicar el 25% de la varianza obtenida en pruebas de representación y resolución de problemas.

“En el caso del control inhibitorio, estudios preliminares señalan una relación entre esta función y la capacidad de suprimir información irrelevante en problemas matemáticos que implican un texto” (Marzocchi, Lucangeli, De Meo, Fini y Comoldi, 2002, Passolunghi, Marzocchi y Fiorillo, 2005).

Las habilidades de organización y planificación han sido menos estudiadas en esta área del rendimiento académico. La capacidad de planificación, implica concebir un cambio a partir de las circunstancias presentes, anticipar consecuencias, generar y seleccionar alternativas, construir y evocar un mapa mental que sirva para dirigir la acción al logro de un objetivo (Díaz et al., 2012, Lezak, 1982, Soprano, 2009). “Es una capacidad compleja que requiere de otras funciones: adecuado control de impulsos, atención sostenida, memoria de trabajo, inhibición cognitiva, flexibilidad cognitiva y monitoreo” (Lezak, 1982). Por esto, se considera que “la planificación se articula con el resto de las FE con el fin de alcanzar objetivos futuros” (Díaz et al., 2012).

La capacidad de organización es una función ejecutiva que contribuye con la habilidad de elaborar un plan de trabajo, en tanto implica ordenar la información de manera adecuada y jerarquizarla en función de un plan previsto. También se relaciona con la capacidad de identificar ideas o conceptos centrales durante el aprendizaje o la comunicación de información oral o escrita (Soprano, 2003, Tirapu et al., 2008).

A partir de estos datos, los autores consideran que la capacidad de planificación podría ser un componente crítico para un adecuado desempeño en aritmética (Butler et al., 2002), aunque sugieren que otros procesos cognitivos también podrían estar implicados. Los autores aseguran, que, si bien los resultados sugieren una relación entre una adecuada capacidad de planificación y la resolución exitosa de las operaciones aritméticas, es posible que también estén implicados otros procesos cognitivos. Sin embargo, a partir de los resultados obtenidos consideran que la capacidad de planificación podría ser un componente crítico para un adecuado desempeño en aritmética (Butler et al., 2002). En conjunto los datos presentados destacan la contribución de algunas funciones ejecutivas, como el control inhibitorio y la memoria de trabajo, en la resolución de problemas matemáticos. Sin embargo, existen pocos reportes que hayan indagado la posible

asociación entre la habilidad para resolver problemas matemáticos y las competencias ejecutivas de planificación y organización.

Teniendo en cuenta el artículo: “Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos” de las autoras: María Jimena Arroyo, Celina Graciela Korzeniowski y Adriana Espósito, se llevó a cabo un estudio cuyo objetivo fue analizar la asociación entre la resolución de problemas matemáticos y las funciones ejecutivas de planificación y organización en niños de edad escolar. La investigación se realizó en dos escuelas de gestión pública de la ciudad de Mendoza, Argentina. La muestra estuvo conformada por 143 escolares, de ambos sexos, entre 8 y 11 años de edad, pertenecientes a un nivel socio-económico medio bajo. Para evaluar el funcionamiento ejecutivo y rendimiento matemático de los niños, se utilizó el Test Rey (Rey, 1999), el Test Laberintos de Porteus (Porteus, 2006) y el Subtest problemas aplicados (Woodcock y Muñoz-Sandoval, 1996). Los resultados obtenidos indicaron que las capacidades de organización y planificación constituyen componentes importantes, pero no únicos, que intervienen en la resolución de los problemas matemáticos en los niños. Por lo tanto, sería interesante ponderar en estudios futuros el aporte de otros procesos ejecutivos como la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva, previamente asociados con el rendimiento en matemáticas; para valorar con mayor precisión el aporte específico de las capacidades de planificación y organización en este proceso.

En la actualidad, distintas áreas de investigación estudian los procesos matemáticos y se han propuesto disminuir la distancia entre la neurociencia cognitiva del desarrollo y la práctica educativa (Menon, 2010). Para ello, se han explorado distintos procesos cognitivos que intervienen en las habilidades matemáticas como: la memoria de trabajo, la toma de decisiones, la atención (Menon, 2010), el control inhibitorio (Fiorillo, Marzocchi y Passolunghi, 2005) y la representación espacial de los números (Kucian et al., 2011). La resolución de problemas matemáticos de texto es un proceso complejo que implica leer y comprender el texto, describir las relaciones numéricas, para luego realizar un proceso de traducción del texto a cálculos, ecuaciones o a una estrategia informal que posibilite solucionar el problema (Cirino et al., 2012). A su vez, se requiere de la capacidad de distinguir qué información es relevante para ser seleccionada, integrada y utilizada, y cuál debe ser ignorada (Fiorillo, Marzocchi y Passolunghi, 2005) para elaborar un plan de resolución a partir de una representación del mismo (Oakhill y Thevenot, 2005).

Resolver exitosamente problemas matemáticos requiere ordenar y jerarquizar adecuadamente la información disponible, así como construir un mapa mental que sirva para la consecución del objetivo propuesto. En coherencia con este planteo, un estudio (Butler, Edwards, Haley y Sikora, 2002) comparó el rendimiento en una prueba de planificación (Torres de Londres) en tres grupos de niños: niños con dificultades en aritmética, niños con dificultades en lectura y un grupo de niños sin dificultades en estas áreas curriculares. Los resultados indicaron que aquellos niños con dificultades en aritmética presentaron un rendimiento significativamente inferior en la prueba de planificación en comparación con los otros dos grupos evaluados.

La resolución de problemas es la tarea matemática en la que la participación de las funciones ejecutivas es más necesaria. En la resolución de un problema, el alumno debe leer y comprender el texto, integrar datos, seleccionar estrategias de organización de la información, “traducir” el lenguaje verbal al lenguaje matemático, mantener datos en la memoria de trabajo, controlar la impulsividad, monitorizar la propia ejecución y tener flexibilidad para cambiar de plan y estrategias cuando las estimaciones de éxito no sean adecuadas. Además de estas funciones ejecutivas “cognitivas”, la resolución de problemas comporta tomar decisiones, enfrentarse a la incertidumbre y aceptar la posibilidad de fracaso, es decir, implica un riesgo. Por eso, los factores afectivo-motivacionales juegan un papel importante (Baroody, 1988).

Para la resolución de problemas escritos se han propuesto distintos formatos o procedimientos que, básicamente, consisten en una serie de pasos a seguir por el alumno, primero guiado verbalmente por el profesor y más adelante de manera autónoma.

El primer objetivo es comprender el enunciado del problema y la realidad a la que se refiere por lo que la cuestión es más compleja que comprender un texto. Son varias las estrategias/técnicas que se pueden utilizar en la comprensión del problema.

La búsqueda de “palabras clave” que permitan una traducción directa de palabras del enunciado a operaciones matemáticas (así, la palabra “falta” implica restar) es útil únicamente en problemas rutinarios sencillos. Sí es fundamental que el niño utilice la relectura del enunciado para diferenciar y memorizar los datos aportados y los datos pedidos para lo cual se pueden utilizar plantillas preparadas al efecto. Más adelante, se puede incluso diferenciar entre datos irrelevantes, datos relevantes e incógnitas. El análisis y comprensión verbal del enunciado no garantiza la comprensión de la realidad a la que se

refiere. Es necesario que el sujeto sea capaz de representarse mentalmente esa situación. Para ello, se han realizado varias propuestas basadas en el uso de imágenes, desde los dibujos esquemáticos a modo de cajas propuestos por Willis y Fuson para los problemas verbales de suma y resta (Miranda, Fortes y Gil, 2000) hasta la representación de la realidad del problema mediante dibujos sencillos (líneas numeradas, polígonos, recipientes, etc.) en los que situar los datos numéricos. Se sabe que la combinación de estrategias verbales y visuales mejora la comprensión y recuerdo de la información del problema (Roditi y Steinberg, 2007). No obstante, en algunos casos, el alumno debe recibir un entrenamiento previo en la realización de dibujos sencillos útiles, principalmente cuando las dificultades de matemáticas van asociadas a déficit visoespacial.

El uso de autopreguntas (por ejemplo: ¿Lo he comprendido?) como estrategia de monitorización puede servir de puente entre la fase de comprensión/ representación del problema y la fase de resolución. En esta segunda fase, el sujeto debe hacer una planificación de las operaciones a realizar y una estimación del resultado final. Igualmente, debe tener flexibilidad para cambiar el plan si el establecido inicialmente no permite resolver correctamente el problema. Para el desarrollo de estrategias de planificación y flexibilidad se pueden utilizar problemas que, sin aumentar la complejidad semántica, requieran varias operaciones sencillas, que tengan varias soluciones y/o que puedan resolverse de distintas maneras. Cuando la complejidad de problema aumente, es necesario que el alumno utilice estrategias básicas de colocación de las operaciones en el papel y de resaltado gráfico de los resultados parciales y finales.

Por último, una vez terminado el problema, se debe monitorizar el resultado con una relectura del enunciado y una valoración de la coherencia del resultado. Como estrategia general de monitorización, el análisis de errores permitirá al profesor y al alumno identificar cuáles son los errores más frecuentes (rapidez en la ejecución, fallos en el razonamiento y elección de operaciones, mala colocación de los datos, errores de cálculo, etc.). Este análisis permitirá al profesor o terapeuta diseñar actividades apropiadas; al alumno, tomar conciencia de las causas de los errores y modificar sus actuaciones futuras.

FASE EMPÍRICA

II. FASE EMPÍRICA

CAP 1: MARCO METODOLÓGICO

1.1 Planteamiento del problema

El problema que se plantea en este Trabajo Final de Licenciatura está dirigido al reconocimiento de la relación existente entre las Funciones Ejecutivas y el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario.

Las funciones ejecutivas son procesos de control cognitivo que regulan los pensamientos y las acciones en el sostenimiento de un comportamiento dirigido a una meta e involucran un número de procesos cognitivos de alto orden, tales como planificación y toma de decisiones, inhibición, mantenimiento y manipulación de información en la memoria, inhibir pensamientos, sentimientos y acciones no deseadas, y cambiar flexiblemente de una tarea a otra (Barker et al., 2014, p. 1).

La investigación se centrará en el rendimiento escolar en el área de matemática y su relación con las FE. El adecuado aprendizaje y desarrollo de habilidades matemáticas se desarrolla desde la primera infancia para su posterior evolución, llegando al pensamiento lógico. En el pensamiento lógico, podremos encontrar específicamente las habilidades para entender y relacionar enunciados, comparar, clasificar, seriar, abstraer y resolver problemas, las cuales están a la base de su desarrollo. Desde la neuropsicología, la adquisición y dominio de conceptos matemáticos se ha relacionado estrechamente con las FE (i.e. Arroyo et al., 2014; Best et al., 2011; Welsh et al., 2010; Willoughby et al., 2012).

Por último, “las ganancias ejecutivas en esta etapa vital, les permiten a los niños procesar y manipular de forma mental una mayor cantidad de información, construir esquemas mentales y comprender las condiciones más relevantes de las tareas o problemas dados” (Flores-Lázaro et al., 2014). Posibilitan el uso eficiente de estrategias de memoria, promueven el aprendizaje, el desarrollo de diversas hipótesis o alternativas de solución a problemas, el desarrollo de la capacidad de abstracción y el avance en la organización y

planeación de sus actividades (Flores-Lázaro et al., 2014). Estos logros tendrán importantes repercusiones en el ámbito escolar, social y emocional de los niños.

En consecuencia, se considera de vital importancia que la muestra esté conformada por alumnos de 1° año de nivel secundario debido a que algunas funciones como la inhibición de respuesta y el control atencional maduran tempranamente, mientras que otras como la memoria de trabajo, la planificación, la categorización, la metacognición, la resolución de problemas, el control de la interferencia y la fluidez verbal evidencian mejoras en la adolescencia y en la adultez, mostrando un pico de crecimiento entre los 15 y 19 años. Quizás estas ganancias, reflejen la coordinación entre los diferentes procesos cognitivos, lo que conduciría a un mejor desempeño escolar y específicamente en el área de matemática.

Por ende, será fundamental indagar en qué medida influyen las funciones ejecutivas en el rendimiento en matemática de dichos alumnos. Las FE más complejas contribuyen en la resolución de tareas matemáticas más demandantes a través del mantenimiento de los objetivos de los problemas, la selección e implementación de procedimientos adecuados, la planificación y secuenciación de los pasos por seguir, el control de la interferencia y el monitoreo de los procesos en ejecución (Gaitán-Chipatecua & Rey- Anacona, 2013).

Preguntas de investigación

1. ¿Qué importancia tienen las funciones ejecutivas en el desarrollo humano y su aprendizaje escolar?
2. ¿Cuáles son las características del funcionamiento ejecutivo en la adolescencia?
3. ¿Cuál es el rol de las funciones ejecutivas en el aprendizaje de las matemáticas?
4. ¿Se consideran las funciones ejecutivas como uno de los factores fundamentales que influyen en el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario?

1.2 Justificación

Respecto al concepto de Funciones Ejecutivas, se toma de referencia a la autora Adele Diamond en su artículo denominado Executive Functions (2013), la cual manifiesta que las funciones ejecutivas como la creatividad, la flexibilidad, el autocontrol y la disciplina son

importantes para el éxito en el siglo XXI. Las FE nos permiten jugar mentalmente con ideas, adaptarnos rápida y flexiblemente a las circunstancias cambiantes, tomarnos el tiempo para considerar qué hacer a continuación, resistir las tentaciones, mantenernos enfocados y enfrentar desafíos nuevos e imprevistos.

Existe un acuerdo general de que hay tres funciones ejecutivas principales (por ejemplo, Lehto et al. 2003, Miyake et al. 2000): inhibición, memoria de trabajo (WM), y flexibilidad cognitiva (también llamada cambio de conjunto, flexibilidad mental o cambio de conjunto mental y estrechamente vinculado a la creatividad). A partir de estos, se construyen FE de orden superior, tales como razonamiento, resolución de problemas y planificación (Collins y Koechlin 2012, Lunt et al. 2012). Las FE son habilidades esenciales para la salud mental y física; para el éxito en la escuela y en la vida; y para el desarrollo cognitivo, social y psicológico.

Compartimos incluso con organismos simples la capacidad de ser condicionados (de ser afectados por nuestra experiencia), y nosotros, como ellos, venimos al mundo con ciertas predisposiciones biológicas. Sin embargo, podemos tener en cuenta cosas que no podemos ver e inhibir nuestras predisposiciones y respuestas condicionadas, por frágiles e incompletas que puedan ser esas habilidades. Tenemos la posibilidad de elegir y controlar lo que hacemos.

Respecto a la presente investigación, se infiere que la variable FE se relaciona con el rendimiento en matemática, por lo que se consideró de vital importancia lo expuesto por la autora María Jimena Arroyo, et al. (2014). En su artículo denominado *Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos*, en el cual se pone de manifiesto que “analizar la relación entre el funcionamiento ejecutivo y el rendimiento escolar requiere considerar la interacción entre el proceso de maduración cerebral de los niños y las experiencias de estimulación que reciben de su ambiente” (Korzeniowski, 2011). Si bien esta investigación está abocada al trabajo con adolescentes cuyas edades oscilan entre 14 y 15 años, es fundamental considerar la importancia del contexto socioambiental con todo lo que eso conlleva, lo cual va a repercutir en la adolescencia de diversas formas teniendo en cuenta múltiples factores como las dinámicas familiares, motivación, estimulación, factores de riesgo y protectores.

Siguiendo a dicha investigadora, en su artículo se manifiesta lo siguiente:

En la actualidad, distintas áreas de investigación estudian los procesos matemáticos y se han propuesto disminuir la distancia entre la neurociencia cognitiva del desarrollo y la práctica educativa (Menon, 2010). Para ello, se han explorado distintos procesos cognitivos que intervienen en las habilidades matemáticas como: la memoria de trabajo, la toma de decisiones, la atención (Menon, 2010), el control inhibitorio (Fiorillo, Marzocchi y Passolunghi, 2005) y la representación espacial de los números (Kucianet al., 2011).

Los autores del artículo mencionado con anterioridad concluyen que las capacidades de organización y planificación constituyen componentes importantes, pero no únicos, que intervienen en la resolución de los problemas matemáticos. Frente a un problema matemático se requiere la integración y coordinación de múltiples funciones ejecutivas. Dentro de estas funciones, la planificación posibilitaría construir y seleccionar alternativas de solución, anticipar consecuencias y generar un modelo de problema. Mientras que la capacidad de organización, les permitiría ordenar la información que se presenta en el problema y lograr jerarquizarla en función de un plan previsto.

1.3 Tipo y Nivel de Investigación

Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su obra Metodología de la Investigación, sostienen que todo trabajo de investigación se sustenta en dos enfoques principales: el enfoque cuantitativo y el enfoque cualitativo, los cuales de manera conjunta forman un tercer enfoque: El enfoque mixto.

El enfoque seguido en la presente investigación es el enfoque mixto ya que combina algunas de las características de los otros dos enfoques mencionados previamente. A continuación, se detallan dichas características:

- Basado en investigaciones previas

- Una de sus finalidades es consolidar las creencias y establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.
- Existe una realidad objetiva única.
- El mundo es concebido como externo al investigador.
- Cuestionarios validados científicamente combinados con preguntas adicionales hacia los participantes de dicha investigación.
- Planteamientos más abiertos basados en entrevistas de tipo mixtas con los docentes y profesionales pertenecientes al equipo de orientación y directivo de las escuelas, con el objetivo de recabar la información pertinente.

1.4 Objetivos de la investigación

Generales

1. Valorar la relación existente entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario.

Específicos

1. Describir teóricamente el funcionamiento ejecutivo y su relación con el aprendizaje de las matemáticas en la adolescencia.
2. Establecer la relación estadística existente entre las Funciones Ejecutivas y el rendimiento matemático en alumnos de 1° año de nivel secundario.
3. Aportar datos significativos para futuras investigaciones acerca de los factores que determinan un adecuado rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario.

1.5 Hipótesis

Las hipótesis de investigación, se definen como proposiciones tentativas acerca de las posibles relaciones entre dos o más variables (Babbie, 2014 y 2012; Martin y Bridgmon, 2012; Davis, 2008; Kalaian y Kasim, 2008 e Iversen, 2003).

Teniendo en cuenta dichas hipótesis, se llevará a cabo un estudio de tipo cuantitativo. Tendrá un alcance correlacional y explicativo, en el que se desarrollarán hipótesis correlacionales y causales.

1. Las funciones ejecutivas se relacionan con el rendimiento matemáticos en alumnos de nivel secundario. (Hipótesis general)
2. Existe una correlación entre las funciones ejecutivas y el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario. (Hipótesis positiva)
3. Un adecuado rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario no está determinado por el desarrollo de las funciones ejecutivas de dichos estudiantes. (Hipótesis negativa)
4. El rendimiento en matemáticas es independiente del desarrollo de las funciones ejecutivas en alumnos de 1° año de nivel secundario. (Hipótesis nula)

1.6 Diseño de investigación

El diseño que presenta la investigación es experimental, ya que se prepara deliberadamente una situación a la que son expuestos varios casos o individuos. Esta situación consiste en recibir un tratamiento, una condición o un estímulo en determinadas circunstancias, para después evaluar los efectos de la exposición o aplicación de dicho tratamiento o tal condición. En este caso, los alumnos de 1° año de nivel secundario deberán responder una serie de ítems de la escala “EFECO” y preguntas adicionales referidas a su rendimiento en matemática, su promedio y aplazos existentes en dicha área.

En un estudio experimental se construye el contexto y se manipula de manera intencional la variable independiente y se observa el efecto de esta manipulación sobre la variable dependiente. La investigación experimental tiene alcances iniciales y finales correlacionales y explicativos.

1.7 Operacionalización de las variables

- ✓ Funciones ejecutivas. (tipo de variable independiente cuantitativa)
- ✓ Rendimiento en matemática. (tipo de variable dependiente cuantitativa)
- ✓ Alumnos de 1° año de nivel secundario. (tipo de variable dependiente cuantitativa)

Tabla 8

Variables analizadas, definiciones e instrumentos aplicados.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INSTRUMENTOS
Funciones Ejecutivas	Según Pineda (2000, cit. por Barceló et al., 2006). Las funciones ejecutivas permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognoscitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas (p. 115).	Escala EFECO, preguntas adicionales dirigidas a los alumnos, entrevista docente, entrevista M. Jimena Arroyo (Investigadora de Conicet).
Rendimiento en Matemática	El adecuado aprendizaje y desarrollo de habilidades matemáticas se da desde temprano en la infancia. El pensamiento lógico, específicamente las habilidades para entender y relacionar enunciados, comparar, clasificar, seriar, abstraer y resolver problemas, están a la base de su desarrollo. Desde la neuropsicología, la adquisición y dominio de conceptos	Preguntas adicionales dirigidas a los alumnos, entrevista docente, entrevista M. Jimena Arroyo (Investigadora de Conicet).

	matemáticos se ha relacionado estrechamente con las FE (i.e. Arroyo et al., 2014; Best et al., 2011; Welsh et al., 2010; Willoughby et al., 2012).	
Alumnos de 1° año de Nivel Secundario	Verónica Gaete (2015) afirma que el término adolescencia deriva del latín «adolescere» que significa «crecer hacia la adultez». La adolescencia es aquella etapa del desarrollo ubicada entre la infancia y la adultez, en la que ocurre un proceso creciente de maduración física, psicológica y social que lleva al ser humano a transformarse en un adulto. En este período, en el que ocurren cambios rápidos y de gran magnitud, la persona se hace tanto biológica, como psicológica y socialmente madura y capaz de vivir en forma independiente (o más bien en camino hacia ello en la actualidad, aunque depende de las circunstancias).	Escala EFECO, preguntas adicionales dirigidas a los alumnos, entrevista docente, entrevista M. Jimena Arroyo (Investigadora de Conicet).

1.8 Muestra

La muestra está conformada por 136 alumnos de 1° año de nivel secundario, cuyas respuestas corresponden a su rendimiento en el año 2019, pertenecientes a los colegios “Martín Miguel de Güemes” (Institución de carácter pública, conformada por 74 alumnos) y “Nuestra Señora del Rosario de Pompeya” (Institución de carácter privada, conformada por 62 alumnos), situados en la provincia de Mendoza, Argentina.

1.9 Recolección de datos e instrumento

Se utilizó la Escala EFECO para evaluar las funciones ejecutivas en los alumnos.

Uno de los motivos por los que se eligió dicha escala fue porque consiste en una evaluación ecológica. Se entiende por validez ecológica a la capacidad que tiene una prueba para hacer inferencias o predicciones fiables sobre el desempeño funcional de los sujetos (BombínGonzález, y otros, 2014), por tanto, las pruebas ecológicamente válidas son aquellas que tienen características similares a las situaciones que encontrarían los individuos en la vida real (Franzen & Wilhelm, 1996).

El cuestionario EFECO, es un instrumento que permite evaluar las funciones ejecutivas: flexibilidad, organización de materiales, monitorización, control inhibitorio, control emocional, memoria de trabajo, iniciativa y planificación. Fue desarrollado para su reporte por parte de padres y/o profesores del paciente evaluado. Ha sido validado en España por García Gómez (2015), donde se ha reportado que el instrumento cuenta con adecuadas propiedades psicométricas para su aplicación. Además, una de las bondades del cuestionario EFECO es su condición de uso libre, el cual se une a interesantes propuestas de uso abierto para evaluar las funciones ejecutivas, como lo es la plataforma PEBL (Mueller & Piper, 2014) que dispone de diversos experimentos para evaluar estas funciones neuropsicológicas.

Se compone de 67 ítems que se valoran en una escala tipo Likert de cero puntos cuando la respuesta es nunca, un punto cuando es a veces, dos puntos cuando se responde con frecuencia y tres puntos cuando la respuesta es con mucha frecuencia. Lo mencionado anteriormente posibilita su cumplimentación en no más de 15 minutos.

En cuanto a parámetros de consistencia interna de la escala original EFECO, para su aplicación mediante el reporte de padres y profesores, se ha encontrado que su coeficiente de Alfa de Cronbach es $\alpha=.96$ y en el análisis de dos mitades de Guttman $.94$ (García-Gómez, 2015). El primer paso que se siguió en la adaptación del cuestionario, fue la contextualización lingüística de cada ítem para proponerlo en auto reporte. Posteriormente, se solicitó el juicio experto de tres investigadores con amplia experiencia en funciones ejecutivas. Luego de insertar sugerencias en relación al contenido de los ítems, se procedió a ejecutar un estudio piloto con un grupo de estudiantes que no participaron en la investigación. En esta fase se constató que el instrumento se encontrara en un adecuado

estado para su utilización, para posteriormente ser aplicado en grupos de alrededor 10 participantes. En todo momento de la investigación se respetó los estándares éticos de investigación con seres humanos declarados en Helsinki (Nathanson, 2013; Williams, 2008). Se solicitó la firma de consentimiento y asentimiento de participación, en todo momento se mantuvo absoluta confidencialidad y se protegió la integridad física y psicológica de los participantes.

En los descriptivos de cada escala se encontró una media (M) y desviación estándar (DE) de: inhibición M=8.33 (DE=4.53), flexibilidad M=5.15 (DE=2.82), control emocional M=7.82 (DE=4.79), organización de materiales M=6.29 (DE=3.96), monitorización M=5.44 (DE=3.40), iniciativa M=7.25 (DE=4.13), memoria de trabajo M=8.09 (DE=4.59) y planificación M=6.28 (DE=3.36). Para evaluar la consistencia interna del instrumento se realizó un análisis basado en el procedimiento de Alfa de Cronbach, en donde se encontró que el total de la escala presenta un coeficiente $\alpha=.95$, lo cual permite afirmar que el instrumento cumple con un parámetro adecuado de confiabilidad.

En cada escala del cuestionario se obtuvieron coeficientes de alfa de Cronbach aceptables: inhibición $\alpha=.76$, flexibilidad $\alpha=.64$, control emocional $\alpha=.83$, planificación $\alpha=.73$, organización de materiales $\alpha=.78$, monitorización $\alpha=.72$, iniciativa $\alpha=.77$ y memoria de trabajo $\alpha=.82$. En el análisis de correlación de los ítems con el total de la escala, se encontró que correlacionan entre .30 y .60, lo cual sugiere que los ítems se encuentran asociados entre sí y aportan de manera adecuada en la valoración de las funciones ejecutivas. Únicamente los ítems 43 y 53 presentan una correlación inferior, sin embargo, se observa que eliminarlos no mejora significativamente el coeficiente de consistencia interna de la escala, por lo que, se decidió conservarlos dentro del reactivo.

En la conformación de las diferentes funciones ejecutivas se siguió la configuración propuesta por García-Gómez (2015), en donde se considera que cada función ejecutiva se compone por los siguientes ítems. Monitorización: 2, 6, 11, 12, 25, 29, 31, 35 y 43; inhibición: 3, 14, 15, 18, 21, 33, 34, 37, 42 y 46; flexibilidad cognitiva: 4, 23, 27, 32, 49 y 59; control emocional: 7, 19, 48, 50, 55, 63 y 67; planificación: 22, 28, 39, 61, 62, 58 y 44; organización de materiales: 1, 9, 10, 26, 30, 45, 51, y 60; iniciativa: 8, 17, 20, 36, 40, 47, 53, 56, 64 y 65; y memoria de trabajo: 5, 13, 16, 24, 38, 41, 52, 54, 57 y 66.

Los siguientes índices numéricos establecen la procedencia de cada ítem: (1) brief de Gioia et al. (2000), (2) dex de Pedrero-Pérez et al. (2009), (3) Cuestionarios de conducta de Conners (1989), (4) Indicadores de funcionamiento ejecutivo de Cadavid (2008), (5) basc de Reynolds y Kamphaus (1992) y (6) Reformulados por nuestro equipo.

Para analizar la validez de constructo de la escala se realizó un análisis factorial confirmatorio, donde se hipotizaron tres modelos de funciones ejecutivas: (a) de un factor principal, que hemos denominado sistema supervisor ejecutivo global, (b) dos factores principales, denominadas como sistema supervisor de la conducta y sistema supervisor de la cognición y (c) un tercer modelo con tres factores, sistema supervisor de la emoción, sistema supervisor de la cognición y sistema supervisor de la conducta.

Para analizar la capacidad discriminativa del EFECO se valoró el funcionamiento ejecutivo en dos grupos de estudiantes: con alto y bajo rendimiento académico. En esta comparación se encontró que, los estudiantes con alto rendimiento académico presentan un mejor desempeño en las funciones ejecutivas, a diferencia de los estudiantes con bajo rendimiento académico, quienes presentan mayores dificultades en su funcionamiento ejecutivo.

Este hallazgo tiene relación con lo afirmado por Mulder y Cragg (2014), Jacob y Parkinson (2015) y Reyes, Barreyro y Injoque-Ricle (2015), quienes aseveran que las funciones ejecutivas tienen una relación directa con el rendimiento académico, ya que estas funciones cognitivas de alto nivel, serían factores que pueden determinar el éxito o fracaso de un estudiante en el contexto educativo. En este sentido, Meltzer (2010) puntualiza que el éxito académico de los alumnos depende de sus habilidades para planificar y priorizar el tiempo, para organizar los materiales y la información disponible, para separar las ideas fundamentales de las accesorias, para cambiar de rumbo de forma flexible en una actividad cuando sea requerido, controlar o monitorizar el desarrollo de las actividades y reflexionar sobre el trabajo realizado.

Es importante destacar que, con el fin de poder utilizar sus resultados, se realizará un análisis por las áreas propuestas en la escala EFECO, atendiendo a la media de sus puntajes brutos y a los porcentajes. No se opta por el puntaje Z, dado que el mismo responde a una aplicación e interpretación individual, teniendo como finalidad este Trabajo Final de Licenciatura una interpretación colectiva de los resultados.

1.10. Entrevista

Del artículo *La entrevista, recurso flexible y dinámico*, Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013), se desprende la definición de la misma: es una técnica de gran utilidad en la investigación cualitativa para recabar datos; se define como una conversación que se propone un fin determinado distinto al simple hecho de conversar. Es un instrumento técnico que adopta la forma de un diálogo coloquial. Canales la define como "la comunicación interpersonal establecida entre el investigador y el sujeto de estudio, a fin de obtener respuestas verbales a las interrogantes planteadas sobre el problema propuesto". Heinemann propone para complementarla, el uso de "otro tipo de estímulos, por ejemplo, visuales, para obtener información útil para resolver la pregunta central de la investigación".

Se argumenta que la entrevista es más eficaz que el cuestionario porque obtiene información más completa y profunda, además presenta la posibilidad de aclarar dudas durante el proceso, asegurando respuestas más útiles.

Según Martínez M. La investigación cualitativa etnográfica en educación:

La entrevista es muy ventajosa principalmente en los estudios descriptivos y en las fases de exploración, así como para diseñar instrumentos de recolección de datos (la entrevista en la investigación cualitativa, independientemente del modelo que se decida emplear, se caracteriza por los siguientes elementos: tiene como propósito obtener información en relación con un tema determinado; se busca que la información recabada sea lo más precisa posible; se pretende conseguir los significados que los informantes atribuyen a los temas en cuestión; el entrevistador debe mantener una actitud activa durante el desarrollo de la entrevista, en la que la interpretación sea continua con la finalidad de obtener una comprensión profunda del discurso del entrevistado). Con frecuencia la entrevista se complementa con otras técnicas de acuerdo a la naturaleza específica de la

investigación (1998).

En este caso, se llevó a cabo una entrevista de tipo semiestructurada, la cual presenta un grado mayor de flexibilidad que las estructuradas, debido a que parten de preguntas planeadas, que pueden ajustarse a los entrevistados. Su ventaja es la posibilidad de adaptarse a los sujetos con enormes posibilidades para motivar al interlocutor, aclarar términos, identificar ambigüedades y reducir formalismos.

Teniendo en cuenta lo propuesto por Flick U. Introducción a la investigación cualitativa:

En la entrevista semiestructurada, durante la propia situación de entrevista el entrevistador requiere tomar decisiones que implican alto grado de sensibilidad hacia el curso de la entrevista y al entrevistado, con una buena visión de lo que se ha dicho. Por ejemplo, ante una pregunta que ya se haya respondido, tal vez de paso, se tendrá que decidir si se realiza de nuevo para obtener mayor profundidad o dejarla fuera. Otro reto es el manejo de un tiempo limitado y el interés por hacer todas las preguntas de la guía.

Asimismo, el entrevistador debe estar alerta de su comportamiento no verbal y sus reacciones ante las respuestas, para no intimidar o propiciar restricciones en los testimonios del entrevistado.

Otra manera de denominar a la entrevista semiestructurada es: entrevista etnográfica. Se puede definir como una "conversación amistosa" entre informante y entrevistador, convirtiéndose este último en un oidor, alguien que escucha con atención, no impone ni interpretaciones ni respuestas, guiando el curso de la entrevista hacia los temas que a él le interesan. Su propósito es realizar un trabajo de campo para comprender la vida social y cultural de diversos grupos, a través de interpretaciones subjetivas para explicar la conducta del grupo. (2007, p. 89-109)

Se consideraron las fases de la entrevista:

Con base en la clasificación mencionada se identifica que cada tipo de entrevista tiene su peculiaridad, sin embargo, en el momento de su desarrollo se presentan determinados momentos homogéneos. Estos momentos o fases de la entrevista son los siguientes (Figura 6):

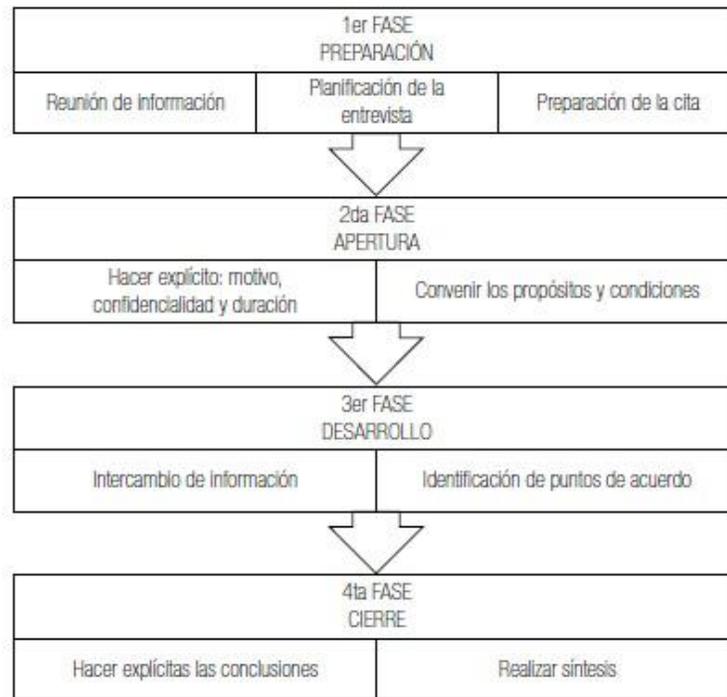


FIGURA 6. Fases de la entrevista

Fuente: La entrevista, recurso flexible y dinámico. Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013).

a. Primera fase: preparación. Es el momento previo a la entrevista, en el cual se planifican los aspectos organizativos de la misma como son los objetivos, redacción de preguntas guía y convocatoria.

b. Segunda fase: apertura. Es la fase cuando se está con el entrevistado en el lugar de la cita, en el que se plantean los objetivos que se pretenden con la entrevista, el tiempo de duración. También, es el momento oportuno para solicitar el consentimiento de grabar o filmar la conversación.

c. Tercera fase: desarrollo. Constituye el núcleo de la entrevista, en el que se intercambia información siguiendo la guía de preguntas con flexibilidad. Es cuando el entrevistador hace uso de sus recursos para obtener la información que se requiere.

d. Cuarta fase: cierre. Es el momento en el que conviene anticipar el final de la entrevista para que el entrevistado recapitule mentalmente lo que ha dicho y provocar en él la oportunidad de que profundice o exprese ideas que no ha mencionado. Se hace una síntesis de la conversación para puntualizar la información obtenida y finalmente se agradece al entrevistado su participación en el estudio.

Por último, se tuvo en cuenta las recomendaciones de Miguel Martínez para entrevistar a la docente:

- Contar con una guía de entrevista, con preguntas agrupadas por temas o categorías, con base en los objetivos del estudio y la literatura del tema.
- Elegir un lugar agradable que favorezca un diálogo profundo con el entrevistado y sin ruidos que entorpezcan la entrevista y la grabación.
- Explicar al entrevistado los propósitos de la entrevista y solicitar autorización para grabarla o video-grabarla.
- Tomar los datos personales que se consideren apropiados para los fines de la investigación.
- La actitud general del entrevistador debe ser receptiva y sensible, no mostrar desaprobación en los testimonios.
- Seguir la guía de preguntas de manera que el entrevistado hable de manera libre y espontánea, si es necesario se modifica el orden y contenido de las preguntas acorde al proceso de la entrevista.
- No interrumpir el curso del pensamiento del entrevistado y dar libertad de tratar otros temas que el entrevistador perciba relacionados con las preguntas.
- Con prudencia y sin presión invitar al entrevistado a explicar, profundizar o aclarar aspectos relevantes para el propósito del estudio.

(Martínez M. La investigación cualitativa etnográfica en educación, 1998).

Debido a la situación particular que se vivió en el año 2020, pandemia por Covid-19, no se pudo realizar un trabajo de forma presencial por lo cual se tuvo que modificar la metodología para recabar la información de una forma válida y confiable, sin dejar de tener en cuenta la importancia de la comunicación con algunas de las personas más allegadas a los alumnos, como lo son sus profesores. Se pudo llevar a cabo una entrevista la cual corresponde a la Profesora de 1° año del Colegio Nuestra Señora del Rosario de Pompeya con el objetivo de conocer cuáles eran sus fortalezas y debilidades, el rendimiento en general, los temas en los que presentaron mayores dificultades. Por otro lado, se indagó acerca del conocimiento de dicha profesora sobre el término “Funciones Ejecutivas” y sus creencias sobre la implicancia de dichas funciones en el rendimiento en matemática. Finalmente, se les solicitó enviar una secuencia de matemática para ejemplificar los ejercicios o conocimientos con los cuales trabajaban los alumnos.

La entrevista se realizó por medio de una plataforma virtual denominada *meet*, la cual permitió observar los gestos de la entrevistada, sus expresiones, emociones y promovió un diálogo más ameno, caso contrario si se hubiera optado por un cuestionario o entrevista respondida de forma escrita. La misma se basó en lo acontecido en el año 2019, cuando los alumnos cursaban 1° año de nivel secundario. La profesora estaba a cargo de dos cursos de aproximadamente 60 alumnos en total, de entre 12-13 años. Describió que en un curso hubo un rendimiento bueno, y en el otro muy bueno.

Respecto a las fortalezas de los alumnos reconoció que en general fueron: Capacidad de razonamiento, automonitoreo de la tarea al finalizarla y control inhibitorio. En relación a las debilidades, uno de los cursos presentaba falta de organización y planificación, ambos cursos dificultad para retener por un breve periodo de tiempo los datos necesarios para la resolución eficaz de las actividades. Por último, uno de los cursos manifestaba rigidez al momento de adaptarse a los cambios propuestos en las distintas actividades.

Los temas en general en los que los alumnos presentaron mayores dificultades para su comprensión y rendimiento consistieron en:

- Operaciones complejas con fracciones.
- Resolución de situaciones problemáticas, debido a que según manifestó la docente, les requería un esfuerzo considerable la comprensión lectora de dicho problema, por lo cual debía evitar utilizar un lenguaje técnico o implícito para que los adolescentes pudieran resolver los ejercicios adecuadamente.

Respecto al término "Funciones Ejecutivas" expresó no tener noción del mismo, por lo cual la alumna se lo explicó y la docente reconoció que influyen considerablemente en el rendimiento en matemática en los alumnos. Las habilidades mentales que consideró que se ponen en juego al momento de resolver los conocimientos propios de 1° año son:

- Razonamiento (hace hincapié en esta habilidad, afirmando que es la más importante, y que los alumnos pueden prescindir de la atención y memoria si conservan dicha habilidad, debido a que se relaciona con la lógica y resuelven los ejercicios por deducción).
- Planificación
- Motivación
- Capacidad de asociación
- Creatividad
- Inhibición. Respecto a esta habilidad sostiene que es contraproducente inhibirse ya que la matemática es prueba y error.
- Interpretación
- Monitorización

A modo de conclusión, fue una entrevista en la cual se reveló la importancia de la "presencialidad", del vínculo. Las primeras frases de esa profesora fueron "No sabes lo difícil que es enseñar matemática a través de la virtualidad". "Nunca me imaginé que duraría tantos meses". Más allá del proceso de enseñanza-aprendizaje, fue un diálogo tan enriquecedor, porque en primer lugar me comuniqué con una docente que, a pesar de las situaciones difíciles, (sumamente difíciles) que le tocó vivir, nunca dejó de pensar en el bienestar de sus alumnos. Una docente que no corrió con los tiempos ni exigió a sus alumnos para la tan famosa frase "*Tengo que terminar de dar el programa de la materia*", siempre priorizó la comunicación con sus alumnos, puso en práctica un curriculum flexible, reconoció situaciones desfavorables en sus alumnos y se comunicó con el equipo de su colegio para buscar la mejor solución (no para su comodidad, siendo consciente de que quizás eso iba a requerir más esfuerzo y tiempo de su parte, sino siempre para priorizar el bienestar de sus alumnos).

En fin, una docente con vocación y amor. Se finalizó la entrevista concluyendo: *Ojalá vuelva de alguna manera la presencialidad, probablemente no cómo era antes de la pandemia, de una mejor manera, llegando a todos los alumnos, más allá de las circunstancias de cada uno.*

CAP 2: Presentación y discusión de los resultados

2.1 Presentación de los resultados

2.1.1 Muestra y características de rendimiento

El objetivo de la presente investigación fue indagar en qué medida las funciones ejecutivas influían en el rendimiento en matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario de la provincia de Mendoza.

La muestra estuvo conformada por 136 alumnos pertenecientes a los colegios “Martín Miguel de Güemes” (74) y “Nuestra Señora del Rosario de Pompeya” (62), situados en la provincia de Mendoza, Argentina. Es fundamental aclarar que, si bien el instrumento fue aplicado en el año 2020, las preguntas y la encuesta se centraron en el rendimiento de cada alumno cuando cursaron 1° año de nivel secundario, en el año 2019.

Respecto a la edad de los alumnos, el promedio de la misma es de 14 años, no obstante, las edades oscilaron entre los 14 y 15 años.

Los alumnos de ambas escuelas obtuvieron un promedio general en matemática de 7,98. No obstante, es fundamental aclarar que el 82% de los estudiantes aprobaron la materia y el 18% la rindieron en instancias posteriores debido a los aplazos. Los porcentajes mencionados se reflejan en el siguiente gráfico.

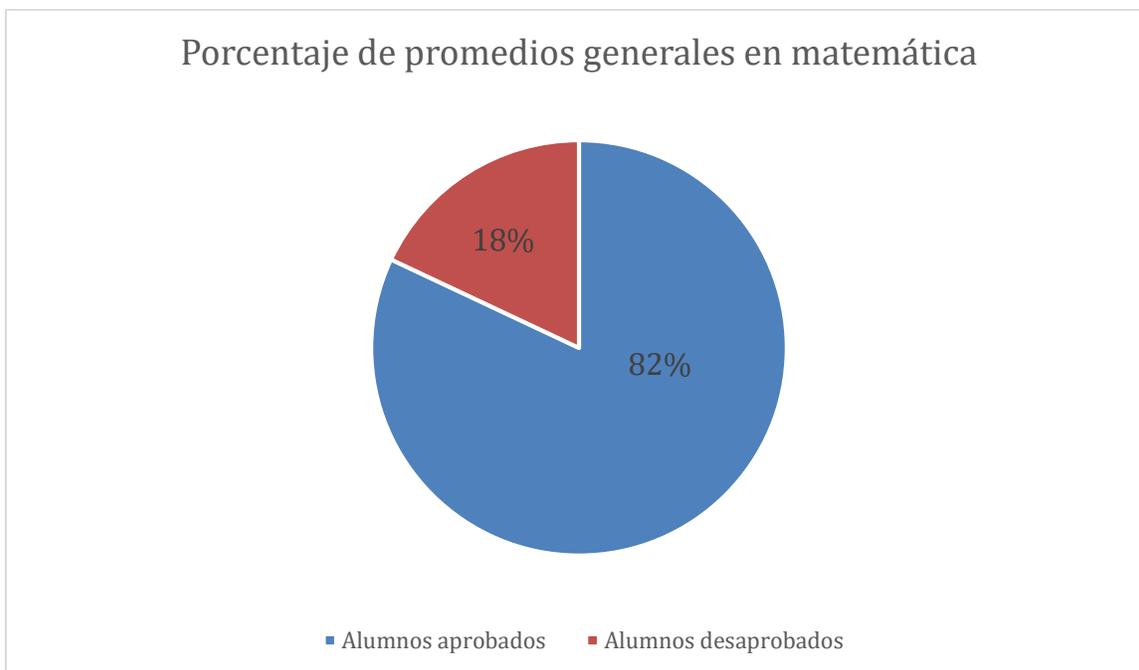


FIGURA 7. Porcentajes de promedios generales en matemática.

Fuente: Autoría propia (2021).

Respecto a los alumnos que desaprobaron la materia y la rindieron en fechas posteriores a diciembre, el porcentaje de alumnos que aprobó en la Escuela N° 4-091 Martín Miguel de Güemes fue del 38%, desaprobando un 62%, con un promedio general de 5.

Por otro lado, teniendo en cuenta la Escuela Nuestra Señora del Rosario de Pompeya, el 89% de los estudiantes aprobaron la materia y el 11% la rindieron en instancias posteriores debido a los aplazos. Respecto a los alumnos que desaprobaron la materia y la rindieron en fechas posteriores a diciembre, el porcentaje de alumnos que aprobó fue del 71%, desaprobando un 29%, con un promedio general de 7.

En conclusión, la gran mayoría de los alumnos aprobó la materia sin necesidad de rendirla en instancias posteriores al mes de diciembre, con un promedio general de 7.98. Es decir, que el rendimiento, en general, fue satisfactorio, logrando el aprendizaje de los saberes prioritarios de dicho año escolar.

Por último, respecto a los estudiantes de la Escuela Nuestra Señora del Rosario de Pompeya que debieron rendir la materia en instancias posteriores a diciembre, la gran

mayoría aprueba, (71%), desaprobando un 29%, lo cual indicaría un adecuado nivel de adquisición de conocimientos en dicha instancia. No obstante, en la Escuela N° 4-091 Martín Miguel de Güemes, ocurrió lo contrario. La minoría de los alumnos aprobaron, (38%), mientras que el 62% desaprobaron, lo que implicaría que tuvieron un rendimiento poco satisfactorio en dicha instancia.

2.1.2 Análisis de correlación de variables

Este análisis tiene como objetivo una valoración psicoestadística de las hipótesis planteadas a nivel colectivo. Por lo cual se optó por el sistema estadístico JASP – A Fresh Way to Do Statistics, con la finalidad de analizar, valorar y rechazar y/o confirmar las hipótesis del trabajo planteado.

Para ello se trabajó con un estudio de correlación, entendiendo el mismo como una prueba estadística que analiza la relación entre dos variables. Dado que se optó por una interpretación colectiva de la escala se trabajó con la hipótesis de correlación negativa, lo cual indica que “a mayor X, menor Y”; siendo, para esta investigación, **el valor de X sinónimo de notas** (nota final correspondiente al área de Matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario), y **el valor de Y corresponde al Puntaje Bruto** obtenido en la Escala EFECO. Por lo tanto, **“a mayor Nota de Calificación, menor Puntaje Bruto obtenido en la Escala”**.

A continuación, se presentan los datos estadísticos obtenidos en forma de pasos para facilitar la comprensión de los datos.

1. Determinar la distribución de la muestra como “normal o anormal”.

Shapiro-Wilk Test for Bivariate Normality			
		Shapiro-Wilk	p
PB	- NOTA	0.893	< .001

Dado que p es igual a <.001 se establece que la distribución de la muestra es anormal.

2. Se opta por el Coeficiente de Correlación.

Dada que la distribución de la muestra es anormal se opta por el Coeficiente de Correlación de Spearman.

Spearman's Correlations

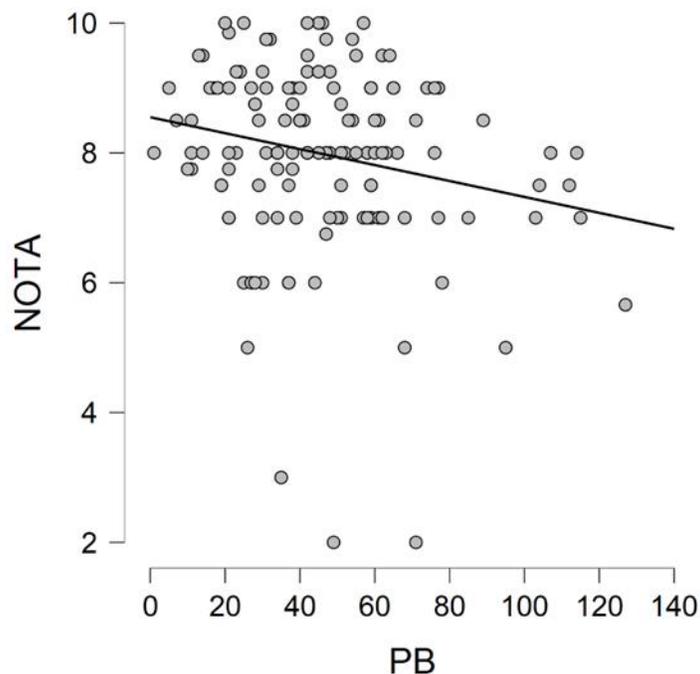
		Spearman's rho	p
PB	- NOTA	-0.189*	0.027

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Dado que el Coeficiente de Correlación es igual a -0.189 es posible afirmar que estamos ante una Correlación Negativa Débil. Lo cual podría interpretarse que existe una correlación entre las variables del tipo negativa (a mayor nota, menor puntaje bruto), pero que ésta es débil estadísticamente.

3. Graficar la correlación entre las variables.

PB vs. NOTA



2.1.3 Análisis por áreas

2.1.3. A Introducción

Como ya se había mencionado, se procedió a realizar un análisis por las áreas propuestas en la escala EFECO, atendiendo a la media y a los porcentajes. No se opta por el puntaje Z, dado que el mismo responde a una aplicación e interpretación individual, teniendo como finalidad esta tesis una interpretación colectiva de los resultados.

2.1.3.B Explicitación de áreas

Se llevó a cabo un análisis conformado por ocho áreas propuestas por García-Gómez (2015), en donde se considera que cada función ejecutiva se compone por los siguientes ítems (67 en total):

- a) Monitorización: 2, 6, 11, 12, 25, 29, 31, 35 y 43
- b) Inhibición: 3, 14, 15, 18, 21, 33, 34, 37, 42 y 46
- c) Flexibilidad cognitiva: 4, 23, 27, 32, 49 y 59
- d) Control emocional: 7, 19, 48, 50, 55, 63 y 67
- e) Planificación: 22, 28, 39, 61, 62, 58 y 44
- f) Organización de materiales: 1, 9, 10, 26, 30, 45, 51, y 60
- g) Iniciativa: 8, 17, 20, 36, 40, 47, 53, 56, 64 y 65
- h) Memoria de trabajo: 5, 13, 16, 24, 38, 41, 52, 54, 57 y 66.

A continuación, se explicará en qué consiste cada área con los resultados que se obtuvieron a partir de la muestra, los cuales se pondrán de manifiesto en diversos gráficos:

a) Monitorización

Teniendo en cuenta el cuestionario BRIEF (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, 2000), se refiere al “hábito de comprobar el trabajo realizado”, es decir, que el adolescente evalúa su desempeño durante o justo después de terminar una determinada tarea para constatar que el resultado sea el indicado. Por otro lado, implica la capacidad de supervisión personal, por medio de la cual son conscientes sobre las tareas realizadas y los pasos que llevaron a cabo para la consecución de una determinada meta.

Los datos obtenidos a partir de la escala revelan los siguientes resultados:

Tabla 9

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Monitorización.

Monitorización

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	548	45%	0,68
1	554	45%	0,68
2	83	7%	0,68
3	39	3%	0,68
Total	1224		

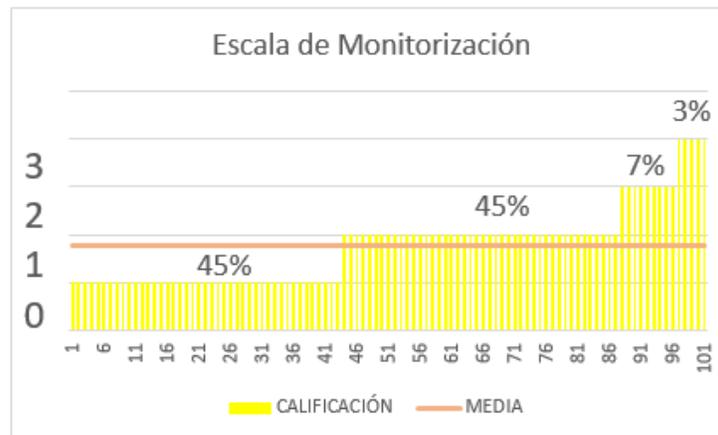


FIGURA 8: Escala de Monitorización.

Fuente de la imagen: autoría propia.

A partir de la siguiente información, se observa que la media es de 0,68. De N= 136, se puede observar que el 45% de los casos se encuentran por debajo de dicha media, mientras que el 55% se ubica sobre la media. Por ende, se concluye que el desarrollo de la Función Ejecutiva, Monitorización, se encuentra comprometida debido a que la mayor cantidad de la población permanece por encima de la media.

b) Inhibición

A partir de lo expuesto en el Cuestionario cuestionario BRIEF (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, 2000), se concluye que esta habilidad se relaciona con el control inhibitorio (por ejemplo, la habilidad para inhibir, resistir o no actuar ante un impulso) y la capacidad de parar a tiempo el propio comportamiento.

Los datos obtenidos a partir de la escala revelan los siguientes resultados:

Tabla 10

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Inhibición.

Inhibición

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	631	46%	0,68
1	570	42%	0,68
2	116	9%	0,68
3	43	3%	0,68
Total	1360		

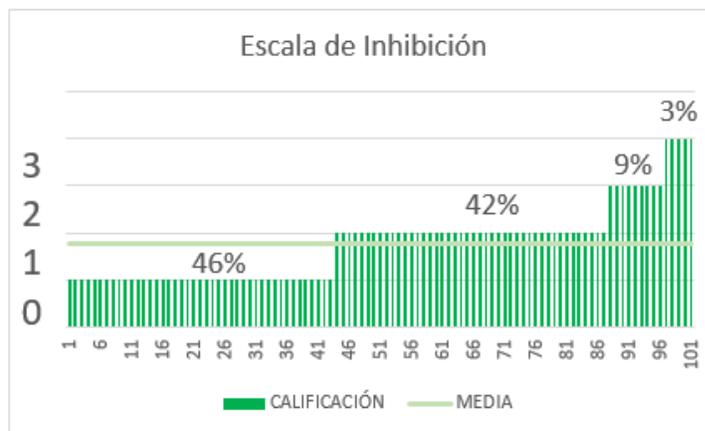


FIGURA 9: Escala de Inhibición.

Fuente de la imagen: autoría propia.

Teniendo en cuenta los datos, se aprecia que la media es de 0,68. De N= 136, se puede observar que el 46% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 54% se

encuentra sobre la media. Lo expuesto previamente implica que el desarrollo de la Función Ejecutiva, Inhibición, se encuentra por debajo de lo esperado teniendo en cuenta la media obtenida.

c) Flexibilidad Cognitiva

La flexibilidad cognitiva se refiere a la habilidad de cambiar la atención de un paradigma perceptual a otro, adaptar la actividad mental y el comportamiento de acuerdo con las demandas del ambiente. Permite considerar una situación desde una perspectiva nueva o diferente, cambiar entre perspectivas, ajustarse rápidamente al cambio en función de las demandas o prioridades (Diamond, 2013). Es una habilidad compleja que involucra control inhibitorio, memoria de trabajo, atención selectiva, cambio atencional y habilidad de generar hipótesis (Diamond, 2013; Fine et al., 2009).

Tabla 11

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Flexibilidad Cognitiva.

Flexibilidad cognitiva

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	489	60%	0,53
1	247	30%	0,53
2	56	7%	0,53
3	24	3%	0,53
Total	816		

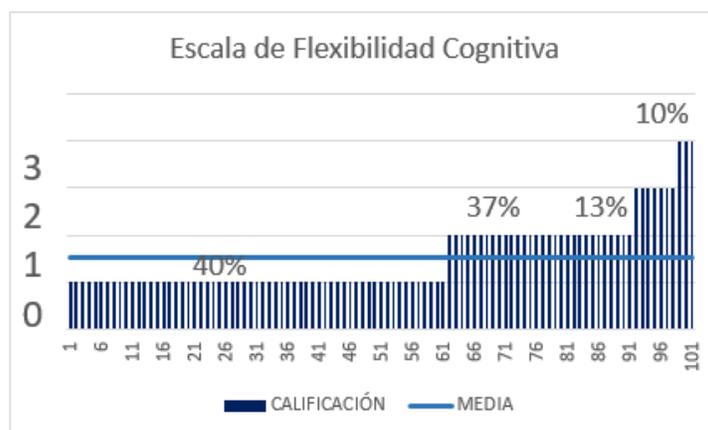


FIGURA 10: Escala de Flexibilidad Cognitiva.

Fuente de la imagen: autoría propia.

A partir de la información aportada por la Escala EFECO y las preguntas adicionales, se observa que la media es de 0,53. De N= 136, se puede observar que el 40% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 60% se encuentra sobre la media. Por lo tanto, el desarrollo es poco satisfactorio en la habilidad denominada Flexibilidad Cognitiva.

d) Control Emocional

Esta habilidad se relaciona con “manifestaciones ejecutivas relativas al dominio emocional y evalúa la capacidad para modular las respuestas emocionales. La labilidad emocional o el descontrol emocional son manifestaciones explícitas de un pobre manejo del control emocional”. (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, Cuestionario BRIEF, 2000).

Tabla 12

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Control Emocional.

Control emocional

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	382	40%	0,92
1	355	37%	0,92
2	120	13%	0,92
3	95	10%	0,92
Total	952		

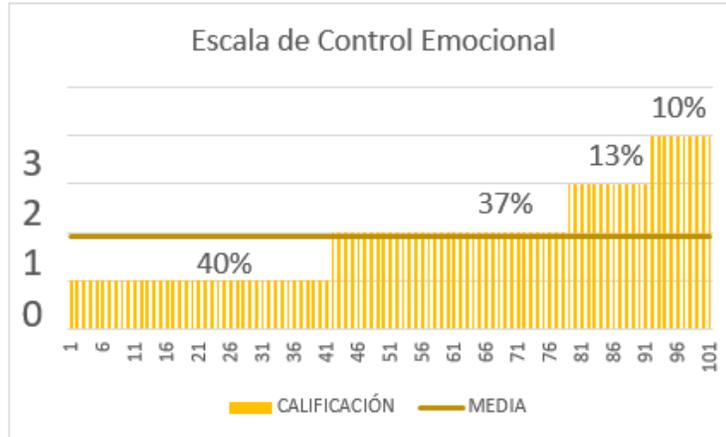


FIGURA 11: Escala de Control Emocional.

Fuente de la imagen: autoría propia.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos, se aprecia que la media es de 0,92. De N= 136, se puede observar que el 40% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 60% se encuentra sobre la media. Por ende, se infiere que la mayoría de los alumnos no tienen un control emocional esperable para su edad teniendo en cuenta la media.

e) Planificación

El componente de planificación está asociado con la capacidad para anticipar sucesos futuros, establecer metas y poner en marcha las medidas adecuadas a tiempo para llevar a cabo una tarea o actividad. Implica imaginar o poner en marcha una meta o un fin, y establecer de forma estratégica el método o los pasos más eficaces para alcanzar dicho objetivo. Con frecuencia se requiere la secuenciación o encadenamiento de pasos. (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, Cuestionario BRIEF, 2000).

Tabla 13

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Planificación.

Planificación

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	442	46%	0,73
1	377	40%	0,73
2	78	8%	0,73
3	55	6%	0,73
Total	952		

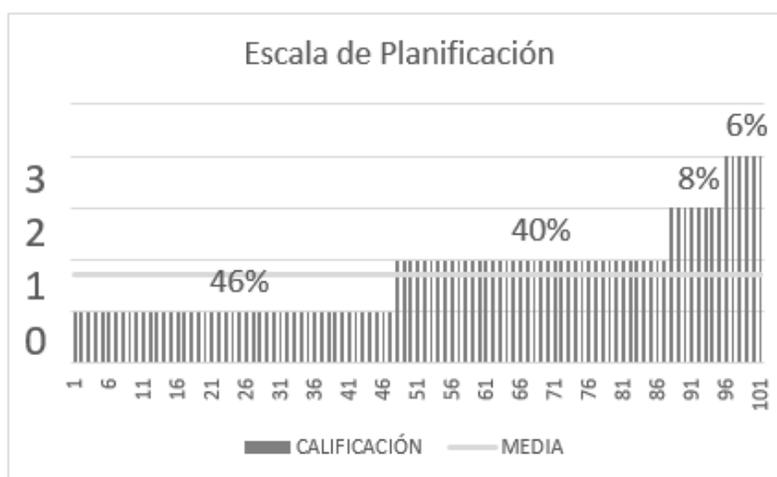


FIGURA 12: Escala de Planificación.

Fuente de la imagen: autoría propia.

A partir de los resultados obtenidos, se observa que la media es de 0,73. De N= 136, se puede observar que el 46% de la muestra se ubica en la media, en tanto el 54% se encuentra por encima de la media. Esto indica que la FE denominada Planificación, no se encuentra conservada para la muestra teniendo en cuenta los resultados arrojados y la media obtenida.

f) Organización de materiales

Teniendo en cuenta lo expuesto por los autores Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, 2000, en el Cuestionario BRIEF, esta habilidad “mide el orden del trabajo, juego y espacios de almacenamiento (pupitres, armarios, mochilas y habitaciones)”. Se refiere a la manera en que las personas ordenan y organizan su mundo y sus posesiones.

Tabla 14

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Organización de Materiales.

Organización de materiales

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	614	56%	0,56
1	379	35%	0,56
2	53	5%	0,56
3	42	4%	0,56
Total	1088		



FIGURA 13: Escala de Organización de Materiales.

Fuente de la imagen: autoría propia.

Teniendo en cuenta los datos, se aprecia que la media es de 0,56. De N= 136, se puede apreciar que el 56% de la muestra se encuentra en la media, en tanto el 44% se encuentra por encima de la media. Es decir, la escala de Organización de materiales es satisfactoria

para la muestra de alumnos, ya que la mayoría obtuvo un rendimiento que se encuentra por debajo de la media indicada.

g) Iniciativa

Teniendo en cuenta el Cuestionario BRIEF (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, 2000), la Iniciativa se relaciona con el “comienzo de una tarea o actividad, así como independencia a la hora de generar ideas, respuestas o estrategias de resolución de problemas”. Las dificultades para iniciar no implican necesariamente el incumplimiento o desinterés específico por una tarea. En el contexto de la evaluación psicológica, las dificultades de iniciar aparecen frecuentemente asociadas a dificultades en las tareas de fluencia de palabras, así como la necesidad de pistas adicionales del examinador con la finalidad de comenzar las tareas en general.

Tabla 15

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Iniciativa.

Iniciativa

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	721	53%	0,62
1	495	36%	0,62
2	82	6%	0,62
3	62	5%	0,62
Total	1360		

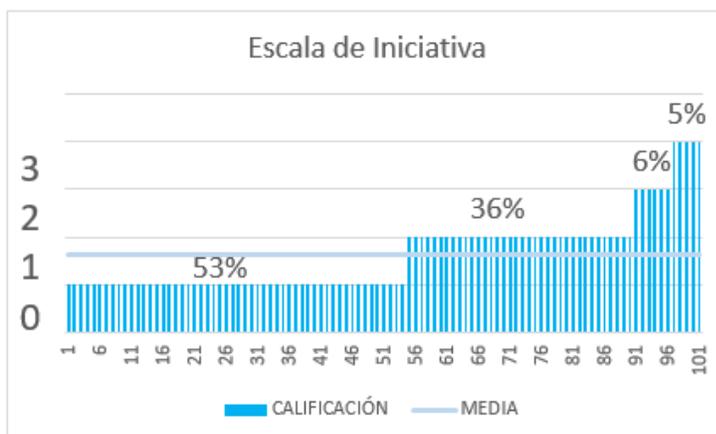


FIGURA 14: Escala de Iniciativa.

Fuente de la imagen: autoría propia.

Teniendo en cuenta los datos, se aprecia que la media es de 0,62. De N= 136, se puede observar que el 53% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 47% se encuentra sobre la media. Por ende, se infiere que el desarrollo de la Función Ejecutiva denomina Iniciativa, se encuentra conservada para la muestra.

h) Memoria de Trabajo

Esta Función Ejecutiva hace hincapié en la capacidad para “mantener información en la mente con el propósito de completar una tarea. Se la considera esencial para llevar a cabo actividades de varios pasos, cálculo mental o seguir instrucciones complejas”. (Gioia, Isquith, Gay y Kenworthy, Cuestionario BRIEF, 2000).

Tabla 16

Valores de puntuación, Frecuencias, Porcentajes y Media correspondientes a la Escala de Memoria de Trabajo.

Memoria de trabajo

Valores de puntuación	Frecuencia	Porcentaje	Media
0	575	42%	0,76
1	600	44%	0,76
2	125	9%	0,76
3	60	4%	0,76
Total	1360		

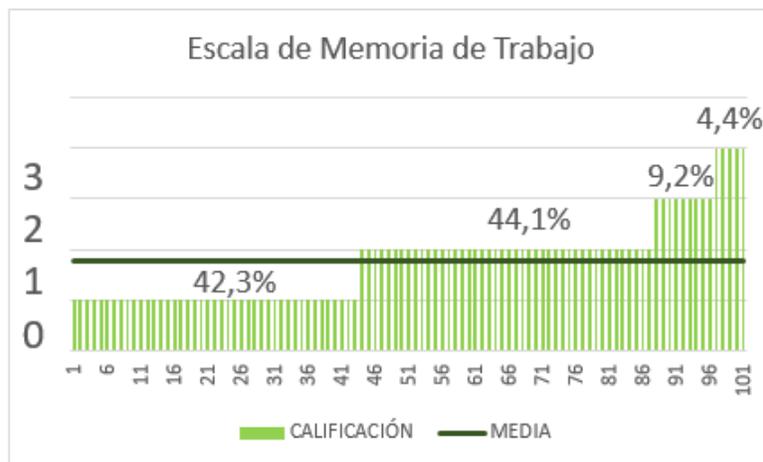


FIGURA 15: Escala de Memoria de trabajo.

Fuente de la imagen: autoría propia.

A partir de los resultados obtenidos, se observa una media de 0,76. De N= 136, se puede apreciar que el 42,3% de la muestra se ubica por debajo de la media, mientras que el 57,7% se encuentra sobre la media. A modo de síntesis, el desarrollo de la Función Ejecutiva, Memoria de Trabajo, se encuentra comprometida debido a que la mayor cantidad de la población permanece por encima de la media.

III. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Discusión de los resultados

Los resultados obtenidos indicaron que la mayoría de los alumnos de 1° año de nivel secundario pertenecientes a la provincia de Mendoza, Argentina, obtuvieron un rendimiento satisfactorio en el área de matemática. Existe una correlación entre dicho rendimiento y las Funciones Ejecutivas. Sin embargo, a pesar de haber adquirido los saberes prioritarios de dicho año académico, la mayoría de las Funciones Ejecutivas no se encuentran conservadas teniendo en cuenta la Escala EFECO y las preguntas adicionales que se efectuaron a dichos estudiantes: Monitorización, Inhibición, Flexibilidad cognitiva, Control emocional, Planificación y Memoria de trabajo.

Los alumnos de ambas escuelas obtuvieron un promedio general en matemática de 7,98. No obstante, es fundamental aclarar que el 82% de los estudiantes aprobaron la materia y el 18% la rindieron en instancias posteriores debido a los aplazos. A partir de estos datos, es posible identificar que respecto a los alumnos que desaprobaron la materia y la rindieron en fechas posteriores a diciembre, el porcentaje de alumnos que aprobó en la Escuela N° 4-091 Martín Miguel de Güemes fue del 38%, desaprobandos un 62%, con un promedio general de 5. Por otro lado, teniendo en cuenta la Escuela Nuestra Señora del Rosario de Pompeya, el 89% de los estudiantes aprobaron la materia y el 11% la rindieron en instancias posteriores debido a los aplazos. En relación a los alumnos que desaprobaron la materia y la rindieron en fechas posteriores a diciembre, el porcentaje de alumnos que aprobó fue del 71%, desaprobandos un 29%, con un promedio general de 7. Esto podría significar que la gran mayoría de los alumnos obtuvo un rendimiento satisfactorio en relación a los saberes adquiridos en el año 2019. Respecto a los estudiantes que rindieron la materia en instancias posteriores, sería clave considerar cada caso en particular y los factores que influyeron en

su desempeño, ya que los porcentajes varían considerablemente teniendo en cuenta ambas escuelas.

A posterior se realizó un análisis por las áreas propuestas en la escala EFECO, atendiendo a la media y a los porcentajes. No se opta por el puntaje Z, dado que el mismo responde a una aplicación e interpretación individual, teniendo como finalidad esta tesis una interpretación colectiva de los resultados. Teniendo en cuenta estas áreas, las que estuvieron por debajo de la media, es decir, que obtuvieron resultados más eficaces manteniéndose conservadas dichas funciones fueron:

- Organización de Materiales: Media=0,56. De N= 136, el 56% de la muestra se encuentra en la media, en tanto el 44% se encuentra por encima de la media.
- Iniciativa: Media=0,62. De N= 136, el 53% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 47% se encuentra sobre la media.

Por otro lado, las áreas que se encontraron por encima de la media, demostrando resultados poco satisfactorios en relación al desarrollo de las FE fueron las siguientes:

- Monitorización: Media= 0,68. De N= 136, el 45% de los casos se encuentran por debajo de dicha media, mientras que el 55% se ubica sobre la media.
- Inhibición: Media= 0,68. De N= 136, el 46% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 54% se encuentra sobre la media.
- Flexibilidad cognitiva: Media= 0,53. De N= 136, el 40% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 60% se encuentra sobre la media.
- Control emocional: Media= 0,92. De N= 136, el 40% de la muestra se ubica por debajo de la media, en tanto el 60% se encuentra sobre la media.
- Planificación: Media= 0,73. De N= 136, el 46% se ubica en la media, en tanto el 54% se encuentra por encima de la media.
- Memoria de trabajo: Media= 0,76. De N= 136, el 42,3% de la muestra se ubica por debajo de la media, mientras que el 57,7% se encuentra sobre la media.

Estos resultados fundamentan, además, la hipótesis de correlación negativa pero débil entre las variables investigadas.

CONCLUSIONES

El presente estudio logró cumplir con los objetivos propuestos, debido a que, si bien la correlación entre las variables fue estadísticamente débil, se comprobó la hipótesis positiva de que existe una relación entre las Funciones Ejecutivas y el Rendimiento en Matemática en alumnos de 1° año de nivel secundario, pertenecientes a la provincia de Mendoza, Argentina.

Se infiere que los motivos por los cuales la correlación fue estadísticamente débil fueron los siguientes:

- ✓ Extensión de la Escala.
- ✓ Ausencia de presencialidad dificultando la motivación por parte de los alumnos.
- ✓ Factores externos, propios y/o esperables teniendo en cuenta la situación de Pandemia, con lo que eso conllevó en cada adolescente, sumado a las características propias de la personalidad de cada uno, contexto en el cual estaban inmersos, etc.
- ✓ Resultados de la Escala EFECO.

A partir de los datos arrojados en la Escala EFECO, las preguntas adicionales efectuadas a la muestra conformada por 136 alumnos de 1° año de nivel secundario y la entrevista realizada a la Profesora de la escuela Nuestra Señora del Rosario de Pompeya, se pudo arribar a las siguientes conclusiones.

Los alumnos de ambas escuelas obtuvieron un promedio general en matemática de 7,98. No obstante, es fundamental aclarar que el 82% de los estudiantes aprobaron la materia y el 18% la rindieron en instancias posteriores debido a los aplazos.

A posterior se realizó un análisis por las áreas propuestas en la escala EFECO, atendiendo a la media y a los porcentajes. Teniendo en cuenta estas áreas, las que estuvieron por debajo de la media, es decir, que obtuvieron resultados más eficaces manteniéndose conservadas dichas funciones fueron Organización de Materiales e Iniciativa. Por otro lado, las áreas que se encontraron por encima de la media, demostrando resultados poco satisfactorios en relación al desarrollo de las FE fueron las siguientes: Monitorización, Inhibición, Flexibilidad cognitiva, Control emocional, Planificación y Memoria de trabajo.

En conjunto, estos datos indican que la mayoría de los alumnos tienen como fortalezas la Iniciativa y Organización de Materiales para un adecuado desempeño en el área de matemática. Sin embargo, son considerables la cantidad de Funciones Ejecutivas que se encuentran por debajo de la media, lo cual podría estar influyendo en el rendimiento de dichos estudiantes de manera negativa, ya que como ha mencionado, por ejemplo, la autora María Jimena Arroyo en su artículo *Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos (2014)*, las capacidades de organización y planificación constituyen componentes importantes respecto al rendimiento en matemática, sin embargo, no son las únicas habilidades que se ponen en juego. En este sentido, la autora Adele Diamond en su artículo denominado *Executive Functions (2013)*, expone que las principales Funciones Ejecutivas son la Inhibición, Memoria de trabajo y Flexibilidad Cognitiva, las cuales se encuentran por debajo de lo esperado para la edad de los adolescentes.

El adecuado aprendizaje y desarrollo de habilidades matemáticas se da desde temprano en la infancia. El pensamiento lógico, específicamente las habilidades para entender y relacionar enunciados, comparar, clasificar, seriar, abstraer y resolver problemas, están a la base de su desarrollo. Desde la neuropsicología, la adquisición y dominio de conceptos matemáticos se ha relacionado estrechamente con las FE (i.e. Arroyo et al., 2014; Best et al., 2011; Welsh et al., 2010; Willoughby et al., 2012).

En síntesis, parecería que las FE básicas (memoria de trabajo, control inhibitorio y atencional) juegan un papel significativo en la adquisición de las capacidades aritméticas, como la adición y la sustracción, al posibilitar su automatización en los grados primarios.

Así, la memoria de trabajo y el control inhibitorio resultan más importantes para la ejecución de procedimientos matemáticos más aprendidos. En cambio, las FE más complejas contribuyen en la resolución de tareas matemáticas más demandantes a través del mantenimiento de los objetivos de los problemas, la selección e implementación de procedimientos adecuados, la planificación y secuenciación de los pasos por seguir, el control de la interferencia y el monitoreo de los procesos en ejecución (Gaitán-Chipatecua & Rey- Anacona, 2013).

A modo de cierre final, es posible afirmar que las FE son habilidades esenciales para la salud mental y física; para el éxito en el desempeño académico y en la vida; y para el desarrollo cognitivo, social y psicológico. Por lo tanto, a partir de esta investigación, se considera de vital importancia indagar en estudios posteriores si la relación observada se mantiene. Asimismo, el siguiente estudio se deja abierto a posibles futuras investigaciones con el objetivo de profundizar el tema abordado y brindar estrategias a padres, docentes y alumnos para trabajar dichas funciones y obtener un desarrollo satisfactorio de las mismas, favoreciendo el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemática.

ANEXOS

ANEXOS

Anexo 1: Escala EFECO para Valorar Funciones Ejecutivas en Formato de AutoReporte.
Ramos-Galarza, C.; Bolaños-Pasquel, M; et al. (2018).

<i>Comportamiento a observar</i>	<i>Algunas veces</i>	<i>Con frecuencia</i>	<i>Muy frecuentemente</i>
Cuando se le pide que recoja sus cosas, es capaz de recogerlas y dejarlas ordenadas. (6)			
Cuando la tarea es muy larga necesita tener a alguien cerca para terminarla. (6)			
Actúa sin pensar, haciendo lo primero que le pasa por la cabeza. (2)			
Admite sus errores. (5)			
Atiende a las instrucciones. (5)			
Comete errores por descuido. (1)			
A veces se enfada mucho por cosas insignificantes. (2)			
Toma decisiones sin dificultad. (6)			
Deja sus cosas tiradas por todas partes. (4)			
Encuentra rápidamente sus materiales al buscarlos en su cuarto o escritorio. (4)			
Es capaz de realizar las tareas que se le proponen sin ayuda de los demás. (6)			
Es lento en la realización de sus tareas escolares y del hogar. (4)			
Le cuesta concentrarse. (5)			
Espera tranquilamente a que llegue su turno. (5)			
Está siempre moviéndose, no para quieto. (6)			
Hace mal sus tareas porque no sigue las instrucciones que se le dan. (5)			
Hace propuestas buenas para resolver problemas. (5)			
Escucha atentamente. (5)			
Cuando se enfada, se apacigua con facilidad. (5)			
A veces parece que tiene ganas de hacer cosas, pero en seguida se olvida de ellas. (6)			
Interfiere o interrumpe las actividades de los demás. (6)			
Le resulta difícil pensar o planificar las cosas con antelación. (2)			
Le cuesta cambiar de una tarea a otra. (5)			
Le cuesta mantener la atención en una actividad. (4)			
Necesita a alguien encima para realizar sus trabajos. (6)			

<i>Comportamiento a observar</i>	<i>Algunas veces</i>	<i>Con frecuencia</i>	<i>Muy frecuentemente</i>
Le gusta cuidar sus juguetes y sus pertenencias. (6)			
Le perturban mucho los cambios de planes. (5)			
Hace sus tareas precipitadamente. (5)			
Hace todos sus deberes sin descansar. (5)			
Le cuesta trabajo encontrar sus cosas cuando las necesita. (6)			
Le resulta difícil comportarse adecuadamente en las reuniones sociales. (6)			
Le resulta difícil dejar de hacer algo cuando se le pide que no lo haga más. (4)			
Interrumpe a los demás cuando están hablando. (5)			
Le cuesta prever las consecuencias de sus actos. (6)			
Necesita la ayuda de un adulto para terminar las tareas. (6)			
Necesita que le animen constantemente para comenzar a hacer sus tareas escolares y del hogar. (4)			
Protesta cuando no se le deja hacer lo que quiere. (5)			
Le resulta difícil concentrarse en la realización de todo tipo de juegos (juegos de mesa, juegos de equipo, juegos populares). (6)			
Repasa las tareas después de terminarlas. (6)			
Tiene dificultades para tomar decisiones, incluso ante las cosas más sencillas. (6)			
Le resulta difícil centrarse en algo. (6)			
Puede llegar a decir cosas inadecuadas a otras personas. (6)			
Realiza apropiadamente actividades o tareas que tienen más de un paso. (4)			
Retoma una tarea después de tomarse un descanso. (4)			
Revisa su cartera o su mochila antes de ir al colegio. (6)			
Se levanta de la silla cuando no debe. (6)			
Necesita que se le diga que comience una tarea aunque tenga ganas de hacerla. (1)			
Se altera mucho cuando pierde algo. (5)			
Se adapta bien a los cambios en sus rutinas. (5)			
Se decepciona fácilmente. (4)			
Parece que lo va dejando a su paso todo desordenado. (6)			
Se distrae fácilmente. (3)			

ANEXO 2: Entrevista docente. Autoría propia (2020).

PREGUNTAS PARA PROFESORES DE 1° AÑO DE NIVEL SECUNDARIO

ASIGNATURA: MATEMÁTICA

MODALIDAD DE LA ENTREVISTA:

Nombre del profesor:

1. Colegio en el que dicta clases:
2. En el año 2019, el curso de 1° año ¿Por cuántos alumnos estuvo conformado?
3. ¿Cuál fue el rendimiento en general en matemática? Excelente, Muy bueno, Bueno, Regular. Justifique su respuesta.
4. En general, ¿Cuáles fueron las fortalezas de sus alumnos en relación al rendimiento en esta materia? ¿Y las debilidades? Responder con SI O NO.

Fortalezas:

- Capacidad de razonamiento.
- Organización y planificación de las actividades y tiempos para llevarlas a cabo.
- Automonitoreo de la tarea al finalizarla.
- Memoria de trabajo.
- Flexibilidad.
- Control inhibitorio.

Debilidades:

- Dificultad para emplear las distintas informaciones y ver las posibles conexiones entre ellas.
- Falta de organización y planificación. Procrastinación (dejar los deberes y estudio para último momento).
- Desinterés. Falta de automonitoreo.
- Dificultad para retener por un breve periodo de tiempo los datos necesarios para la resolución eficaz de las actividades.

- Falta de flexibilidad para adaptarse a los cambios propuestos en los distintos ejercicios.
 - Ausencia de control inhibitorio obstaculizando la resolución correcta de la actividad en tiempo y forma.
5. ¿Cuál fue el tema en el que los alumnos en general presentaron mayores dificultades para su comprensión y rendimiento? Responder con SI o NO. En caso de que la respuesta sea afirmativa, justificar.
- Operaciones básicas.
 - Operaciones complejas. Por ejemplo: ejercicios combinados.
 - Propiedades de las operaciones
 - Resolución de situaciones problemáticas.
6. ¿Conoce el término Funciones Ejecutivas? En el caso de que la respuesta sea: "SI" ¿Cree que dichas funciones están implicadas en el rendimiento académico de los alumnos, particularmente en la materia que usted da?
7. ¿Qué habilidades mentales cree que se ponen en juego al momento de resolver y aprender los conocimientos propios de 1° año? Responder con SI o NO.
- Atención
 - Memoria de trabajo
 - Razonamiento
 - Planificación
 - Motivación
 - Capacidad de asociación
 - Flexibilidad Cognitiva
 - Creatividad
 - Percepción
 - Inhibición
 - Interpretación
 - Metacognición
 - Monitorización
 - Anticipación

8. ¿Podría enviarme una secuencia de matemática del año pasado para ejemplificar los ejercicios o conocimientos con los que trabajaban sus alumnos?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alejandro Cervigni, M. & Stelzer, F. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación en Educación*, 9 (1), 148-156. Recuperado desde <http://reined.webs4.uvigo.es/index.php/reined/article/view/107>

Arán Filippetti, V. (2011). Funciones ejecutivas en niños escolarizados: efectos de la edad y del estrato socioeconómico. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 29 (1), 98-113. Recuperado desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=79920065008>

Ardila, A; Barrios, O; Chamorro, Y; Inozemtseva, O; Matute, E. & Rosselli, M. (2016). Efecto de la edad en una tarea de planificación y organización ('pirámide de México') en escolares. *Revista de neurología*, 47 (2). Recuperado desde https://www.researchgate.net/profile/Alfredo_Ardila/publication/5229478_The_effect_of_age_in_a_planning_and_arranging_task_'Mexican_pyramid'_among_schoolchildren/links/5718b8f608aed43f63221bb9.pdf

Ardila, A. & Rosselli, M. (2007). *Neuropsicología Clínica*. México: El Manual Moderno.

Arias Castro, C; Becerra García, J; Londoño Ocampo, L & Martínez Bustos, P. (2019) Funciones ejecutivas en escolares de 7 a 14 años de edad con bajo rendimiento académico de una institución educativa. *Encuentros*, 17 (02), 11-23.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15665/encuent.v17i02.2037>

Arroyo, M. J. et al. (2014). Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos. *Eureka*, 11 (1), 52-64. Recuperado desde <https://psicoeureka.com.py/sites/default/files/articulos/eureka-11-1-13.pdf>

Baltazar, A.P; Becerra, J; Contreras, S; Escotto, A., García, J.C. & Sánchez, J.G. (2012).
Correlatos neuropsicológicos del bajo rendimiento en matemáticas en estudiantes
de la carrera de psicología: el papel de las funciones ejecutivas.

Boutros, N., Clark, D. & Mendez, M. (2012). *El cerebro y la conducta. Neuroanatomía para
psicólogos*. México: El Manual Moderno.

Carlson, N. (2014). *Fisiología de la conducta*. Madrid. Pearson Educación, S.A.

Castillo-Preciado, R; Flores-Lázarp, J. & Jiménez-Miramonte, N. (2014). Desarrollo de
funciones ejecutivas, de la niñez a la juventud. *Anales de psicología*, 30 (2), 463-
473.

DOI: 73 <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.30.2.155471>

Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.

DOI: 10.1146/annurev-psych-113011-143750

Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M. & Varela-Ruiz, M. (2013). La
entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación en educación médica*, 2(7),
162-167. Recuperado desde

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-
50572013000300009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572013000300009&lng=es&tlng=es).

Fonseca GP, Rodríguez LC & Parra JH. (2016). Relación entre funciones ejecutivas y
rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia promoc.
Sal*, 21 (2), 41-58.

DOI: 10.17151/hpsal.2016.21.2.4

Gaete, V. (2015) Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista chilena de pediatría*, 86 (6), 436-443.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rchipe.2015.07.005>.

García Alba, J. & Portellano Pérez, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. España: Síntesis.

García Gómez, A. (2015). Desarrollo y validación de un cuestionario de observación para la evaluación de las funciones ejecutivas en la infancia. *Revista Intercontinental de Psicología y Educación*, 17 (1), 141-162. Recuperado desde <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=802/80242935008>

Gioia G. A., Isquith, P. K., Gay, S. C. & Kenworthy, L. (2017). *Cuestionario BRIEF 2*. Madrid. TEA Ediciones.

Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessell, T.M., Biochemistry, D.o., Jessell, M.B.T., Siegelbaum, S., Hudspeth, A., 2000. Principles of neural science. McGraw-hill New York.

Lopera Restrepo, F. (2008). Funciones Ejecutivas: Aspectos clínicos. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8 (1), 59-76. Recuperado desde <https://www.academia.edu/15355279/FFuncionesEjecutivasAspectosCl%C3%ADnicos>

Martínez Arias, R., Portellano Pérez, J. & Zumárraga Astorqui, L. (2009). *Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños*. Madrid. TEA Ediciones, S. A.

Sampieri Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Seelbach González, G. A. (2012). *Bases biológicas de la conducta*. México. Red tercer milenio S.C.

Tamayo L., D. A., Merchán M., V., Hernández C., J. A., Ramírez B., S.M., & Gallo R., N.E. (2018). Nivel de desarrollo de las funciones ejecutivas en estudiantes adolescentes de los colegios públicos de Envigado-Colombia. *Rev.CES Psico*, 11(2), 21-36. Recuperado desde <http://www.scielo.org.co/pdf/cesp/v11n2/2011-3080-cesp-11-02-00021.pdf>