



**LA REHABILITACIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS DESPUÉS DE UN
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO INFANTIL**

**Máster Universitario en Rehabilitación Neuropsicológica y Estimulación
Cognitiva.**

Edición 2022-2023

Autoras:

Daniela Samaniego Sancho
Andrea Rodríguez Valero

Tutor:

Alberto García Molina

22 de mayo de 2023



ABSTRACT

Executive functions are responsible for our behavior over time, to be able to respond to immediate demands of the environment to achieve medium and long-term goals. Executive functions allow us to organize and plan, maintain our attention, persist, and complete an activity. They also help us to regulate our emotions and monitor our thoughts with a purpose.

The present work aims to address the alterations of executive functions as a consequence of a traumatic brain injury in prefrontal areas in a pediatric population. In second place, propose rehabilitation programs and psychoeducational strategies for school and family.

We conducted a review of scientific articles by consulting the databases of PubMed, World of Science and PsycINFO. We excluded the results of those articles that included stroke or brain tumor.

There were few scientifically effective studies in neurorehabilitation, especially in children's executive functions. Even so, techniques and strategies with significant relevance for the improvement of the child's or adolescent's functionality and adaptability in daily life were found.

Keywords: *Executive Functions; Traumatic Brain Injury; Acquired Brain Injury; Diffuse Axonal Injury; Pediatric Brain Injury; Prefrontal Cortex, Neurorehabilitation Program.*

RESUMEN

El presente trabajo plantea realizar un abordaje de las alteraciones en las funciones ejecutivas como consecuencia de un traumatismo craneoencefálico en áreas prefrontales en población pediátrica. En segundo lugar, proponer programas de rehabilitación y estrategias de psicoeducación para escuela y familia.

Se realizó una revisión de artículos científicos consultando las bases de datos PubMed, World of Science y PsycINFO. Se excluyeron los resultados de aquellos artículos que incluyeran ictus o tumores cerebrales.

Se obtuvieron pocos estudios con eficacia científica en el área de la neurorehabilitación infantil de las funciones ejecutivas. Aun así, se encontraron técnicas y estrategias con relevancia significativa para la mejora de la funcionalidad y la adaptabilidad del niño o adolescente en su vida diaria.

Es necesario continuar con las investigaciones en población infantil y más específicamente en aquellos que han sufrido traumatismo craneoencefálico. Además, es necesario nuevos y actualizados programas de rehabilitación integral y con eficacia demostrada empíricamente.

Palabras clave: Funciones Ejecutivas; Traumatismo Craneoencefálico, Daño Cerebral Adquirido, Lesión Axonal Difusa, Traumatismo Pediátrico, Corteza Prefrontal, Programa de Neurorehabilitación.

ÍNDEX

1.INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. Las Funciones Ejecutivas.....	5
1.2. Desarrollo de las Funciones Ejecutivas.....	7
1.3. Daño Cerebral Adquirido Infantil.....	11
2.MÉTODO.....	13
3.RESULTADOS.....	14
3.1. Alteración del Neurodesarrollo típico por Traumatismo Craneoencefálico.....	14
3.2. Evaluación y Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas en Niños con Traumatismo Craneoencefálico.....	16
3.2.1. Evaluación.....	16
3.3. Síntomas Disejecutivos como consecuencia de Lesión Axonal Difusa en TCE.....	18
3.4. Programas de Rehabilitación Neuropsicológica.....	20
4. RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN.....	24
5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.....	25
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	27

1. INTRODUCCIÓN

1.1. LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Las **funciones ejecutivas** (FFEE en adelante) pueden ser definidas como las **habilidades responsables de la monitorización y regulación de los procesos cognitivos** durante la realización de tareas cognitivas complejas como la **formulación, planificación y acción de objetivos** (Miyake et al., 2000). Se podrían diferenciar las que son de naturaleza ejecutiva y las que son de naturaleza socio-emocional:

- Los procesos llamados “**fríos**” (***cold executive functions***) permiten la adaptación del individuo a situaciones nuevas y complejas, como planificar tareas novedosas o no rutinarias además de su implicación en conductas automáticas y habituales; y aquellas de naturaleza socio-emocional o afectiva.
- Los “**procesos calientes**” (***hot executive functions***) permiten la autorregulación socio afectiva del individuo en situaciones donde es necesario el análisis de consecuencias o la resolución de problemas en situaciones sociales (Verdejo-García, A. y Bechara, A. 2010) así como capacidad empática, la regulación emocional, la teoría de la mente y la capacidad de toma de decisiones con componente afectivo.

La interacción de ambos procesos son habilidades necesarias para poder regular nuestra conducta con un propósito.

Existe una variedad de **subcomponentes** que conforman las FFEE y que se encuentran **reguladas por la corteza prefrontal** (Collette et al., 2006). El descubrimiento de ellas surgió a raíz del estudio de personas tanto de población adulta como infantil que presentaban lesiones en alguna parte de la corteza prefrontal (CP) y que como consecuencia manifestaban alteraciones en su conducta en cuanto a planificación, atención, inhibición y organización (Goldberg, 2001).

El estudio de esta área ha sido documentado desde los años 60 donde se relacionaba los lóbulos frontales con términos vinculados a habilidades motoras y premotoras (Miller y Cummings, 2007) pero no fue hasta alrededor de los **años 70 y 80** que por diferentes autores reconocidos como **Joaquín Fuster** o **Aleksander Luria** (Banfield et al., 2004) el término empezó a popularizarse. Luria propuso **tres unidades funcionales** en el cerebro y la tercera unidad funcional comprendía la programación, el control y la verificación de la actividad, funciones que se relacionan con la CP y que tiene un papel ejecutivo (Ardila y Solís, 2008). En la actualidad, el estudio de las FFEE y su relación con la CP está mucho más avanzado y es uno de los focos de los investigadores, lo que ha permitido el desarrollo de técnicas de exploración y baterías neuropsicológicas enfocadas a la evaluación de estas. A su vez, se siguen desarrollando técnicas y programas de rehabilitación que ayudan a personas que han sufrido por ejemplo un **traumatismo craneoencefálico (TCE)**, presentan un tumor cerebral o han sufrido un accidente cerebrovascular.

El **desarrollo del lóbulo frontal** se inicia en la infancia y se desarrolla durante todas las etapas hasta continuar en la adolescencia. Los mecanismos implicados reciben información procedente de un **sistema de entrada**: distintas áreas sensoriales y de asociación (percepciones de distintas modalidades sensoriales y procesamiento como atención, memoria o emoción) y que se dirigen a los **sistemas de salida**: motores (conducta manifiesta) responsables de la regulación de la conducta. En la actualidad han surgido diversos modelos que explican el funcionamiento y composición del lóbulo frontal y las FFEE. Pese a que todavía no se ha adoptado un consenso universal, hay cierto acuerdo en los subcomponentes que lo conforman. Los tres principales componentes de las FFEE son la **memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la respuesta inhibitoria**.

En el modelo propuesto por Miyake et al. (2000) a raíz de sus investigaciones, plantearon componentes similares que se contemplan desde edades tempranas del desarrollo. Los tres factores centrales propuestos son: **inhibición, memoria de trabajo y cambio**; como desventaja no incluye algunas funciones que consideraríamos importantes dentro de la definición actual de FFEE: razonamiento, habilidad de planificación y organización (Bausela, 2014).

A partir de ahí surgen otros modelos que al igual que el de Miyake (2000) han tenido repercusión y que poco a poco logran un avance en la investigación. Uno de ellos es el propuesto por Anderson (2002) donde describe un **Sistema de Control Ejecutivo** que dependen de funciones cognitivas de más alto nivel y de más bajo nivel, por lo que no podrían considerarse de forma aislada. Estos son: **flexibilidad cognitiva, establecimiento de objetivo, control atencional, procesamiento de la información**.

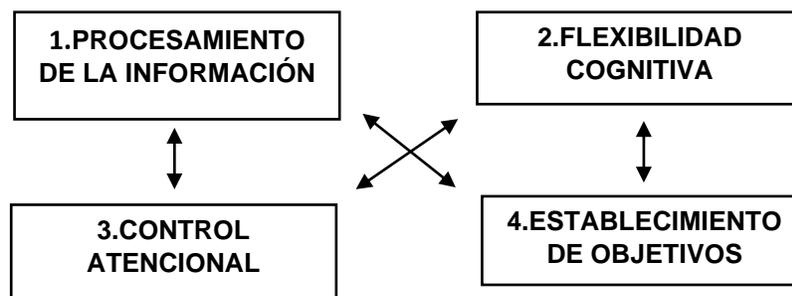


Figura 1. Extraída e inspirada del Sistema de control ejecutivo de Anderson (2002) y Anderson & Reidy (2012).

Anderson (2002) propuso que los dominios interrelacionan entre sí y que tienen sentidos bidireccionales (Figura 1). Anderson y Reidy (2002, 2012) describieron dentro de cada uno de los cuatro dominios otros subdominios:

1. **Procesamiento de la información:** Eficiencia, fluidez, velocidad de procesamiento.
2. **Flexibilidad cognitiva:** Atención dividida, memoria de trabajo, transferencia conceptual.

3. **Control atencional:** Atención selectiva, autoregulación, automonitorización.
4. **Establecimiento de objetivos:** Iniciación, razonamiento conceptual, planificación.

En el transcurso de las propuestas de los modelos, los autores también se fueron planteando si los componentes ejecutivos eran independientes cada uno o actuaban de forma que se retroalimentan entre ellos, de ahí surgió el planteamiento sobre la **unidad de los componentes** o la **diversidad** de estos. Anderson (2002) propone que los dominios interrelacionan entre sí y tienen sentidos bidireccionales (Figura 1).

El **análisis factorial confirmatorio (AFC)** fue utilizado en toda la diversidad de estudios que Miyake y sus colaboradores hicieron acerca de los dominios/factores que se incluyen en el funcionamiento ejecutivo, con el propósito de averiguar más sobre el funcionamiento de la unidad-diversidad. Pudieron corroborar que los dominios no eran igual para los niños que para los adultos. La **capacidad atencional** es el **primer componente de las FFEE** que se empieza a desarrollar. La capacidad de orientar la atención hacía un estímulo concreto surge y se puede ver desde los primeros meses de vida, por ejemplo, haciendo sonar un sonajero el niño dirige su cabeza para buscar el estímulo y fija su mirada. Este proceso irá madurando cada vez más a la vez que lo empieza a hacer la memoria de trabajo. La flexibilidad cognitiva está relacionada al desarrollo de la memoria de trabajo, por lo que a los 3 años el niño ya cuenta con capacidad atencional, empieza a desarrollar una cierta flexibilidad cognitiva que le permite **cambiar su foco atencional con cierta motivación**. Pero no es hasta los 10 años que el niño ya podría obtener puntuaciones similares a la de los adultos en flexibilidad cognitiva.

En un metaanálisis de Tirapu et al. (2018) establece que algunos autores han realizado distintos **estudios de control ejecutivo** en niños en edad infantil y escolar utilizando la **técnica de AFC** y obtuvieron estructuras configuradas por dos factores: **control inhibitorio y memoria de trabajo**; memoria de mantenimiento y control inhibitorio. Aunque de manera general se concluyó que las soluciones factoriales difieren en el número de factores y dimensiones incluidas en ellas, se estableció la **inhibición de respuestas automáticas en los primeros momentos del desarrollo**, como único factor.

1.2. DESARROLLO DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

El **desarrollo cerebral** es un proceso del sistema nervioso que permite al individuo adaptarse al medio; existe una correlación entre desarrollo cognitivo, conductas específicas, estructuras cerebrales que van madurando y factores del entorno que influyen en este proceso. El **modelo multidimensional** propone que existen diferentes tiempos de maduración del sistema nervioso, periodos críticos y sensibles durante los cuales la experiencia y la interacción con la genética, tiene un mayor efecto en el desarrollo. Para comprender mejor el grado de afectación FFEE en población infantil, es importante conocer en qué momento del desarrollo se encontraba en relación al daño cerebral adquirido (Kolb, Whishaw, 2015).

El proceso de maduración cerebral en el ser humano es prolongado, empieza en el periodo embrionario, continúa en el periodo fetal y se extiende durante la etapa postnatal hasta la edad adulta (Enseñat, Roig, García, 2015).

Los estudios de **resonancia magnética estructural** muestran incrementos progresivos del volumen y de la integridad de la sustancia blanca, probablemente relacionados con el proceso de mielinización postnatal. En relación con la sustancia gris y a pesar de la gran variabilidad existente entre sujetos, se ha observado un patrón de incremento y decremento del volumen total de sustancia gris y de las estructuras subcorticales, así como del grosor cortical. Los cambios en sustancia gris siguen comúnmente un patrón en forma de U invertida, posiblemente relacionada con la **sinaptogénesis** y la posterior muerte celular selectiva, **apoptosis** (Enseñat, Roig, García, 2015).

En relación con el **desarrollo neurológico** Tirapu, et al. (2018) propone el desarrollo funcional y estructural de los lóbulos frontales de 0 a 12 años a partir de diversos estudios de otros autores. La estructura o configuración de las FFEE va cambiando a lo largo del ciclo. De Luca y Leventer mencionado por Tirapu, analizan el desarrollo de las FFEE en paralelo al desarrollo neurológico del sistema nervioso central y diferencian FFEE cálida y frías. O'Toole et al, también mencionado, concluyó que el rendimiento en las tareas ejecutivas frías muestra incrementos significativos en la niñez más temprana, pero ese incremento no se produce de igual forma en las tareas ejecutivas cálidas.

A continuación, se explican las FFEE y el desarrollo de las habilidades de estas según edad cronológica (Diaz et al., 2016):

CONTROL ATENCIONAL	3 meses	12 meses	3 años	6 años	7 años
Centrar la atención durante un tiempo prolongado, seleccionando e inhibiendo respuestas, regulando y supervisando la realización del objetivo.	Los bebés pueden orientar su atención hacia un estímulo visual de manera voluntaria.	Inhibir conductas para poder cambiar a un grupo nuevo de respuestas.	Inhibir comportamientos instintivos, aunque con errores perseverativos de forma esporádica.	Mejora en velocidad y precisión en tareas de control de impulsos.	La atención selectiva alcanza niveles de madurez similares a las de un adulto.

MEMORIA DE TRABAJO (MT)	7- 12 meses	3-7 años	8 años	15 - 19 años
Habilidad que almacena a corto plazo y manipula la información.	Recuperar información, 2 ítems.	El funcionamiento de la CP lateral aumenta en tareas de MT espacial.	La MT espacial similar al adulto.	Mayor precisión de la MT.

CONTROL INHIBITORIO	3 - 5 años	5-7 años
----------------------------	-------------------	-----------------

Controlar la atención, comportamientos, suprimiendo estímulos, con el fin de entregar una respuesta eficaz.	Reconocen cuando fallan en inhibir una respuesta, mayor automaticidad.	Mayor inhibición de respuesta, supresión de recuerdos de información poco relevante.
---	--	--

FLEXIBILIDAD COGNITIVA	4 años	6 años	8 años	9 años	En la primera infancia surge la capacidad de aprender de los errores e idear estrategias alternativas. Se va desarrollando hasta infancia media
Capacidad de cambiar la perspectiva de un problema, con el fin de adaptarse a nuevas demandas. Requiere de MT e inhibición.	Entiende el cambio de ítems de clasificación, por ejemplo, de color a forma.	Puede cambiar las condiciones dentro de la misma dimensión. Dificultad con múltiples dimensiones.	Cambio de respuesta a una dimensión diferente.	Puede hacer frente a tareas de alternancia multidimensional.	

PLANIFICACIÓN	4 años	7 - 10 años	8 años- Adolescencia
Capacidad de desarrollar nuevas iniciativas, planificar acciones en tareas de anticipación de una manera eficiente y estratégica.	Emerge la habilidad de razonamiento conceptual simple y la capacidad de generar conceptos nuevos.	La planificación y organización se desarrollan rápidamente.	Mayor comportamiento estratégico y razonamiento organizado y eficiente. Mejora en la toma de decisiones.

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	4 años	7 - 10 años	11 años
Capacidad de proyectarse hacia el futuro solucionando un problema.	Capacidad para resolver problemas de 2 movimientos, ej. Torre de Londres.	Mejor resolución en tareas alternantes de múltiples dimensiones. Mayor planificación y organización.	Incrementa la eficiencia y organización de la capacidad de razonamiento y conductas estratégicas.

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	3 - 12 años
Capacidad de fluidez, eficiencia y velocidad de salida, se mide por la cantidad y calidad de la producción. Capacidad de procesamiento del discurso, análisis de las unidades del lenguaje e interacción entre las habilidades lingüísticas y cognitivas.	La fluidez verbal junto a la velocidad de respuesta tiene un significativo crecimiento.

COGNICIÓ SOCIAL	4 años en adelante
Capacidad de comprender la conducta de otras personas y reaccionar adecuadamente en los distintos contextos o situaciones sociales.	Comienzan a identificar con precisión la falsa creencia sostenida por el protagonista, habilidad que va mejorando en precisión a edades más avanzadas.

AUTORREGULACIÓ	1 - 4 años	6 años	9 años
Aspecto central de la conducta humana de adaptación, que se define como un comportamiento dirigido a un objetivo, con el fin de anular impulsos prepotentes no deseados.	Dificultad para iniciar o mantener un comportamiento siguiendo instrucciones, que suprimir o desistir un comportamiento inadecuado.	Mayor dominio en velocidad y precisión en las tareas de control de impulsos.	Mayor vigilancia y regulación de sus acciones.

El **desarrollo funcional cerebral** se produce relativamente ordenado a través de tres ejes: **lateral-medial, dorso- ventral y rostral- caudal**. Primero maduran las estructuras de la línea media (sistema límbico/ funciones calientes) relacionadas con funciones emocionales y aprendizaje, fundamentales para la supervivencia. Las estructuras laterales relacionadas con funciones cognitivas más racionales (frías) maduran más tarde. En el **eje ventral - dorsal**, las estructuras ventrales maduran primero y se relacionan con el procesamiento perceptivo y semántico de los estímulos (el qué) y posteriormente las estructuras dorsales asociadas con el procesamiento de los estímulos dirigidos a una acción (cómo y dónde). Por último, el **eje caudal- rostral**, madura primero las estructuras caudales posteriores en las que se realiza el procesamiento concreto sobre los estímulos (cortezas sensoriales y motoras) mientras que las rostrales, maduran más tarde y es en donde se va a realizar un procesamiento abstracto e integrador para regular la conducta, la cognición, planificación, inhibiendo conductas prepotentes y resolviendo problemas (Arnedo et al., 2015).

La maduración de las habilidades que permiten al individuo interactuar y controlar lo que sucede con su entorno se encuentra directamente relacionada con el desarrollo de FFEE. Existen **tres momentos de crecimiento intenso de las conexiones** desde las **cortezas parietales, temporales y occipitales** hacia el lóbulo frontal. El **primero** sucedería entre los **1 y 5 años**, el **segundo** de **5 a 10 años** y el **último** entre los **10 y 14 años**, después de los 14 años los lóbulos frontales seguirían desarrollándose con una tasa continua hasta aproximadamente los 30 - 40 años. Un funcionamiento neuronal óptimo no solo requiere del nacimiento de conexiones, sino también del refinamiento de estas. Por lo tanto, la poda, la maduración y la mielinización de las fibras fronto-subcorticales se correlaciona con la adquisición de FFEE (Arnedo et al., 2015).

Desde el nacimiento existe un funcionamiento rudimentario, con ciertas habilidades de regulación para generar comportamientos en respuesta a emergencias ambientales o para inhibir conductas reflejas. A partir del año y medio la capacidad de inhibición alcanza su mayor estabilidad, los niños logran resistir la distracción y no responder impulsivamente. A los 8 meses surge la memoria de trabajo, por ejemplo, con la

adquisición de la permanencia del objeto. El desarrollo de la inhibición y la memoria de trabajo posibilita la aparición de la capacidad de imitación sobre los 9-10 meses, la autorregulación comenzará alrededor de los 2 años coincidiendo con la aparición del lenguaje. El niño empieza a organizar sus acciones de acuerdo con las instrucciones verbales del adulto y alrededor de los 4 años podrá hacerlas mediante autoinstrucciones (Arnedo et al., 2015).

El periodo de mayor desarrollo de las FFEE es entre los 5 y 8 años, cuando su capacidad de inhibir respuestas motoras es mayor, atienden a estímulos relevantes ignorando los distractores, responden de una forma adecuada a los conflictos cognitivos y regulan su conducta. Alrededor de los 10 años realizan de forma correcta tareas que requieren flexibilidad cognitiva y madura su capacidad de memoria de trabajo, sin embargo, no se logra una ejecución (adulta) en planificación, fluidez verbal y secuenciación motora hasta los 15 años (Arnedo et al., 2015).

1.3. DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO INFANTIL

Las **lesiones cerebrales traumáticas en la infancia y la adolescencia**, es considerada una de las **principales causas de discapacidad según la Organización Mundial de la Salud** (citado por Manrique, 2010). La prevalencia de un TCE en España es de 235 casos por cada 1.000.000 de habitantes, el 50% ocurre en menores de 15 años y 1 de cada 10 niños padecen un TCE a lo largo de la etapa infantil. **En relación con el grado de afectación el 79% son leves, 12% moderados y 9% graves**. La incidencia de hospitalización por TCE en su mayoría es por caídas (mayor en edades de 0-4 años). En cambio, los accidentes de tráfico se observan más en el grupo de 15-19 años. Hay numerosas evidencias de que **las secuelas cognitivas, conductuales y emocionales pueden pasar inadvertidas en los primeros momentos** (Manrique, 2010).

En la primera infancia, el cerebro está experimentando una fase de desarrollo activamente intensa que se ralentiza a medida que va creciendo. Los **niños de 0 a 4 años tienen mayor incidencia de TCE debido a una mayor actividad y a la ausencia de conciencia de peligro**. Las experiencias del entorno van a moldear el desarrollo cerebral. A su vez, los factores de riesgo genéticos, ambientales y sociales pueden alterar las estructuras cerebrales y la conducta. La recuperación funcional después de una lesión temprana puede ser el resultado de una modificación de los circuitos restantes, la generación de nuevos circuitos o la generación de neuronas y células gliales, gracias a la función propia del cerebro: **la plasticidad** (Arnedo et al., 2015).

La repercusión y pronóstico de una lesión cerebral temprana dependerá del agente causante de esta alteración, pero sobre todo del momento en que acontece. Las estructuras que están completando su maduración van a ser las más susceptibles al daño y en consecuencia las funciones que de ellas dependan (Montes et al., 2015).

El patrón de configuración de las distintas estructuras cerebrales y la temporalidad con que van emergiendo y madurando están guiados por un diálogo permanente entre la genética y el ambiente. **El sistema nervioso necesita un medio metabólicamente estable**, dada la **vulnerabilidad** a cualquier agente endógeno o exógeno que pueda interferir en el desarrollo (Montes et al., 2015).

Los **factores** que **pueden alterar el desarrollo** del cerebro pueden ser **genéticos y ambientales**, por ejemplo, en el riesgo prenatal los factores más estudiados en el desarrollo embrionario y fetal son: la edad de la gestante, alimentación, enfermedades maternas, infecciones, consumo de alcohol tabaco y drogas, exposición a otros tóxicos y a radiaciones (Montes et al., 2015).

Los **factores de riesgo social**, como la privación ambiental, el nivel socioeconómico materno, condiciones de salubridad, la red de apoyo familiar, maltrato infantil, negligencia, privación alimentaria, por ejemplo, pueden ejercer efectos devastadores sobre el neurodesarrollo y sus correlatos físicos y comportamentales. Estos factores de riesgo biológico y social pueden incidir en la configuración anatómica y funcional del sistema nervioso, prácticamente desde el inicio de la gestación, y pueden provocar malformaciones en el desarrollo de estructuras cerebrales que con frecuencia cambian el patrón de conectividad (Montes et al., 2015).

El **daño cerebral adquirido (DCA)** puede darse en el momento del nacimiento (perinatal) o más tardío (postnatal) en forma de alteraciones vasculares, traumatismos, infecciones, tumores, trastornos metabólicos, epilepsia, etc. (Montes et al., 2015). Sans et al, propone que, desde el punto de vista estructural cerebral, el TCE grave en la edad pediátrica puede producir lo que se denomina **lesión axonal difusa**. Esta lesión se ha vinculado con las características evolutivas de la cabeza del niño: mayor tamaño respecto al cuerpo que en el adulto, relativa debilidad de la musculatura cervical y falta de mielinización en el cerebro (mencionado por Arnedo, 2015).

Es importante conocer que, en etapas iniciales, las exploraciones de neuroimagen pueden ser poco demostrativas, en dichas pruebas se detecta que la LAD evoluciona hacia la **atrofia cerebral cortical y subcortical** (Arnedo, 2015).

Coleme, et al. menciona que ante un DCA se observa una gran variabilidad de los déficits: los niños tienen **mayor plasticidad cerebral, pero a la vez mayor vulnerabilidad**, por lo que en muchos casos la recuperación es menor. Así pues, la expresión del DCA infantil depende de dos procesos opuestos que forman parte de un mismo continuo: **la plasticidad y la vulnerabilidad cerebral temprana** (mencionado por Arnedo, 2015).

- La **plasticidad cerebral** es la capacidad del sistema nervioso para modelar su estructura y función gracias a la experiencia, lo que dará lugar a procesos de aprendizaje. Es mayor cuando el sistema nervioso central está poco especializado y el establecimiento de sinapsis y conexiones dendríticas no ha finalizado. Al producirse un daño, la plasticidad va a permitir transferir o reorganizar funciones desde un tejido dañado a otro sano (mencionado por Arnedo, 2015).
- El término **vulnerabilidad temprana**, refiere a la especial sensibilidad del cerebro inmaduro a un DCA. En la década de 1940, **Donald Hebb** argumentaba que las teorías de la plasticidad ignoraban la posibilidad de que la lesión cerebral pudiera tener consecuencias en los momentos del desarrollo. Un **DCA temprano**, puede ser más perjudicial, debido a que el desarrollo de las funciones y los procesos depende sobre todo de la integridad de determinadas estructuras cerebrales. Por lo tanto, si una región cerebral se lesiona en un **periodo crítico** del desarrollo, es

posible que las habilidades que dependen de esa región se alteren de manera irreversible. (mencionado por Arnedo, 2015).

El desarrollo de las funciones cognitivas en el DCA, en la infancia, presenta características neuropsicológicas diferentes que las del adulto. En general, la mortalidad es baja y el estado de vigilia sin respuesta es menos frecuente. No obstante, **los niños son particularmente vulnerables a la persistencia de los déficits cognitivos** y el pronóstico a largo plazo es difícil de establecer. Dennis, mencionado por Arnedo (2015), propuso tres etapas sucesivas para cada una de ellas: **Emergente** (la habilidad no es aún funcional); **En desarrollo** (está adquirida de forma parcial, pero no es completamente funcional); **Establecida** (es totalmente funcional).

Coleme et al. mencionado por Arnedo (2015), concluye que cuando el DCA se produce en el momento en que las habilidades se están desarrollando, puede influir en la **velocidad, dominio** y las **estrategias utilizadas** de esas funciones cognitivas, de modo que su maduración pueda verse enlentecida, que la funcionalidad no sea óptima y se necesite utilizar estrategias compensatorias. Un daño que incide sobre habilidades ya establecidas generalmente se asocia a una mejor recuperación. Así pues, las **consecuencias de un DCA dependen de la interacción entre la madurez cerebral, la naturaleza de la función (simple o compleja) y el nivel de desarrollo de la habilidad**. Los problemas pueden aparecer incluso años después de haber sufrido el daño, cuando las demandas académicas y sociales son mayores. Por lo tanto, es importante efectuar un seguimiento de estos niños a largo plazo. La **memoria** es una de las funciones cognitivas **más susceptibles a resultar afectada** tras un TCE. Las alteraciones suelen persistir y son la principal queja subjetiva que manifiestan los niños. Las dificultades más comunes se centran en la capacidad de aprendizaje o en la adquisición de nueva información.

Las FFEE son también muy vulnerables ante un DCA, ya que su desarrollo es un curso lento y progresivo. No sólo están relacionadas con procesos estrictamente cognitivos, sino también con **aspectos conductuales y emocionales** que pueden entorpecer de forma significativa la adaptación social y autonomía de los pacientes. En la adolescencia y el inicio de la edad adulta, los procesos ejecutivos están totalmente desarrollados y a la vez son por completo funcionales. Así pues, un TCE grave en niños pequeños puede comprometer en edades futuras el control de su conducta y el rendimiento académico y laboral (Coleme et al., 2015 mencionado por Arnedo [2015]).

2. MÉTODO

Antes de realizar la búsqueda, se establecieron en conjunto las pautas de investigación a seguir. De aquí surgieron diversas decisiones: qué bases de datos especializadas se consultarían, las estrategias a utilizar para la búsqueda de artículos y los principales criterios de inclusión y exclusión a ser aplicados. La revisión de los distintos artículos científicos se realizó a partir de tres bases de datos: **Pubmed, WOS (Web of Science) y PsycINFO**. Se utilizó principalmente PsycInfo al ser una base de datos especializada en el campo de la Psicología. Las palabras clave fueron incluidas en todas las bases de datos para ser buscadas en la totalidad de los artículos. Para la selección de artículos científicos se acortaron a inglés y español y en población infantil o adolescente. Se

excluyeron los resultados de aquellos artículos que incluyeran DCA por ictus o tumores cerebrales.

Las palabras clave que se incluyeron en las búsquedas fueron: “brain injury”, “pediatric”, “executive functions”, “childrens”, “school”, “cognitive intervention”, “rehabilitation programs” y “TBI”. Estas palabras clave se combinaron mediante búsquedas con las siguientes expresiones: “AND (“pediatric brain injury” AND “executive functions” AND “cognitive intervention”) y “OR” (“braininjury” OR “TBI”). También se consultaron libros y manuales relacionados con las FFEE en área pediátrica.

3. RESULTADOS

3.1. ALTERACIÓN DEL NEURODESARROLLO CAUSADO POR TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO

La discusión de la presente revisión se establece a partir de la importancia de conocer las consecuencias a corto y largo plazo que un TCE puede provocar en el funcionamiento ejecutivo del niño según el momento evolutivo del desarrollo. Las lesiones adquiridas a edades tempranas interrumpen el desarrollo normal de **funciones superiores**, dificultando la adquisición de prerequisites necesarios para el funcionamiento cognitivo posterior (Ryan et al., 2017).

Por lo tanto, un DCA en la **primera infancia** puede alterar el proceso de desarrollo típico y las consecuencias serán determinadas por la lesión, características del niño, la ecología social de la familia, la gravedad de la lesión, la edad en el momento de la lesión, el tiempo transcurrido tras la lesión y la reserva preexistente. Se ha pensado durante muchos años que un TCE a edades tempranas podría llegar a tener mejor pronóstico debido a que el cerebro del niño todavía está en desarrollo. Sin embargo, diversos estudios demostraron que **la edad en la que se da el TCE es relevante y puede influir como mal pronóstico**: cuando la edad es 3 años o menos parece que se manifiestan déficits de forma más global y severa en las FFEE mientras que niños a edad más tardías muestran mejor pronóstico en la recuperación (Anderson et al., 2010).

Se estima que existe un considerado porcentaje de niños que han sufrido **TCE leve** y que son **menos intervenidos** al no manifestar alteraciones importantes al momento de la lesión pero que en el futuro pueden ser erróneamente etiquetados con un trastorno del aprendizaje (Enseñat et al, 2015). Estudios previos han demostrado que los niños pueden inicialmente no presentar ningún problema, posteriormente su rendimiento puede ir quedando atrás en comparación a sus compañeros, en algunas áreas, a medida que aumentan las demandas de nuevas habilidades. El tiempo transcurrido desde el TCE y la etapa en la que estaban del desarrollo, en el momento de la lesión, puede afectar a la trayectoria de los resultados asociados con la adaptación y el éxito escolar (Keenan et al., 2018).

En un estudio realizado por Keenan et al. (2019) se examinó el **impacto de la gravedad de la lesión en edades tempranas**, 12 meses después del TCE. En segundo lugar, se exploró las **diferencias entre el tiempo pasado después de la lesión** y los resultados entre los grupos TCE y lesión ortopédica. La muestra fue compuesta por 123 niños menores a 31 meses con TCE y lesión ortopédica. Estos fueron comparados con una muestra de 639 niños de 15 años que no habían sufrido ningún TCE y que seguían el

desarrollo típico. Los resultados mostraron que los niños con TCE leve o moderada generalmente permanecían en el camino del desarrollo en comparación con los de lesión ortopédica. Los niños con TCE grave tendían a una trayectoria de desarrollo más negativa con descensos en la comunicación, motricidad gruesa, resolución de problemas, personal-social y socioemocional 12 meses después de la lesión en comparación a los moderados y leves. Los niños **a edades tempranas** tenían **más dificultades** que los niños mayores en los ámbitos de la **comunicación** y la **resolución de problemas**. Los resultados sugieren que es necesario que aquellos niños en edades precoces (alrededor de los 2-3 años) y que hayan sufrido un TCE grave, reciban estimulación y atención temprana. Los hallazgos también sugieren que los bebés y niños en edad preescolar con TCE moderada-grave tienen disminuciones a largo plazo en el desarrollo intelectual, académico, comportamiento adaptativo, social y algunas áreas de atención en comparación con niños con un desarrollo típico. Los niños muy jóvenes con TCE leve tienen resultados similares a los grupos de comparación con desarrollo típico, aunque se han descrito cambios sutiles en el cociente intelectual verbal, la teoría de la mente (TOM), y síntomas post conmocionales (Keenan et al., 2019).

El siguiente estudio utilizó una muestra de 519 niños con TCE y lesión ortopédica de 2,5 a 15 años para examinar el desarrollo del **funcionamiento psicosocial y ejecutivo** a los **3 y 12 meses después de la lesión**, teniendo en cuenta: la gravedad, la edad en la que se produjo la lesión y el tiempo transcurrido desde la misma. Las trayectorias de los síntomas **difieren tanto por la gravedad de la lesión como por la edad** en el momento en que se produce. Los niños con TCE leve tuvieron una trayectoria de ansiedad decreciente, mientras que los niños con TCE grave tenían síntomas crecientes, evaluados con el BRIEF, SDQ y CBCL. Las relaciones y los comportamientos prosociales no mostraron repercusiones significativas debido al TCE, aunque solo se limitaron al contexto familiar que además era favorecedor. Los niños con **TCE grave** tenían las **puntuaciones más bajas** de FFEE; sin embargo, los grupos con **TCE leve** tenían **déficits de memoria de trabajo** clínicamente importantes. Esto sugiere que independientemente del contexto familiar, **la gravedad de los síntomas se puede ver determinada por el tipo de lesión y la edad en la que acontece** (Keenan et al., 2018).

Las lesiones cerebrales durante la infancia no solo pueden alterar la trayectoria, ya de por sí no-lineal, sino que también la maduración típica del cerebro. **El TCE pediátrico tiene efectos adversos específicos en el neurodesarrollo**, la fuerza traumática externa ejercida sobre el cerebro puede provocar patología tanto a nivel celular como tisular, provocando un deterioro transitorio o incluso permanente. Algunos daños se manifiestan como atrofia relacionada con el trauma y atrofia que cuando se visualiza mediante técnicas como la resonancia magnética estructural, pueden aparecer como disminuciones relativas tanto del volumen cerebral como en las medidas de grosor cortical (King et al., 2020).

Estudios previos de **resonancia magnética** han demostrado que la morfometría del cerebro lesionado difiere de los niños con un desarrollo típico y estas diferencias transversales se encuentran incluso hasta 10 años después de la lesión, lo que sugiere que, **ni se recuperan ni se compensan con el paso del tiempo**. Existen estudios morfométricos longitudinales de cohortes pediátricas que han investigado los cambios entre pacientes y controles a lo largo de múltiples puntos temporales posteriores a la

lesión y en la que la mayoría de estos muestran una reducción del volumen o adelgazamiento cortical a lo largo del tiempo en el grupo de TCE así como diferencias transversales con respecto a los controles (King et al., 2020).

Las trayectorias altamente programadas de desarrollo de la sustancia blanca y la sustancia gris durante la infancia y la adolescencia se ven alteradas por los TCE. Sin embargo, no hay investigación previa de la **magnitud** con la que **un TCE grave interfiere con la trayectoria de desarrollo a nivel individual** o cómo esto puede cambiar en función de la edad a la que se produce la lesión. Los efectos de una TCE en el cerebro son muy diversos y se han encontrado **diferencias morfométricas en regiones cerebrales muy extendidas** (tanto en el córtex como en el área subcortical), incluso dentro de una misma región córtex y subcorticales incluso en un mismo individuo (King et al., 2020).

3.2. EVALUACIÓN Y REHABILITACIÓN DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS EN NIÑOS CON TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO

El **funcionamiento ejecutivo** en niños en edades tempranas supone un desafío ya que se compone de diferentes **dominios** que se encuentran interconectados y que además son **moduladores de otras regiones**, estableciendo conexiones neurocorticales como el lenguaje, memoria, habilidades visoespaciales y motoras (Wiebe et al., 2011). Por lo tanto, aunque las FFEE se encuentren en la zona prefrontal y **establezcan conexiones con el resto de las redes**, hay que tener en cuenta las diferencias individuales que presente cada niño a la hora de evaluar y diseñar un plan de intervención.

Las **características de la lesión** y el **momento evolutivo del cerebro** marcarán la valoración y el diseño del **programa de rehabilitación neuropsicológica (RHB NPS)** a posterior, interviniendo en diferentes factores y a diferentes niveles. Las fases de intervención y en las que se establecen diferentes coordinaciones entre los diferentes equipos podríamos dividirla en 3:

- **Fase aguda:** el niño se encuentra en estado de vigilia sin respuesta o estado de mínima conciencia, en el que intervienen distintos profesionales. En este punto el neuropsicólogo interviene dando pautas a los padres y coordinando con la escuela.
- **Fase de orientación:** el niño se encuentra en amnesia postraumática (APT) por lo que realizaría sesiones de orientación en espacio, persona y tiempo.
- **Fase ambulatoria:** fuera de APT se realiza la exploración neuropsicológica y se trabaja en el programa de rehabilitación más adecuado. Las funciones automáticas y preservadas son importantes y pueden ser útiles a la hora de utilizarlas cómo puntos fuertes con los que trabajar en las sesiones de RHB NPS.

3.2.1. EVALUACIÓN

En comparación a los adultos, **se hace difícil la evaluación** especialmente en niños: las FFEE en desarrollo se encuentran vinculadas a una etapa en particular que a su vez puede tener implicaciones para el desarrollo posterior, además de la **limitación de medidas de evaluación** neuropsicológicas y que, además, **no son sensibles a los cambios graduales** del neurodesarrollo (Gaines y Soper, 2018).

Existen instrumentos para valorar en el primer momento del TCE como es la **escala de coma de Glasgow**. Pese a sus limitaciones principalmente en menores de 2 años, continúa siendo la escala más utilizada a nivel mundial para categorizar la **severidad**. Las principales pruebas de predicción son CHALICE (*Children's Head Injury Algorithm for the Prediction of Important Clinical Events*) **CATCH** (*Canadian Assessment of Tomography for Childhood Head Injury*) y **PECARN** (*Paediatric Emergency Care Applied Research Network*) (Morales et al., 2019).

La evaluación deberá consistir tanto en **medidas basadas en la ejecución y cuantificables** como **medidas observacionales de la conducta** (Fernández et al., 2014). Durante todo el proceso evaluador de las FFEE del niño, la familia y el entorno social como la escuela, será importante tanto para aportar información relevante para la anamnesis, como durante la realización de algunas pruebas en la que sea necesaria su participación.

Baterías neuropsicológicas para población infantil que miden específicamente las FFEE:

BATERIA/PRUEBA	EDAD	EVALUACIÓN EN FFEE
WIPPSI-IV . Escala de inteligencia de Wechsler para preescolar y primaria.	2 - 8 años	Memoria de trabajo y velocidad de procesamiento.
WISC-V . Escala de inteligencia para niños.	6 - 11 años	Memoria de trabajo, formación de conceptos, razonamiento abstracto, resolución de problemas.
NEPSY . Batería neuropsicológica infantil.	3 – 16 años	Flexibilidad cognitiva, inhibición.
MP-R . Escala de desarrollo mental Merrill- Palmer. BATTELLE . Inventario de desarrollo. DP-3 . Perfil de desarrollo.	0 - 6 años 0 - 95 meses 0 - 12 años	Conducta adaptativa
TMT-B . <i>Trail Making Test</i> , parte B.	9 años en adelante	Velocidad de procesamiento, flexibilidad cognitiva, inhibición.
Baterías específicas: ENFEN . Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños. BADS C . <i>Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome for Children</i> .	6 - 12 años 8 - 15 años	ENFEN : Fluidez verbal, Construcción de senderos, Construcción con anillas y Resistencia a la interferencia) que miden diferentes componentes de las FE. BADS C : Evalúa diversos aspectos relacionados con el síndrome disejecutivo, como: inflexibilidad y perseveración.
Cuestionarios: BRIEF-P . <i>Behavior Rating Inventory of Executive Function</i> .	2 - 5 años	BRIEF-P y BRIEF 2 : Evaluación conductual de la función ejecutiva.

BRIEF-2. <i>Behavior Rating Inventory of Executive Function.</i>	5 - 18 años	CEFI: atención, control de emociones, flexibilidad, control inhibitorio, iniciación, organización, planificación, autocontrol y memoria de trabajo.
CEFI. <i>Comprehensive Executive Function Inventory.</i>	5 - 18 años	

3.3. SÍNTOMAS DISEJECUTIVOS COMO CONSECUENCIA DE LESIÓN AXONAL DIFUSA EN TCE

La **lesión axonal difusa (LAD)** es una de las **principales consecuencias de los TCE** en niños y conduce en la mayoría de los casos a estado de coma y una discapacidad que puede ser en muchos casos hasta permanente. La LAD puede variar de localización entre individuos, muestras y estudios, aunque **comúnmente se ven afectadas regiones frontotemporales** (King et al., 2020).

El mecanismo del TCE difuso son **fuerzas inerciales, angulares o rotacionales** (de aceleración-desaceleración) que causan lesiones y no siempre son visibles. Estructuralmente, el DCA severo y difuso corresponde a la LAD. Debido al aumento de las fuerzas mecánicas que ejercen los movimientos sobre el cerebro, haciendo que se agite por lo que se produce la ruptura o desconexión de los axones provocando daño estructural, grave y difuso de la sustancia blanca. Hay que considerar otros factores igualmente relevantes en cuanto a la naturaleza del TCE que determinan la gravedad del LAD, como la localización, dirección, magnitud y velocidad de la fuerza (King et al., 2020).

Sans et al. mencionado en Arnedo (2015) habla sobre los axones de las neuronas se encuentran por toda la sustancia blanca cerebral por lo que la mayoría de las alteraciones que presentan los pacientes con LAD es en la **memoria, la atención, la velocidad de procesamiento y en las FFEE**. Aunque se puedan contemplar como dominios independientes en realidad están **interconectados**, sin embargo, son las FFEE especialmente las que serían responsables del pronóstico de los déficits neuropsicológicos en el DCA grave y difuso.

El LAD es considerado por algunos autores como una **lesión primaria** ya que se produce **en el mismo momento del trauma**. Las lesiones primarias serían las contusiones, laceraciones y hemorragias intracraneales, mientras que las **secundarias** serían aquellas que se dan por complicaciones que **no son atribuibles al impacto**, sino que se desarrollan a partir de ellas como la formación de hematomas o la detención brusca del flujo sanguíneo en una o más arterias cerebrales (Junqué, C., 2008).

Aunque en realidad el LAD se ha asociado siempre al momento del impacto, posteriormente se produce **degeneración walleriana de los axones y sus vainas de mielina**, es decir, se produce una desmielinización de los axones por el daño neuronal. Las técnicas de neuroimagen en las etapas iniciales no sirven de mucha referencia ya que no va a mostrar los déficits reales hasta un tiempo después debido tanto al crecimiento del hematoma causado por el trauma como por el proceso de desmielinización. **Es a partir de las 6 u 8 semanas del TCE donde se pueden observar cambios en la resonancia magnética** (Junqué, 2008).

La evolución del LAD en **neuroimagen** es hacia la atrofia cerebral cortical subcortical (Sans et al. mencionado en Arnedo [2015]). El LAD no solo afecta en los TCE que se dan en la región frontotemporal que requiere **de la integración de todos los circuitos cortico-corticales y cortico-subcorticales**. Al verse estos **afectados por la LAD**, también se alteran las funciones responsables de la corteza prefrontal. Después de un tiempo del TCE el niño empieza a recuperar algunas funciones relacionadas con el sistema sensoriomotor y del lenguaje, de modo que se podría decir que saldría de **fase aguda** para entrar en **fase subaguda**. Se ha visto que la duración de esta segunda fase no se puede determinar, en general suele ser menor a la de los adultos. A medida que entran en una **fase crónica** algunas funciones se estabilizan y se puede incluso llegar a obtener puntuaciones dentro de un rango considerado normal o incluso superior pero eso no significa que el niño no tenga secuelas y que en el futuro, no solo a medida que desarrolla nuevas áreas, sino que aumentan las demandas escolares pueda llegar a presentar nuevos déficits. Estos déficits pueden variar en gravedad, los **primeros déficits** que se encuentran después del alta hospitalaria son aquellos relacionados con el razonamiento verbal, el control atencional, la velocidad de procesamiento, la memoria, organización espacial y FFEE.

Es pertinente considerar la RHB NPS infantil en el marco del **modelo biopsicosocial** definido por la Organización Mundial de la Salud. Este modelo define tres conceptos claves en rehabilitación: **déficit** (nivel orgánico), **limitaciones en las actividades** (nivel personal) y **restricciones en la participación** (nivel social).

Prigatano (2006), propone que la RHB NPS infantil es parte de un modelo multidisciplinar, sus objetivos son ayudar en la recuperación del niño, y trabajar junto con la familia para compensar, restaurar o sustituir los déficits cognitivos, así como entender y tratar los problemas cognitivos, conductuales, emocionales y sociales (Enseñat et al., 2015).

Es recomendable que el **modelo de intervención** incluya diversas estrategias de intervención según las necesidades individuales. Algunas de las intervenciones que se deben realizar son:

- ✓ **Restaurar la función:** Restitución del déficit cognitivo mediante ejercicios específicos de las funciones cognitivas (enfoque directo) con técnicas y métodos tradicionales y programas informáticos. El niño está fuera de APT y depende de las características se usará un método u otro, aunque papel y lápiz como preferencia.
- ✓ **Adaptación funcional:** Estrategias y técnicas que ayudan a compensar las dificultades cognitivas y disminuir el impacto funcional del déficit cognitivo en la vida diaria del niño. Estas pueden ser ayudas externas como las agendas o calendarios.
- ✓ **Modificación del entorno:** Cambios en el ambiente para eliminar distractores o simplificar tareas, haciendo que el niño piense y reflexione sobre los planes que se establecen.
- ✓ **Intervenciones conductuales y emocionales:** Intervenciones dirigidas a los problemas emocionales y conductuales. Técnicas de modificación de conducta (extinción, refuerzo positivo y tiempo fuera), autoinstrucciones, autoevaluación de

la propia conducta, entrenamiento en habilidades sociales, trabajar en la conciencia de déficit y aceptación de las dificultades.

- ✓ **Intervención con la familia:** la familia juega un papel fundamental a lo largo de todo el proceso rehabilitador por lo que será imprescindible por ejemplo sesiones de psicoeducación sobre el DCA y sus repercusiones en la vida tanto del niño como de su entorno familiar, social y escolar, además de ofrecer pautas, entrenar en instrucciones y realizar un acompañamiento emocional.
- ✓ **Intervención en la escuela:** Ofrecer sesiones de psicoeducación e informar sobre DCA y la valoración NPS, pautas escolares específicas según la lesión y adaptaciones curriculares.

3.4. PROGRAMAS DE REHABILITACIÓN NEUROPSICOLÓGICA

Las FFEE es de los principales procesos cerebrales en verse afectado tras un TCE ya sea por un trauma focal o como consecuencia de un LAD. Los principales dominios alterados de las FFEE deben evaluarse y tratarse durante todo el proceso rehabilitador.

En relación con los programas de RHB NPS, Martínez-Martínez, A. et al. (2014) en una revisión de los principales programas reconocidos en la literatura, determinan que no es solamente importante desarrollar un tratamiento para los déficits en las FFEE, es decir los procesos cognitivos como tal, sino que proponen **intervenir en la regulación de la activación, en la autoregulación de la conducta y en las funciones metacognitivas**. Para los déficits en los procesos cognitivos describieron la **solución de problemas**, la **memoria de trabajo** y el **uso de estrategias compensatorias** como los **principales entrenamientos** dentro de los distintos programas desarrollados:

- En cuanto a la **regulación de la activación** se detalló que la rehabilitación de los síntomas relacionados con la falta de iniciativa o motivación debería estar enfocada al uso de ayudas externas, frente a las estrategias internas por falta de evidencia, como el uso de programas informáticos que ayuden a autoiniciar la conducta o a asociar conductas. Estas ayudas externas resultaban más efectivas si eran verbales y con sonidos que resultaran familiares.
- En cualquier programa rehabilitador es importante abordar **funciones metacognitivas** como la conciencia de déficit, ya sea como daño secundario al TCE o como mecanismo psicológico de defensa, ya que la mejora de esta permite al paciente lograr automonitorizar su conducta creando estrategias que disminuyan el impacto de las secuelas cognitivas y mejorando su funcionalidad.
- Los problemas en la **autoregulación de la conducta** suponen un impedimento tanto a corto como a largo plazo para un correcto desempeño de las intervenciones, ya sea por agresividad, impulsividad o conductas desinhibitorias. La implementación de estrategias de autoregulación, así como técnicas cognitivo-conductuales ayudarían a disminuir estos problemas de conducta e influir de manera positiva en la efectividad del programa.

En esta línea, la RHB NPS tiene como objetivo tratar de lograr la **máxima autonomía** del paciente y su **capacidad de autoregulación**, favoreciendo su integración social y escolar. Para la rehabilitación del niño, existen distintos modelos de intervención que se clasificarían según si son estrategias de **recuperación o restitución** del déficit,

restableciendo las funciones afectadas, o si se quieren desarrollar estrategias de **compensación y/o sustitución** que sustituyan las funciones afectadas y mejoren su adaptación funcional.

En un trabajo de Yoldi, A. (2015) donde recoge diversos modelos de intervención de distintos autores sobre las FFEE define **diferentes enfoques de intervención**: “ayudas externas, estrategias conductuales, estrategias de autocontrol, entrenamiento de las técnicas en el entorno familiar, educativo y social del niño o adolescente con el fin de generalizar todo lo aprendido.” El abordaje de las estrategias específicas debe ser personalizado e individualizado, basándose en las características del niño y su entorno, familiar y social. Las **estrategias** usadas pueden clasificarse en **internas o externas**: el sujeto integra e internaliza una rutina mental de trabajo o se le proporciona una estrategia o ayuda dada por el medio u otros sujetos.

Pistoia et al (2004) proponen y recomiendan para el **tratamiento integral multimodal** de las FFEE, además de la flexibilidad cognitiva y la inhibición, ejercicios donde se tenga en cuenta la **discriminación auditiva de ritmos y tonos con apoyo y sin apoyo visual** (Delgado y Etchepareborda, 2013)

Entre las herramientas que tienen en cuenta estas variables, se encuentra el trabajo de **Delgado y Etchepareborda** (2013) donde proponen distintos programas e intervenciones que habían sido aplicados anteriormente para atender los síntomas disatencionales y de hiperactividad, como: **programa EFE, el Captain’s Log y el método de entrenamiento de memoria de trabajo**.

- El objetivo del programa de **Entrenamiento de Funciones Ejecutivas (EFE)** es propiciar la **aparición, desarrollo y habilitación de las FFEE**:
 - Entrenamiento de los tres mecanismos de control inhibitorio a partir de actividades con doble input.
 - Estimulación de la monitorización funcional y post funcional de actividades motoras, del lenguaje y cognitivas.
 - Estimulación de los procesos de planificación, de estructuras metalingüísticas que permitan la generación de nuevas redes semánticas;
 - Entrenamiento de habilidades de evaluación pre y post funcional de posibles alternativas para la toma de decisiones.
- **Captain’s Log** es un sistema de **entrenamiento neurocognitivo informatizado** que cuenta con 35 ejercicios distribuidos en seis módulos. Cada uno tiene diferentes niveles de dificultad, que puede graduarse de acuerdo con las necesidades de cada paciente.
- El método de **entrenamiento de memoria de trabajo** consiste en entrenar esta función cerebral por medio de un sistema audiovisual que permita al sujeto adquirir un manejo adecuado de codificación, organización y clasificación de estímulos.

Es importante resaltar que este sistema permite trabajar desde **varios canales de estimulación sensorial**, lo que ayuda al entrenamiento efectivo de las FFEE. Este programa permite visualizar las latencias, tiempos de reacción y del output de cada

respuesta dada por el paciente, los resultados en porcentajes, errores diferenciados (omisiones-comisiones), tiempos de memorización, etc. El ejercicio que se utilice, sus niveles de dificultad y la programación en sí de todas las variables (tiempos de respuesta y de inhibición en segundos, tipo de feedback, visual o auditivo, presencia o ausencia de estímulos distractores, número de secuencias, entre otras) se elegirán en función de la especificidad del síndrome prefrontal que afecte al paciente (Delgado & Etchepareborda, 2013). Delgado (2013) propone entender primero el área prefrontal afectada para su correcta intervención. A continuación, se clasifica el **entrenamiento neurocognitivo** sugerido según el área afectada:

ÁREA	FUNCIÓN EJECUTIVA AFECTADA	ENTRENAMIENTO COGNITIVO
DORSOLATERAL	Flexibilidad cognitiva Planificación Memoria de trabajo Razonamiento Formación de conceptos Fluencia verbal Programación motora Resolución de problema	Primer a tercer módulo del programa (EFE) y entrenamiento de memoria de trabajo con material audiovisual. Ejercicios del Captain's Log: Symbolic display match, pattern display match, conceptual discrimination, numeric skills, size discrimination, maze learning, trail sequence A and B, auditory discrimination/rhythm, tones and visuospatial memory.
MEDIAL CÍNGULO	Motivación Atención sostenida Atención selectiva	Cuarto a octavo módulo del programa EFE Ejercicios del Captain's Log: Auditory patterns/rhythm, scanning location/time, stimulus reaction/fields and time.
ORBITOFRONTAL	Control de espera Control de impulsos Control de interferencia Regulación emocional	Ejercicios del Captain's Log: Image scanning/inhibition, scanning reaction/inhibition/ reaction time, color discrimination/inhibition, stimulus reaction/inhibition

Un estudio realizado a 100 niños de cinco y seis años, procedentes de dos colegios de Granada (España) buscó entender la **importancia de la intervención** para mejorar las FFEE en la educación preescolar. El objetivo fue presentar los resultados obtenidos de la aplicación del “**Programa de entrenamiento en FFEE en educación infantil**” (**EFE-P**) que pretende mejorar el control inhibitorio, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Para evaluar el impacto del programa, se obtuvieron mediciones previas y posteriores a la intervención de los miembros del grupo experimental y se comparó con las mediciones correspondientes a un grupo de control. Los resultados del estudio muestran que el programa de intervención tiene un **impacto significativo** en todas las variables de función ejecutiva analizadas. Las FFEE son esenciales para muchas de las aptitudes necesarias en la vida adulta, como la memoria, la creatividad, la flexibilidad, el autocontrol y el cumplimiento de las reglas y normas. Por esta razón, existe una necesidad real de crear programas que promuevan el desarrollo de estas funciones en las primeras etapas de la vida. Los programas validados como el EFE-P pueden ser llevados a cabo por el profesorado dentro del plan de estudios estándar, utilizando materiales que están fácilmente disponibles en las escuelas (Romero et al., 2021).

Existen diversos programas enfocados a la RHB NPS de FFEE y sus habilidades, Enseñat (2015) propone los siguientes:

- **Amsterdam Memory and Attention Training for Children (AMAT-C):** desarrollado en Holanda a partir del “*Attention Process Training*”. El programa incorpora técnicas de modificación de conducta y estrategias para mejorar el rendimiento de los niños en su vida diaria para realizar en el entorno escolar.
- El **programa PayAttention! Attention Training for Children:** desarrollado por Thomson, a partir de la adaptación infantil del *Attention Process Training* que fue creado por Sohlberg y Mateer y dirigido a niños de 4 a 10 años. Se trata de la adaptación infantil. En el programa trabajan la capacidad atencional de los niños mediante ejercicios jerarquizados y diseñados por rango de edad y niveles cognitivos.
- **Guttmann, Neuro Personal Trainer (G-NPT):** programa informatizado diseñado por neuropsicólogos clínicos y dirigido a niños y adolescentes en edad escolar con dificultades de aprendizaje o de conducta como consecuencia del DCA. El programa está orientado a trabajar diversas funciones cognitivas (lenguaje, atención, memoria y función ejecutiva). Cuenta con el apoyo de un neuropsicólogo que supervisa y planifica de manera personalizada el programa de tratamiento y incluye la posibilidad de utilizarlo en el domicilio.
- **Cogmed:** el objetivo de este programa de rehabilitación cognitiva es trabajar la memoria de trabajo a través del entrenamiento intensivo y sistemático.

Los déficits de atención son comunes después de un TCE pediátrico y pueden complicar las actividades de la vida diaria y la reinserción escolar. Los profesionales de la salud tienen acceso limitado a protocolos de rehabilitación cognitiva. Seguin (2017), en un estudio, propuso evaluar la viabilidad del entrenamiento intensivo del programa “**Ready! Set?Let’s Train! (RST)**” basado en una **adaptación del programa “Attention Process Training-I”**, además de la realización de las tareas asignadas para casa. La muestra de este estudio fue 17 participantes, con historial de TCE y edad media de 14 años. El estudio indicó mejoras en la memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva. Se realizaron evaluaciones previas y posteriores a la intervención que consistieron en pruebas ejecutivas y atencionales estandarizadas y una lista de verificación de comportamiento. **Estos hallazgos indican un apoyo positivo en el entrenamiento de estrategias de atención y FFEE** (Seguin, 2017).

El **Goal Management Training (GMT)** es un método de rehabilitación desarrollado por Robertson en 1996 y citado por Burgess y Robertson (2002), en el que se propone un entrenamiento en el manejo de los objetivos. Los pacientes deberían identificar el objetivo principal y los subobjetivos de la tarea enumerando los pasos necesarios para resolver un problema y posteriormente monitorizar el resultado. En diversos estudios realizados con pacientes se encontraron que estos presentaron una disminución significativa en las dificultades en su vida diaria. En dichos estudios también encontraron, mediante entrevista posterior al tratamiento, que los pacientes del grupo GMT generalizaron las estrategias aprendidas a las actividades de la vida diaria. La **efectividad** de este tratamiento fue evaluada pre, post y cuatro meses después de

finalizado el tratamiento mediante una batería de pruebas encargadas de valorar el funcionamiento ejecutivo (Martinez-Martinez et al., 2014).

Debido al reconocimiento que se la ha dado al uso del programa GMT y al apoyo empírico sólido que tiene como uno de los protocolos mejor validados, en un estudio realizado por Brandt, A.E. et al (2021) trataron de examinar la eficacia del **programa GMT** para aquellos **niños en fase crónica del DCA** como consecuencia de un TCE y con **dificultades ejecutivas** en la vida diaria que fueron previamente informadas. El estudio fue realizado en un hospital pediátrico en Noruega y fueron seleccionados niños de entre 10 y 17 años diagnosticados con DCA (TCE, tumor cerebral, hipoxia/anoxia, inflamación cerebral), siendo excluidos aquellos que habían sufrido el DCA antes de los 2 años. Ninguno de ellos había recibido RHB NPS anteriormente. El programa GMT fue **adaptado a un protocolo pediátrico** haciéndolo más apropiado para la edad, con el objetivo de promover el control inhibitorio, las estrategias metacognitivas, la facilitación del logro de objetivos y el entrenamiento en la capacidad atencional. El protocolo constó de 7 sesiones de 2 horas cada una, con un control activo que recibió otro programa que no estaba dirigido específicamente a las FFEE.

Los autores discuten que en su investigación **no encontraron que el GMT mostrara diferencias según la edad**. No obstante, la intervención entre los 0 y 6 meses era mejor en adolescencia tardía. Sugieren también que los resultados no fueron concluyentes debido a que las tareas de GMT precisaban de procesos metacognitivos complejos, como la conciencia del déficit, que se veían comprometida por el DCA y alteraron el correcto funcionamiento de estas.

4. RECOMENDACIONES PARA LA REHABILITACIÓN

El **modelo de intervención neuropsicológica** debe ser **holístico**, que busque reducir los déficits cognitivos, físicos, conductuales y emocionales, gestionando las dificultades para reducir su impacto en la vida diaria. Estas recomendaciones deben ser aplicables a nivel clínico, en escuela y casa.

Teniendo en cuenta el tiempo que el niño pueda estar hospitalizado hasta que vuelva a la escuela y los obstáculos que pueda encontrarse derivados como consecuencia del TCE, va a necesita soportes y recursos, que la escuela debe tomar en cuenta y estar preparada. La escuela debe coordinar el proceso de reincorporación junto con el equipo del hospital antes del regreso presencial, aproximadamente tres meses antes. Es importante este proceso coordinado para facilitar las adaptaciones oportunas (Sans et al. mencionado en Arnedo [2015]).

El libro de neuropsicología pediátrica de Enseñat et al (2015) propone para el abordaje del funcionamiento ejecutivo las siguientes **pautas**:

1. Estructurar las rutinas del entorno (familiar, escolar).
2. Definir los objetivos y metas a conseguir.
3. Ayudar a buscar alternativas en las soluciones.
4. Dar diferentes soluciones para una misma tarea, para poder contar con más recursos.
5. Simplificar y realizar tareas más cortas.

6. Ayudar al niño a simplificar las tareas y estimar el tiempo necesario para realizarlas.
7. Escoger la versión menos compleja de una actividad (pautas concretas).
8. Utilizar horarios que ayuden a organizar el tiempo.
9. Dividir las tareas en diferentes componentes y explicarlos.
10. Todas las tareas deben tener un principio y un final.
11. Supervisar al niño durante toda la tarea e ir disminuyendo progresivamente la supervisión.

Dawson y Guare (2010) proponen en su metodología de trabajo distintas **pautas para diseñar, implementar y evaluar** programas de intervención en el entorno educativo, enfocándose en la rehabilitación de niños y adolescentes con problemas en las FFEE, además de ayudar a otros niños escolares a beneficiarse del programa. Estos autores proponen el **método RTI** (*Response To Intervention*) para detectar estudiantes con riesgo de presentar dificultades tanto leves como moderados y graves. Luego se implementa el programa y se monitorean las respuestas a las intervenciones:

- Sugieren pautas para la modificación del entorno como estrategia clave para aumentar el **nivel de atención** y mejora en el **control de inhibición de respuesta** en actividades de clase.
- Para mejorar el **nivel de atención** los autores proponen: procurar que el niño tome conciencia de los tiempos que demanda una tarea y en la concesión de descansos, y toma de conciencia de aquellos estímulos que le motivan y que por lo tanto contribuyen a mantener su atención.
- En la **inhibición de respuesta** las técnicas más eficaces son: incrementar la supervisión y feedback inmediato cuando las respuestas son correctas, utilizar instrucciones breves y sencillas, con ayuda de acompañamiento visual y enseñando a realizar verbalizaciones internas.
- En cuanto a la mejora de las **habilidades de planificación**, proponen que durante las clases el profesorado haga uso de la división de tareas y proyectos en subáreas, asignando fechas de entrega, promoviendo la organización en autoinstrucciones y estableciendo rutinas.
- También proponen el **acompañamiento de monitores, veladores o profesores particulares** capacitados y formados que realicen una supervisión diaria que incluya un acompañamiento en la organización de tareas, y en promover la autoreflexión del estudiante.

Estas intervenciones con estudiantes de diferentes edades, fueron positivas para la promoción de las FFEE en niños y adolescentes con alteraciones prefrontales por DCA, como para estudiantes sin ningún trastorno previamente.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El constructo de las FFEE integra una relación entre los procesos de aprendizaje, las demandas del entorno y el desarrollo del sistema nervioso central (Martinez-Martinez, 2014). Después de la revisión de los distintos estudios que analizan la sintomatología disjuntiva causada por TCE, así como las diferentes técnicas y estrategias utilizadas

en los programas de RHB NPS, podríamos concluir que **la importancia de la intervención se sustenta por el uso e implementación de estrategias adecuadas para la resolución de problemas, y su aplicación a la vida diaria en contextos reales y diversos**. Esta práctica o entrenamiento debe ser repetido y con el soporte de reforzamientos.

Con el análisis de los diversos estudios **confirmamos la falta de investigación** basadas en la eficacia de los programas de RHB NPS, y más específicamente y con gran diferencia, aquellas orientadas a niños y adolescentes con DCA. Aunque pudimos encontrar distintos estudios de caso único, no se encontraron basados en casos de TCE con alteraciones ejecutivas, ni tampoco de grupo. Y aunque las FFEE son actualmente una de las áreas con más interés y estudio que están surgiendo en los últimos años, no lo parece ser en casos de niños o adolescentes con DCA: hasta la actualidad **no hemos podido encontrar investigaciones en programas de intervención específica en FFEE y DCA**, específicamente en infantes que hayan sufrido TCE. Generalmente se han podido ver en adultos con TCE o en población sana. Además, las guías sobre actividades para habilidades de FFEE son para estimulación más que rehabilitación.

Confirmamos en varias revisiones bibliográficas que, si una región cerebral se lesiona en un periodo crítico del desarrollo, **es posible** que las habilidades que dependen de esa región **se alteren de manera irreversible**. Resulta difícil predecir cuál va a ser el pronóstico funcional de los niños que han sufrido un TCE. Debido a la complejidad de la rehabilitación de las FFEE, es que resulta un desafío de destacada relevancia el comenzar el proceso de intervención desde **edades tempranas**. También pudimos confirmar que **un TCE a edades tempranas**, aunque exista mayor plasticidad cerebral, **puede influir como mal pronóstico debido a la vulnerabilidad del cerebro**.

Podemos confirmar la importancia de mantener un acompañamiento en la exploración y en la intervención hasta la edad adulta sea cual sea la edad en la que el niño haya adquirido la lesión. Para ello se **deberían llevar a cabo exploraciones anuales y adaptaciones continuas del tratamiento**, que será conseguido siempre y cuando exista un seguimiento y feedback tanto por el profesional como por el paciente y su familia. El análisis exhaustivo de todas las variables, así como la integración de **técnicas de restauración, compensación y modificación ambiental** son los componentes que garantizarán la efectividad del programa. Asimismo, el **soporte y acompañamiento familiar** resulta primordial para el buen funcionamiento del proceso rehabilitador ya que el trabajo no debe hacerse solo con el niño que sufrió un TCE, sino también con aquellas personas que cuidan de él con la finalidad que mediante la psicoeducación el proceso se lleve de la mejor manera.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Amy A. Wilkinson, Maureen Dennis, Nevena Simic, Margot J. Taylor, Benjamin R. Morgan, Helena Frndova, Karen Choong, Craig Campbell, Douglas Fraser, Vicki Anderson, Anne-Marie Guerguerian, Russell Schachar, Jamie Hutchison (2017). Brain biomarkers and pre-injury cognition are associated with long-term cognitive outcome in children with traumatic brain injury. *BMC pediatrics*, 17(1), 1-11
- Anderson, V., Spencer-Smith, M., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M., Leventer, R. J., y Jacobs, R. (2010). Children's executive functions: are they poorer after very early brain insult. *Neuropsychologia*, 48(7), 2041–2050.
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child neuropsychology*, 8(2), 71-82.
- Anderson, P. J., & Reidy, N. (2012). Assessing executive function in preschoolers. *Neuropsychology review*, 22, 345-360.
- Ardila, A. A., & Solís, F. O. (2008). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(1), 1-21.
- Arnedo, M., Montes, A., Bembibre, J., Triviño, M. (2016). Neuropsicología infantil: A través de casos clínicos. Editorial: Médica Panamericana,
- Banfield, J. F., Wyland, C. L., Macrae, C. N., Münte, T. F., & Heatherton, T. F. (2004). The cognitive neuroscience of self-regulation. In R. F. Baumeister & K. D. Vohs (Eds.), *Handbook of self-regulation: Research, theory, and applications* (pp. 62–83). The Guilford Press.
- Bausela Herreras, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción psicológica*, 11(1), 21-34.
- Brandt, A. E., Finnanger, T. G., Hypher, R. E., Rø, T. B., Skovlund, E., Andersson, S., Stubberud, J. (2021). Rehabilitation of executive function in chronic paediatric brain injury: a randomized controlled trial. *BMC medicine*, 19, 1-15.
- Cock, M. R., Matute, E., y Jurado, M. B. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. *Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias*, 8(1), 23-46.
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139, 209-221.
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., & Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of clinical neurology*, 163, 197–219.
- Dawson, P. y Guare, R. (2010). Executive skills in children and adolescents: A practical guide to assessment and intervention. New York: Guilford Press, 177-2010.

Delgado-Mejía, I.D., Etchepareborda, M.C. (2013) Trastornos de las funciones ejecutivas. Diagnóstico y tratamiento. *Revista de Neurología*, 57 (1), 95-103.

Díaz, M y Guevara, P. (2016). Desarrollo de las Funciones Ejecutivas durante la primera infancia y su afectación ante un Traumatismo Craneoencefálico. *Revista Chilena de Neuropsicología* , 11(2), 40-44.

Enseñat, A., Roig, T., Garcia, A. (2015). Neuropsicología pediátrica. Editorial: Síntesis. Madrid.

Fernández, T. G., Castro, P. G., Areces, D., Cueli, M., & Pérez, C. R. (2014). Funciones ejecutivas en niños y adolescentes: implicaciones del tipo de medidas de evaluación empleadas para su validez en contextos clínicos y educativos. *Papeles del psicólogo*, 35(3), 215-223.

Gaines, K. D., y Soper, H. V. (2018). Neuropsychological assessment of executive functions following pediatric traumatic brain injury. *Applied neuropsychology. Child*, 7(1), 31–43.

Golberg, E. (2001). *The executive brain: Frontal lobes and the civilized mind*. New York: Oxford University Press.

Hernández, F. G. (2010). Lesiones axonales difusas en niños con trauma Craneoencefálico. *Revista Mexicana de Pediatría*, 77(3), 128-131.

Keenan, T.H, Amy, E., Clark, Richard Holubkov, Charles S. Cox, and Linda Ewing-Cobbs. (2018). Psychosocial and Executive Function Recovery Trajectories One Year after Pediatric Traumatic Brain Injury: The Influence of Age and Injury Severity.

Keenan, T.H. , Angela P. Presson, Amy E. Clark, Charles S. Cox, and Linda Ewing-Cobbs. (2019). Longitudinal Developmental Outcomes after Traumatic Brain Injury in Young Children: Are Infants More Vulnerable Than Toddlers?

Junqué, C. (2008). Valoración del daño axonal difuso en los traumatismos craneoencefálicos. *Escritos de Psicología (Internet)*, 2(1), 54-64.

King, D. J., Seri, S., Beare, R., Catroppa, C., Anderson, V. A., & Wood, A. G. (2020). Developmental divergence of structural brain networks as an indicator of future cognitive impairments in childhood brain injury: Executive functions. *Developmental cognitive neuroscience*, 42, 100762.

Kolb, B & Wisha, I. (2015). *Fundamentals of human neuropsychology*. Worth publishers, 7th edition, 437- 455.

Kurowski, B. G., Wade, S. L., Kirkwood, M. W., Brown, T. M., Stancin, T., & Taylor, H. G. (2013). Online problem-solving therapy for executive dysfunction after child traumatic brain injury. *Pediatrics*, 132(1), e158-e166.

- Martínez-Martínez, A., A. M., Aguilar-Mejía, O., Martínez, S. & Mariño, D. (2014). Caracterización y efectividad de programas de rehabilitación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en pacientes con daño cerebral adquirido: una revisión. *Universitas Psychologica*, 13(3),1147-1160.
- Miller, B. L., & Cummings, J. L. (Eds.). (2007). *The human frontal lobes: Functions and disorders* (2nd ed.). *The Guilford Press*.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100.
- Morales W., Plata J., Plata J.E., Plata, S., Macías, A.C., Cárdenas, Y., Ximena, L., Pedrozo, I.T. y Milena, A. (2019). Trauma craneoencefálico en Pediatría: La importancia del abordaje y categorización del paciente pediátrico en el servicio de urgencias. (3), *Pediatría*, 52(3), 85-93.
- Nicholas P., Ryan, Catroppa, C., Beare, R., Silk, T.J., Hearps, S.J., Beauchamp, M.H., Yeates, K.O., Anderson, V. Uncovering the neuroanatomical correlates of cognitive, affective and conative theory of mind in paediatric traumatic brain injury: a neural systems perspective. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(9), 1414–1427
- Pistoia, M., Abad-Mas, L., & Etchepareborda, M. C. (2004). Abordaje psicopedagógico del trastorno por déficit de atención con hiperactividad con el modelo de entrenamiento de las funciones ejecutivas. *Revista de neurología*, 38(1), 149-155.
- Ramírez, G. R., Gálvez, L. C., Álvarez, I. C. C., y Márquez, A. L. R. (2019). Las funciones ejecutivas y la lectura: Revisión sistemática de la literatura. *Informes Psicológicos*, 19(2), 81-94.
- Romero-López, M., Pichardo, M.C., Justicia-Arráez, A., Cano-García, F. (2021). Efecto del programa EFE-P en la mejora de las funciones ejecutivas en Educación Infantil. *Revista de Psicodidáctica*, 26, 20-27.
- Ryan, N. P., Catroppa, C., Beare, R., Silk, T. J., Hearps, S. J., Beauchamp, M. H., ... & Anderson, V. A. (2017). Uncovering the neuroanatomical correlates of cognitive, affective and conative theory of mind in paediatric traumatic brain injury: a neural systems perspective. *Social cognitive and affective neuroscience*, 12(9), 1414-1427.
- Séguin, M., Lahaie, A., Matte-Gagné, C., Beauchamp, M.H. (2018). Ready! Set? Let's Train!: Feasibility of an intensive attention training program and its beneficial effect after childhood traumatic brain injury. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, 189–19
- Tirapu Ustárrroz, J., Bausela Herreras, E., y Cordero Andrés, P. (2018). Modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales en población infantil y escolar: Metaanálisis. *Rev. Neurol*, 67(6), 215-225.

Verdejo-García, A., y Bechara, A. (2010). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Psicothema*, 227-235.

Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A., Chevalier, N., y Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-yearolds. *Journal of experimental child psychology*, 108(3), 436-452.