



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

**“EVALUACIÓN DE LA FLEXIBILIDAD COGNITIVA EN NIÑOS EN EDAD
ESCOLAR POST-TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO”**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

PRESENTA:

ERICA LOBATO ILDEFONSO

DIRECTORA: DRA. MAURA JAZMÍN RAMÍREZ FLORES

REVISOR: DR. HÉCTOR BRUST CARMONA



CIUDAD UNIVERSITARIA MÉXICO, 2017

CDMX



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México por brindarme la oportunidad de desarrollarme en el ámbito académico, profesional y personal. Espero retribuirle, a través de mi labor, todo lo que me ha dado.

A la Dra. Maura J. Ramírez Flores, por el apoyo y tutorado en la realización de este proyecto, por compartir su conocimiento y experiencia conmigo, por el tiempo dedicado a escuchar mis dudas y quejas. Gracias por esa pasión que siempre mostró en el quehacer neuropsicológico y que me ha transmitido.

Al Dr. Héctor Brust-Carmona, a la Mtra. Marlene Galicia y a la Lic. Ana Sánchez por acogerme en su laboratorio, un espacio en el cual tuve un sin fin de aprendizajes significativos en materia de psicología, electrofisiología e investigación, por las discusiones, debates e ideas compartidas, así como por el apoyo emocional después de las largas jornadas laborales.

Al Instituto Nacional de Rehabilitación y al Instituto Nacional de Pediatría que nos abrieron las puertas, nos mostraron el trabajo institucional y la importante labor en materia de salud pública e investigación que realizan. De igual forma a los médicos, psicólogos, enfermeros, trabajadores sociales y participantes que colaboraron para que este proyecto se realizara.

A mis sinodales, el Mtro. Gerardo Ortiz Moncada, el Mtro. Pablo Misael Luna Dávila y a la Lic. Asucena Lozano Gutiérrez, por las observaciones y comentarios realizados con la finalidad de mejorar el presente trabajo.

Al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) a través del Proyecto IN307613-3, otorgado por la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA).

Agradecimientos personales

A mi familia, por el apoyo incondicional. Padre: me motivaste, impulsaste y caminaste conmigo en todo momento; madre: por ser el humano más hermoso que conozco y mi mayor fortaleza; hermanos: por ser mis compañeros de vida y por su amor.

A Jaquelin Domínguez y Mariel Caballero, por su amistad, su apoyo, su amor, por compartir su vida conmigo, lo cual me ha hecho crecer en todos los ámbitos. Por ser el para siempre que sí existe.

A Estefania Torres por cada palabra de aliento, por escucharme en los momentos necesarios, por la amistad incondicional, por cada larga noche de estudio y por cada una de las vivencias que nos han hecho ir construyendo una misma realidad.

A mis compañeros de proyecto, Amellalli Chimal y Manuel Arroyo Landín, porque sin ustedes no hubiera sido posible la realización y culminación de este trabajo.

Arroyo, gracias por cada tarde en la que debatimos nuestras ideas acerca de la neuropsicología, la electrofisiología y la vida, por las risas y frustraciones en la sala de evaluaciones del INR, por escucharme y leerme en mis mejores y peores momentos.

A Liz Torres, Faus Vazquez y Atziri Leyva, por cada momento compartido, por cada consejo, por cada viaje, por cada aprendizaje a su lado y por la amistad que me han brindado.

A Pedro Sierra Romero y Mara Salazar por acogerme en el Departamento de Televisión de la Dirección General de Divulgación de Ciencia de la UNAM, y por enseñarme la importancia de dar a conocer la ciencia a través de historias. Gracias por la oportunidad de desarrollo laboral, por los conocimientos que me transmitieron y sobre todo gracias por su apoyo incondicional.

Al Mtro. Javier Alfaro por su apoyo con el análisis “estadístico” de los datos numéricos y por sus observaciones para mejorar este trabajo.

A cada uno de los profesores que conocí a lo largo de mi formación profesional y me hicieron apasionarme por el estudio del cerebro y la conducta humana.

Gracias, principalmente a cada uno de los niños evaluados y a sus familias, por el interés y por su participación.

*“En las grandes crisis,
el corazón de rompe o se curte”*
Honoré de Balzac.

*“No hay forma de saber qué hace
que suceda una cosa y no otra.
Qué lleva a qué. Qué destruye qué.
Qué hace que algo florezca o muera,
o tomé un curso distinto.
¿Y si me perdonará?
¿Y si me arrepintiera?
Pero si pudiera volver el tiempo atrás
no haría nada de otro modo...
¿Y si todas esas cosas que hice
fue lo que me trajeron hasta aquí?”*
Wild, 2014.

Índice

Resumen

Capítulo 1-. Traumatismo craneoencefálico.....	8
1.1-. Definición.....	8
1.2-. Epidemiología.....	9
1.3-. Clasificación.....	11
1.4. Fisiología.....	14
1.5-. Fisiopatología.....	16
1.6-. TCE crónico.....	18
Capítulo 2-. Flexibilidad cognitiva: un componente de las Funciones Ejecutivas.....	19
2.1-. Definición de flexibilidad cognitiva.....	20
2.2-. Evaluación de la flexibilidad cognitiva.....	20
2.2.1 Características de los paradigmas que evalúan flexibilidad cognitiva....	21
2.2.2 Paradigmas empleados para evaluar la flexibilidad cognitiva.....	23
2.3-. Desarrollo neuropsicológico de la flexibilidad cognitiva.....	27
2.3.1 Desarrollo en la edad preescolar.....	27
2.3.2 Desarrollo en la edad escolar.....	28
2.4-. Áreas cerebrales implicadas en la flexibilidad cognitiva.....	30
Capítulo 3-. Traumatismo craneoencefálico y flexibilidad cognitiva.....	35
3.1. Factores relacionados a la cognición post-TCE.....	35
3.1.1 Gravedad de la lesión.....	35
3.1.2 Edad al momento de la lesión.....	36
3.1.3 Tiempo transcurrido desde la lesión.....	36
3.1.4 Edad al momento de la evaluación.....	37
3.1.5 Características del daño cerebral.....	38
3.1.6 Factores psicosociales.....	39
3.2. Impacto del TCE sobre la flexibilidad cognitiva.....	39
Capítulo 4-. Método.....	44
4.1. Justificación.....	44
4.2. Pregunta de investigación.....	45
4.3. Objetivos.....	45
4.3.1 Objetivo general.....	45
4.3.2 Objetivos específicos.....	46
4.4. Hipótesis.....	46
4.5 Definición de variables.....	47
4.6. Tipo de estudio.....	49

4.7. Diseño de estudio.....	49
4.8. Participantes.....	49
4.9. Criterios de inclusión.....	50
4.10. Criterios de exclusión.....	51
4.11. Instrumentos.....	52
4.12. Procedimiento.....	58
4.13. Consideraciones éticas.....	59
4.14. Análisis estadístico.....	59
Capítulo 5-. Resultados.....	61
5.1 Prueba de Clasificación de Tarjetas.....	64
5.2 Pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonémica.....	65
5.3 Pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica.....	68
5.4 Análisis cualitativo.....	73
Capítulo 6-. Discusión.....	99
Conclusiones.....	117
Limitaciones y sugerencias.....	120
Aportaciones.....	121
Referencias.....	123
Anexos.....	131

Resumen

El traumatismo craneoencefálico (TCE) infantil puede generar alteraciones en el desarrollo de las funciones ejecutivas, incluso 10 años posterior a la lesión. Debido a que son escasos los estudios que evalúan la flexibilidad cognitiva en niños en edad escolar, es importante contar con información sobre el impacto del TCE en los años posteriores a éste. El objetivo del estudio fue comparar el desempeño de un grupo de niños post-TCE en pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva, con un grupo post-traumatismo músculo-esquelético (M-E) y un grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo (Normo). Fueron evaluados 30 niños de entre 6 y 10 años de edad, divididos en tres grupos: Normo (8.0 ± 1.4), M-E (8.0 ± 1.4) y TCE (8.1 ± 1.4) leve a severo en etapa crónica, pareados por edad y sexo. Para evaluar la flexibilidad cognitiva se aplicaron tres pruebas neuropsicológicas: 1) Clasificación de Tarjetas, 2) Fluidez Verbal Semántica y Fonémica, y 3) Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica, incluidas en la Batería de Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI). En las pruebas de fluidez se realizó un análisis del número y tamaño de agrupaciones, y número de cambios. Los resultados no mostraron diferencias significativas entre los tres grupos en la prueba de Clasificación de Tarjetas y Fluidez Verbal. Sin embargo, los niños post-TCE mostraron un rendimiento menor en la mayoría de los índices. En las pruebas de Fluidez Gráfica se encontraron diferencias significativas en el número de dibujos y diseños producidos por el grupo post-TCE comparado con el grupo M-E y Normo. Aunque no se observaron diferencias en el número de agrupaciones, tamaño, y cambios. En general, el grupo M-E y Normo tuvieron un desempeño similar en la mayoría de los índices de las pruebas. Los niños post trauma craneal en edad escolar no presentan alteraciones en la flexibilidad cognitiva previo a la edad de 10 años. Sin embargo, se hallaron alteraciones en la velocidad de procesamiento de la información que impactan en tareas de fluidez gráfica, y pueden permanecer en etapas crónicas del trauma craneal, incluso de severidad leve. Con base en las características de la lesión de la muestra, se sugiere que el sitio de lesión está relacionado a dichas alteraciones.

Capítulo 1

Traumatismo Craneoencefálico

El traumatismo craneoencefálico (TCE) supone uno de los principales problemas de salud pública en los países industrializados, un problema de salud puede considerarse como prioritario con base a la frecuencia de su ocurrencia o a su gravedad (Lacerda y Abreu, 2003). El daño provoca secuelas físicas y cognitivas que afectan las relaciones sociales, laborales y escolares de quien las padece, y cabe destacar, que no sólo afecta a los pacientes, también a sus familiares y a la sociedad, además de impactar en el sector socioeconómico. Los pacientes que sobreviven presentan discapacidades que les generan dependencia de sus padres o familiares, así como el internamiento en instituciones de salud (Orient y cols., 2004).

1.1. Definición

El traumatismo craneoencefálico (TCE) puede definirse como una alteración en la función cerebral u otra evidencia de patología cerebral, causada por una fuerza externa, la cual puede ser un impacto directo sobre el cráneo, aceleración o desaceleración rápida, penetración de un objeto u ondas de choque de una explosión (Estrada y cols., 2012, p.17).

Thurman, Kraus y Romer (1995) proponen que además de la lesión en la cabeza, debe haber presencia de al menos uno de los siguientes elementos; alteración de la consciencia y/o amnesia postraumática; cambios neurológicos o neurofisiológicos; diagnóstico de fractura de cráneo o lesiones intracraneanas atribuibles al trauma; o la ocurrencia de muerte resultante del trauma que sea consecuencia de diagnóstico de lesión en la cabeza, entre las causas que produjeron la muerte.

En el traumatismo craneoencefálico infantil el desarrollo anatómico y funcional progresivo del cerebro de un niño determina los déficits neurológicos y la recuperación (Pinto, Meoded, Poretti, Tekes y Huisman, 2012).

1.2. Epidemiología

El traumatismo craneoencefálico es la principal causa de mortalidad traumática y morbilidad en la población pediátrica, siendo responsable de secuelas tales como retardo mental, epilepsia infantil e incapacidad física (Anderson y cols., 2001), y sobrepasa las de todas las enfermedades importantes en niños y adultos jóvenes. Se estima que 1 de cada 10 niños sufrirá un TCE a lo largo de la infancia. Los niños menores de un año de edad tienen el doble de mortalidad que los de 1 a 6 años de edad y el triple que los de 6 a 12 años (Martínez y Bonifaz, 2008).

Se estima que en Estados Unidos ocurren cerca de 1.7 millones de traumatismos craneoencefálicos anualmente, de estos 511, 257 ocurren en niños de 0 a 14 años. Los niños más pequeños con una edad de 0 a 4 años de edad presentan una tasa mayor de visitas al departamento de emergencias relacionadas con un TCE, presentando una incidencia de 1256 casos por cada 100,000 habitantes. La incidencia en niños de 5 a 9 años de edad es de 532 por cada 100,000 habitantes. La incidencia respecto al género en estos grupos de edad es mayor en niños que en niñas (Faul, Xu, Wald y Coronado, 2010).

Respecto a México, los accidentes afectan a la población infantil de manera importante, siendo estos la segunda causa de discapacidad (Secretaría de Salud, [SSA] 2001). Sin embargo no se tienen datos que permitan conocer la incidencia del TCE en la población infantil mexicana. Se han realizado estudios de forma aislada en diferentes instituciones de salud ubicadas en diversos estados de la República Mexicana. Reyes,

Diegopérez y Mercado (2003) realizaron un estudio en niños de un mes a 15 años de edad, en un hospital del estado de Hidalgo y reportaron que la tasa de prevalencia de traumatismo craneoencefálico por 1 000 egresos fue de 42 en 1995; 41.8 en 1996; 44.7 en 1997; 48.2 en 1998; 52.9 en 1999; y 46.2 en el primer semestre del año 2000. La edad del paciente al momento del traumatismo tuvo una mediana de cuatro años y fue el género masculino el más afectado (65 %).

Vázquez, Villa, Sánchez, Vargas y Plascencia (2013) reportaron que de 9 637 consultas en el servicio de urgencias pediátricas durante un año en un hospital de segundo nivel de atención, en Guadalajara, Jalisco, el diagnóstico de TCE se presentó en 530 niños, con una incidencia de 6% y una media de edad de 4 años \pm 4.3 años, y de estos 305 eran del sexo masculino, lo que corresponde a un 57%. El 18% de los traumatismos fue moderado-severo y el 33% de los niños atendidos requirieron hospitalización.

En los hospitales pediátricos de la Ciudad de México, las lesiones traumáticas fueron un motivo frecuente de demanda de atención en el servicio de urgencias, alcanzando hasta un 25 % de los ingresos, y de estas lesiones, el TCE infantil ocupa el segundo lugar de ingresos (cerca de 30%). El 82% de los TCE son leves, el 13% son moderados y el 5% son severos (Garduño, 2000). En el Hospital Regional “1° de octubre” perteneciente al ISSSTE, específicamente en el servicio de Pediatría, se reportó un ingreso de 59 niños al año por TCE infantil (Ramos, Ramírez y Martínez, 2004).

Referente al mecanismo de lesión, en los lactantes, los maltratos físicos son la principal causa de lesión craneal, siendo el síndrome del bebé sacudido (shake-baby syndrome) muy frecuente en los primeros 6 meses de vida. En los niños preescolares las caídas (traumatismos leves desde la cama, de una mesa, o al comenzar la deambulación) y en escolares, los accidentes automovilísticos son los más frecuentes (Garduño, 2008).

1.3. Clasificación del TCE

El TCE puede ser clasificado en diversas formas, una de ellas es con base al tipo de lesión; TCE cerrado y TCE abierto. En una lesión cerrada, el cerebro está lesionado a consecuencia de un trauma en el cráneo o un movimiento repentino y fuerte, haciendo que el cerebro tenga un contacto brusco con el cráneo, lo cual puede conducir a una lesión tisular directa y/o a una hemorragia capilar. El TCE abierto es una lesión que resulta de un proyectil o un objeto punzocortante que penetra el cuero cabelludo, la bóveda craneal, las meninges e incluso el propio tejido cerebral, exponiendo la cavidad intracraneal y su contenido al medio externo (Arbour, 2013).

Para determinar la severidad del TCE se realiza una clasificación con base en la puntuación obtenida en la Escala de Coma de Glasgow (Glasgow Coma Scale, por sus siglas en inglés GCS), la cual permite evaluar al paciente en función de su mejor respuesta ocular, motora y verbal (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Escala de Coma de Glasgow

Apertura ocular		Mejor respuesta motora		Mejor respuesta verbal	
Espontánea	4	Obedece órdenes	6	Orientada	5
Al estímulo verbal	3	Localiza el dolor	5	Conversación confusa	4
Al dolor	2	Flexión normal (retiro)	4	Palabras inapropiadas	3
Ninguna	1	Flexión anormal (decorticación)	3	Sonidos incomprensibles	2
		Extensión (descerebración)	2	Ninguna	1
		Ninguna (flacidez)	1		

Puntaje total a obtener, de 3 a 15 puntos

(Tomado de Bayas, Gabilánes y Sánchez, 2008, p. 43)

Existen varias adaptaciones de las GCS para niños, las cuales tienen en cuenta las limitaciones del desarrollo, principalmente en el área de lenguaje (Ver Tabla 2).

Tabla 2-. Escala de Coma de Glasgow adaptada para niños

Apertura ocular	Mejor respuesta motora	Mejor respuesta verbal
Espontánea y búsqueda	Espontánea	6 Se orienta al sonido, sonrisa social, sigue con la mirada,
A la voz	4 Localiza el dolor	5 balbuceo
Al dolor	3 Flexión normal (retiro)	4 Llanto, pero consolable
Ninguna	2 Flexión anormal (decorticación)	3 Llano persistente, palabras inapropiadas, grito al dolor
	1 Extensión (descerebración)	2 Sonidos incomprensibles, agitado, no conecta con el medio
		1 Ninguna
Puntaje total a obtener, de 3 a 15 puntos		

(Tomada de Terán y Manjón-cabeza, 2000).

Además de la puntuación obtenida en la GCS; leve (15-13 ptos), moderado (12-9 ptos) y severo (<8 ptos), la gravedad del TCE también se determina tomando en cuenta otros dos indicadores: la pérdida de conciencia y la Amnesia Postraumática (APT) (Pérez, 2012, p. 13) (Ver tabla 3).

Tabla 3. Comparación del TCE leve, moderado y severo.

Índice	TCE leve	TCE moderado	TCE severo
Puntaje GCS	13-15	9-12	3-8
Pérdida de conciencia	<30 min	30 min a 24 hrs	>24 hrs
Amnesia postraumática	0-1 día	1-7 días	>7 días

(Tomado de Arbour, 2013)

TCE leve

Un TCE leve puede definirse como una lesión aislada en la cabeza, obteniendo una puntuación en la GCS de 13 puntos o mayor. Representa el 80% de todos los traumatismos que se presentan en el servicio de urgencias. Cuando hay presencia de síntomas clínicos el más común es el dolor de cabeza, seguido de la presencia de náuseas y vómito. Los pacientes ocasionalmente pueden presentar estados breves y transitorios de desorientación, confusión o amnesia de forma inmediata o poco después de la lesión (DeCuypere y Klimo, 2012). Un estudio diagnóstico adicional y el manejo subsecuente dependen del estado de riesgo en el que se encuentre el paciente. Aproximadamente el 3% de los pacientes con TCE leve presenta un deterioro neurológico inesperado y el 1% presenta lesiones cerebrales (Haydel y cols., 2000 citado en DeCuypere y Klimo, 2012). La presencia de estas lesiones llevará al TCE leve a clasificarse como “leve complicado”, en el cual puede presentarse pérdida de la conciencia menor a 30 minutos, estados breves de desorientación y/o confusión y amnesia postraumática que oscila entre 0 y 1 día. Las alteraciones cerebrales pueden ser hemorragia (De Guise y cols., 2010), hematoma, fractura craneal (Williams y cols., 1990 citado en Hsiang, Yeung, Yu y Poon, 1997) y/o alteraciones neurológicas focales (p.e. diplopía) (Fay y cols., 2010), sin embargo se puede obtener una puntuación en la GCS en el rango de 13 a 15 puntos.

El uso de las técnicas de imágenes con tensión de difusión, que son sensibles a la lesión axonal microestructural, ha arrojado resultados sobre las anomalías ultra estructurales que se podrían estar presentando en el TCE leve, tales como el daño a las vías de asociación de sustancia blanca temporal y frontal. Cabe resaltar que la integridad microestructural de estas vías se correlaciona con medidas cognitivas (Sharp y Ham, 2011).

La mayoría de los pacientes que han sufrido un TCE leve pueden ser dados de alta del servicio de urgencias tras una observación de 4 a 6 horas (Jager, Weiss, Coben y Pepe, 2000 citado en DeCuypere y Klimo, 2012).

TCE moderado

Los pacientes con TCE moderado obtienen una puntuación de 9 a 12 en la GCS y comprenden aproximadamente el 10% de los casos de TCE. La presencia de los síntomas clínicos puede variar ampliamente; pérdida de conciencia, convulsión postraumática, estado de confusión, dolor de cabeza y náuseas, y puede haber presencia de déficits neurológicos focales, así como una mayor presencia de hallazgos anormales en estudios de neuroimagen (DeCuypere y Klimo, 2012).

El manejo de los pacientes que han sufrido un TCE moderado implica una minuciosa observación clínica para detectar cambios en el estado mental o hallazgos neurológicos focales, el uso de la tomografía axial computarizada, a la cual deben someterse de forma inmediata, e incluso, intervención neuroquirúrgica.

La mayoría de los pacientes que han sufrido un TCE moderado mejoran de forma significativa durante un período de varios días (Colohan y Oyesiku, 1992).

TCE severo

Los pacientes con TCE severo obtienen una puntuación menor a 8 puntos en la GCS, hay presencia de contusión, hematoma o laceración cerebral. El TCE severo corresponde al 10% de todos los pacientes que han sufrido una lesión cerebral traumática y que llegan con vida al servicio de urgencias. Los estudios de neuroimagen reportan anormalidades tales como fractura de cráneo o hemorragia intracraneal, los pacientes requieren control inmediato de la vía aérea y necesidad de intervención quirúrgica o

monitoreo continuo de la presión intracraneal. Aproximadamente un 25% de ellos presenta lesiones que requieren intervención neuroquirúrgica (DeCuypere y Klimo, 2012).

El tratamiento agudo del TCE severo está dirigido a reducir las lesiones secundarias, y a acelerar una estrategia de diagnóstico y tratamiento definitivo. La recuperación es prolongada y generalmente incompleta (Ling y Marshall, 2008).

1.4. Fisiología cerebral

Para comprender la fisiopatología del TCE es importante primero conocer la fisiología cerebral en condiciones normales. El cerebro es una estructura semisólida que pesa cerca de 1 400 gramos y ocupa cerca del 80% de la cavidad craneal. Éste emplea aproximadamente el 20% del oxígeno consumido por todo el cuerpo, por lo cual recibe aproximadamente el 15% de la demanda cardíaca total. Su correcto funcionamiento se basa en una adecuada oxigenación; la cantidad de oxígeno suministrado al cerebro se basa en el contenido de oxígeno en sangre, el flujo sanguíneo cerebral (FSC) y la presión de perfusión cerebral (PPC) (Gharahbaghian, Schroeder, Mittendorff, Wang y Perkin, 2011). El cerebro debe mantener una adecuada PPC, la cual se define como la diferencia entre la presión arterial media (PAM) y la presión intracraneal (PIC) (Heegaard y Biros, 2007). La PPC es calculada restando la PIC de la PAM y funciona como una estimación aproximada del FSC, posterior a sufrir un TCE se esperan cambios en la PPC.

En un cerebro en condiciones normales el FSC se mantiene a niveles constantes cuando la PAM es de 60 a 150 mm/Hg. El FSC se autorregula a través de una relación volumen-presión en la microvasculatura cerebral; la capacidad de contracción o dilatación en función de las condiciones fisiológicas, fenómeno conocido como autorregulación (Heegaard y Biros, 2007). En circunstancias normales la PIC es menor de 15 mm/Hg, la PAM oscila entre 50 y 150 mm/Hg, y la PPC de al menos 60 mm/Hg. EL FSC se mantiene

constante, generalmente a respuestas fisiológicas secundarias tales como la presión parcial de CO₂ (pCO₂), el pH y la presión sanguínea. Por ejemplo, con una disminución de la presión sanguínea y una disminución de la frecuencia respiratoria, la pCO₂ incrementa y la pO₂ disminuye, lo que resulta en un decremento del pH. En un ambiente acidótico, los vasos sanguíneos se dilatan, lo que incrementa el FSC y el suministro de oxígeno al cerebro. En el TCE, la autorregulación es perturbada, lo que da como resultado una relación más lineal entre el FSC, la PAM y eso genera un incremento de la PIC (Gharahbaghian y cols., 2011).

1.5. Fisiopatología del TCE

El TCE puede ser categorizado en dos tipos de lesión:

- 1) Lesión primaria: consecuencia del trauma inicial o la fuerza del impacto, cizallamiento (golpe o contragolpe) o rotación (Terán y Manjón, 2000) y no depende de la etiología de la lesión. Los tipos de lesión primaria pueden ser:
 - Fracturas: los patrones descritos son lineal, deprimida o estrellada (Gharahbaghian y cols., 2011). Las fracturas lineales son las más comunes debido al efecto de contacto en una superficie de tamaño intermedio que no permite un trauma abierto. Las fracturas hundidas presentan una zona de impacto pequeña y un lugar de contacto más localizado (Garduño, 2008). Los niños pequeños tienen un mayor riesgo de sufrir lesiones por fractura debido a la cantidad de hueso membranoso que es delgado y más propenso a la fractura (Gharahbaghian y cols., 2011).
 - Hematoma epidural: colección de sangre entre la base interior del cráneo y la duramadre (Gharahbaghian y cols., 2011).

- Hematoma subdural: colección de sangre entre las meninges duramadre y aracnoides (Garduño, 2008).
 - Hemorragia subaracnoidea: es la hemorragia más frecuente en los casos de TCE. La sangre pasa al espacio subaracnoideo al lesionarse los vasos arteriales o venosos (Garduño, 2008).
 - Hemorragia epidural: se encuentra asociada a fractura craneal, localizada de forma más frecuente en el área parieto-temporal, por rotura de la arteria meníngea media.
 - Contusión: se refiere al contacto directo entre el cráneo y el cerebro. Debido al impacto, la deformación craneal presiona el cerebro y lesiona los vasos piales. En una contusión simple, la membrana aracnoides y piamadre están intactas, de lo contrario se constituye una laceración (Terán y Manjón, 2000). Resultan frecuentemente de lesiones de desaceleración y ocurren con más frecuencia en la base de los lóbulos frontal, temporal y parietal, donde el cerebro está en contacto con la base del cráneo (Gharahbaghian y cols., 2011).
 - Daño axonal difuso: este tipo de lesión implica disrupción significativa y difusa en la sustancia blanca del cerebro que involucra el desgarre o estiramiento de los axones (Gharahbaghian y cols., 2011). Resulta de las fuerzas de cizallamiento que se producen con lesiones de aceleración-desaceleración.
- 2) Lesión secundaria: ocurre minutos a días después de la lesión inicial, se puede prevenir y es consecuencia de la lesión primaria. Es el resultado de la alteración de procesos fisiológicos, tanto intracraneales como sistémicos. Dentro de las alteraciones intracraneales se incluyen los mecanismos de apoptosis o necrosis y el edema cerebral. El edema cerebral es un aumento de solución en el parénquima

cerebral, tanto del líquido intersticial como intracelular. Pueden presentarse principalmente dos clases de edema; edema vasógeno, ocasionado por disrupción de la barrera hematoencefálica y que difunde fácilmente a través de la sustancia blanca; y el edema citotóxico, hay alteración de la permeabilidad de la membrana celular, principalmente de los astrocitos, dicha alteración produce un paso de líquido extracelular hacia el interior de las células (González, 2013).

1.6. TCE crónico

El manejo del TCE en niños en edad preescolar y escolar, con la finalidad de reducir las secuelas ocasionadas por éste, puede organizarse en función de tres períodos de tiempo posteriores a la lesión; agudo, post agudo y de largo plazo o “crónico”. El período agudo comprende del momento de la lesión hasta tres días posteriores, el post agudo de cuatro días a tres meses después de la lesión y el crónico de cuatro meses post lesión hasta la recuperación, que consiste en la remisión de los síntomas y en la mejoría de las alteraciones físicas, cognitivas, conductuales y/o escolares (Kirkwood y cols., 2008).

Por su parte, Babikian, Merkley, Savage, Giza y Levin (2015) hacen referencia con el término “crónico” a aquellos cambios a largo plazo que pueden estar presentes en los niños que han sostenido un TCE, en lugar de centrarse en intervalos específicos de tiempo después de la lesión. Los efectos crónicos de la lesión cerebral sufrida en la infancia pueden verse afectados en gran medida por los procesos de desarrollo que participan en la maduración del cerebro y por lo tanto algunas alteraciones pueden no estar presentes hasta que los niños han alcanzado ciertos hitos del desarrollo.

Capítulo 2

Flexibilidad cognitiva: un componente de las funciones ejecutivas

La función ejecutiva (FE) no es un proceso cognitivo unitario, es un constructo psicológico que está compuesto de habilidades cognitivas interrelacionadas de alto nivel (Anderson, 2001). Lezak (1982) describe a las FE como la capacidad necesaria para formular metas, planear cómo alcanzarlas y llevar a cabo dichos planes de manera efectiva. Estas funciones son las responsables de las actividades creativas, constructivas, mejoradas personalmente y socialmente útiles.

Gioia, Isquith y Guy (2001) definen a las FE como un conjunto de procesos que son responsables de la conducta dirigida a metas u orientada al futuro y han sido referidas como el “conductor” que controla, organiza y dirige la actividad cognitiva, así como las respuestas emocionales y conductuales.

Son diversos los modelos de FE que se han postulado; aquellos que plantean un mecanismo común o unificado, y los que postulan componentes distintos pero interrelacionados. Miyake y cols. (2000), empleando un análisis factorial, describen tres componentes ejecutivos diferenciados, no del todo independientes, que contribuyen al rendimiento en tareas de tipo ejecutivo: *actualización*, implica el monitoreo, manipulación y actualización de información en línea en memoria de trabajo; *inhibición*, consiste en la capacidad para cohibir de forma controlada la producción de respuestas automáticas; y *alternancia*, que se refiere a la capacidad de cambiar de manera flexible entre distintas operaciones mentales o esquemas (Miyake y cols., 2000).

Incorporando principios del desarrollo, Anderson (2002) presentó un modelo de FE que comprende 4 subcomponentes interrelacionados: 1) control atencional, capacidad para atender selectivamente a estímulos específicos, inhibir las respuestas prepotentes y la habilidad para focalizar la atención por un período prolongado de tiempo; 2) flexibilidad cognitiva, capacidad de cambiar y seleccionar entre conjuntos de respuestas, aprender de los errores, idear estrategias alternas, dividir la atención y procesar múltiples fuentes de información actual; 3) establecimiento de metas, habilidad para desarrollar nuevas iniciativas y conceptos, así como la capacidad para planear acciones; y 4) procesamiento de la información, que se refiere a la fluidez, eficiencia y velocidad de respuesta.

Estos modelos permiten dar cuenta de la relevancia que tiene la flexibilidad cognitiva dentro de la conceptualización de las FE, no sólo en adultos, también en un contexto situado en el neurodesarrollo.

2.1. Definición de la flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva es la capacidad para cambiar un conjunto cognitivo seleccionando de manera adaptativa entre diferentes representaciones de un objeto, perspectivas o estrategias, generando una respuesta acorde a los cambios en las señales pertinentes en el medio ambiente, o para mantener dicho conjunto cuando los cambios son irrelevantes (Chevalier y Blaye, 2008; Cragg y Chevalier, 2012; Colé, Duncan y Blaye, 2014). La flexibilidad cognitiva permite aprender de los errores, generar estrategias alternativas, dividir la atención y procesar la información actual (Anderson, 2002).

2.2. Evaluación de la flexibilidad cognitiva

Son diversos los paradigmas que se han desarrollado para evaluar la flexibilidad cognitiva, en general se utilizan aquellos que involucran el cambio (o conmutación) entre estímulos, reglas, respuestas y/o tareas.

2.2.1 Características de los paradigmas que evalúan flexibilidad cognitiva

Cragg y Chevalier (2012) describen algunas características consistentes en los paradigmas que evalúan flexibilidad cognitiva:

- 1) Estímulos: los estímulos empleados son multivalentes, varían en al menos dos dimensiones (por ejemplo, color y forma) y están presentes a lo largo del paradigma. La ejecución del paradigma se va a realizar con base en decisiones tomadas acerca de las dimensiones de los estímulos, es decir, qué dimensión es relevante para cada respuesta a completar. El solapamiento de respuestas a nivel de un estímulo (porque éste tiene más de una dimensión relevante) va a generar conflicto y para su resolución es necesario cambiar de una dimensión a otra.
- 2) Respuesta: la misma respuesta es empleada a lo largo del paradigma sin importar qué dimensión del estímulo sea relevante o el cambio entre dimensiones. Por ejemplo, en el Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST, por sus siglas en inglés) la respuesta siempre consiste en clasificar tarjetas con base en diferentes dimensiones.
- 3) Número de cambios: los estímulos bivalentes van a hacer necesario que haya un cambio entre sus dimensiones, sin embargo el número de cambios está en función del paradigma empleado y de la edad. Hay algunos paradigmas que requieren un cambio, como el caso de la Dimensional Change Card Sort (DCCS) o el Paced Auditory Serial Addition Test (PASAT), la DCCS avanzada requiere más de un cambio y permite demostrar que una vez que los niños dominan un cambio pueden presentar dificultades para regresar a la dimensión anterior y mantenerse en la segunda dimensión, es decir, cambiar entre ambas dimensiones. Diamond (2006) (citado Crag y Chevalier, 2012) describió que es más fácil inhibir una respuesta de

forma consistente que inhibir y activar la respuesta varias veces. Las respuestas de “cambio y regreso” requieren mayor demanda en comparación a realizar el cambio una sola vez.

- 4) Establecimiento de metas: las indicaciones proporcionadas a los niños preescolares difieren de los niños escolares, de los adolescentes y de los adultos. Así, sus demandas sobre la meta difieren, ya que deben decidir qué respuesta es relevante en cada ensayo. A los niños preescolares, en algunos paradigmas, se les anuncia de forma explícita la necesidad de cambio y la respuesta relevante antes de cada ensayo, lo cual genera que no haya una demanda en términos de establecimiento de metas. Sin embargo, esto no sucede con los niños escolares, quienes deben decidir qué respuesta es relevante en cada ensayo y cuándo realizar un cambio entre dimensiones.
- 5) Variable dependiente: la variable dependiente principal que es medida en los paradigmas varía con la edad del participante. Ante un cambio de respuesta dependiente del contexto es frecuente observar un déficit en la ejecución de éste, lo que se denomina como “costo del cambio”. En niños preescolares la variable dependiente es el costo del cambio, el cual se expresa en tiempo de reacción y precisión de la respuesta. En niños escolares, la precisión es evaluada en términos de porcentaje correcto o número de errores. Utilizar un paradigma que implica más de dos cambios (por ejemplo el WCST) ofrece la oportunidad de observar otros tipos de respuesta; los errores perseverativos pueden ser distinguidos de los errores no perseverativos; errores en el mantenimiento de las características del conjunto de respuesta o errores de distracción, donde se selecciona una dimensión diferente de la que acaba de ser reforzada negativamente.

2.2.2 Paradigmas empleados para evaluar la flexibilidad cognitiva

En los niños preescolares se han empleado principalmente paradigmas tipo Wisconsin, en los cuales los niños deben clasificar cartas o elegir ítems con base en varias características perceptuales o dimensiones, usualmente color y forma. Uno de ellos es la Dimensional Change Card Sort (Ver Figura 1), en una primera fase, los niños son instruidos explícitamente para clasificar en una dimensión específica (color), posteriormente, se les indica también de forma explícita que deben cambiar la dimensión de clasificación (forma) (Cragg y Chevalier, 2012).

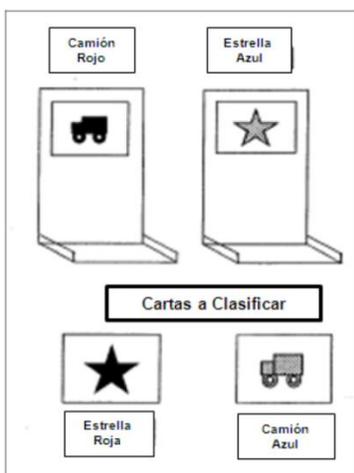


Figura 1. Dimensional Change Card Sort adaptado para preescolares. Para clasificar el camión azul por color, se debe colocar debajo de la estrella azul, posteriormente, al cambiar de dimensión, para clasificarlo por forma debe colocarse debajo del camión rojo. Tomado y adaptado de González, 2012.

En niños escolares se han empleado, primordialmente, versiones del paradigma “Task-switching” o el Test de Clasificación de Tarjetas Wisconsin (WCST). El paradigma “Task-switching” consiste en presentar al participante un estímulo bidimensional que contiene propiedades de ambas tareas o respuestas (Ver Figura 2). Se requiere que ellos alternen entre las respuestas con base en claves o posición de la secuencia de información. Tradicionalmente los niños alternan entre bloques simples de ensayos con demandas

mínimas de flexibilidad, en la cual la misma respuesta es ejecutada a través de todos los ensayos o bloques mixtos, y bloques altamente demandantes de flexibilidad cognitiva, en los cuales ellos deben cambiar entre dos o más respuestas de ensayo a ensayo (Cragg y Chevelier, 2012).

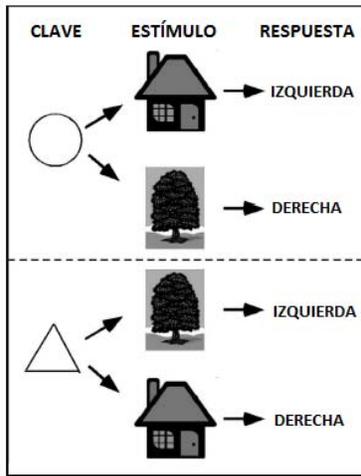


Fig 2. Paradigma tipo “Task-switching”. Se compone de una clave visual (círculo o triángulo) seguida de un estímulo (casa o árbol) asociado a dos posibles respuestas. La clave determina la respuesta solicitada (presionar un botón derecho o izquierdo en función de la clave observada). Tomado y adaptado de Crone, Donohue, Honomichl, Wendelken y Bunge (2006).

El Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin (WCST) (Grant y Berg, 1948), es un paradigma frecuentemente empleado, y clásico, en la evaluación de la flexibilidad cognitiva. La tarea original consiste en la aplicación de 128 tarjetas, sin embargo en versiones actuales se emplean 64 tarjetas, las cuales deben ser clasificadas por el participante de acuerdo a tres dimensiones: color, forma o número (Ver Figura 3). Después de cada ensayo se brinda retroalimentación verbal positiva o negativa, lo que permite que el participante adquiera la regla correcta de clasificación. Luego de un número determinado de clasificaciones correctas es necesario cambiar la dimensión en la que se está clasificando, pero dicho cambio no le es informado de forma explícita al participante. Será mediante la retroalimentación negativa que él deba cambiar a un nuevo modo de clasificación.

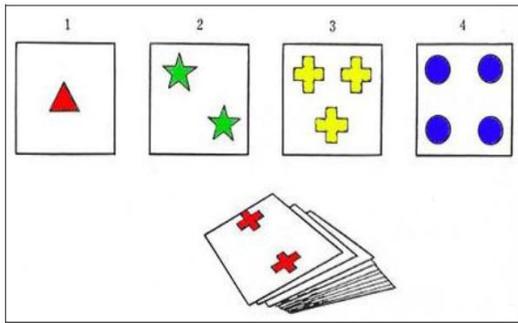


Figura 3. Test de Clasificación de Cartas Wisconsin. Los criterios de clasificación son: 1) color, 2) número, 3) forma, 4) ninguno. Tomado de González, 2012.

Otro tipo de paradigma que se ha empleado en la evaluación de la flexibilidad cognitiva, son las pruebas de fluidez verbal (FV). Son dos pruebas las que se emplean de manera frecuente; semántica y fonológica (también llamada “fluidez de letra”). Estas consisten en nombrar tantas palabras como sea posible de una categoría determinada (por ejemplo: animales, comida, palabras que inicien con la letra “s”). El método clásico de puntuación no permite una diferenciación de otros procesos cognitivos subyacentes, como es la flexibilidad cognitiva (Resch, 2014). El análisis de la producción de fluidez verbal segmentando la lista en “agrupaciones” de palabras que comparten propiedades similares puede brindar información sobre la habilidad del participante para recordar palabras asociadas y cambiar a nuevas categorías cuando es necesario (Koren, Kofman y Berger, 2005).

Troyer, Moscovitch y Winocur (1997) sugieren que la fluidez verbal óptima requiere de dos habilidades: 1) habilidad para crear agrupaciones y 2) habilidad para cambiar entre las agrupaciones. La habilidad para generar agrupaciones implica la producción de palabras pertenecientes a subcategorías, y depende más del conocimiento léxico-semántico. La habilidad para cambiar entre agrupaciones involucra procesos tales como la flexibilidad cognitiva y la búsqueda estratégica. Troyer, Moscovitch, Winocur, y

Leach (1998) sugieren que una reducción del número de cambios entre agrupaciones puede ser debido a una pobre flexibilidad de procesos de búsqueda.

Hirshorn y Thompson-Schill (2006) argumentan que la habilidad para iniciar un cambio entre dos subcategorías semánticas puede requerir la selección de representaciones activadas débilmente sobre representaciones activas. Cuando una representación fuertemente activada debe ser suprimida o cuando una entrada falla para restringir las representaciones más allá de un conjunto débilmente activado de competidores, se genera un conflicto. Estas dos fuentes de conflicto, que se refieren a la anulación de la respuesta prepotente y respuestas indeterminadas crean demandas para un mecanismo de control cognitivo para influir la activación entre representaciones incompatibles.

En menor medida, también se ha aplicado el análisis cualitativo antes mencionado realizado en las pruebas de FV, a la prueba de Fluidez de Diseños (FD). En esta prueba se les solicita a los participantes dibujen tantos diseños únicos como les sea posible en un tiempo determinado. Los diseños son dibujados mediante la unión de puntos en una serie de matrices de cinco puntos. Los tests de FD imponen demandas sobre habilidades de dibujo, coordinación motora y funciones ejecutivas (Baser y Ruff, 1987; Suchy y cols., 2010, citado en Hurks, 2013). Las agrupaciones consisten en aquellos diseños que comparten similitudes viso-espaciales, tales como adición, supresión y rotación. El cambio se realiza de una estrategia de agrupación a otra, si es que la actual no conduce a la generación de nuevos diseños. La habilidad para iniciar una estrategia y/o cambiar entre estrategias involucra procesos cognitivos de alto orden, tal como la planeación, flexibilidad cognitiva o cambio de conjunto de respuesta (Hurks, 2013).

Es importante mencionar que en la versión no semántica, los paradigmas requieren producciones que posiblemente no pre-existen en el almacenamiento de la memoria, por lo

cual se puede completar exitosamente la tarea sin producir respuestas con significado conceptual (Hurks, 2013).

2.3. Desarrollo neuropsicológico de la flexibilidad cognitiva

El uso flexible de diferentes reglas de clasificación para los mismos estímulos se hace posible gracias a la capacidad de organizar este tipo de reglas en una estructura jerárquica que indica claramente cuándo utilizar cada una de ellas. Esta estructura jerárquica es permitida mediante el aumento de la reflexión de las reglas conocidas por parte de los niños (Zelazo y cols, 2003). Como no son capaces de construir esta estructura jerárquica, los niños pequeños pueden adoptar una estrategia por defecto que consiste en la selección siempre de la norma inicial (clasificación inicial), ya que es la más fuertemente asociada con la tarea en cuestión. El desarrollo de la flexibilidad no depende sólo de anular la tendencia a perseverar en una representación inicial, sino también de activar las representaciones previamente ignoradas. La repetición de la respuesta previa pertinente puede reflejar dificultades en la activación de una representación que anteriormente era ignorada (Chevelier y Blaye, 2008).

2.3.1 Desarrollo en la edad preescolar

Dentro de los hallazgos sobre el desarrollo de la flexibilidad cognitiva en niños en edad preescolar, se ha reportado que a la edad de tres años muestran dificultades para cambiar de un criterio a otro, incluso cuando este criterio es brindado de forma explícita por el evaluador (Diamond, Carlson y Beck, 2005; Zelazo, 1996 citado en González, 2012). Dicho patrón se observa también en los niños de 4 años, quienes no son capaces de inhibir el criterio previamente aprendido (Müller, Zelazo, Lurye y Liberman, 2008). Las explicaciones a estos resultados radican en que los niños no pueden inhibir el criterio de

clasificación previamente aprendido y presentan dificultades para mantener dos criterios de forma simultánea.

En un estudio realizado por Moriguchi y Hiraki (2009), en el cual evaluaron a 15 niños de tres años, empleando la DCCS, observaron que los niños presentan dificultades en la fase posterior al cambio, cuando es necesario cambiar el criterio de clasificación, además de que necesitan más tiempo para clasificar las tarjetas durante la fase previa al cambio. Sin embargo de los 3 a los 5 años, se observa un desarrollo lineal de la capacidad de cambio entre dos dimensiones. Algunos estudios han reportado a que a la edad de 5 años son capaces de cambiar entre un criterio y otro en una tarea que implica únicamente dos cambios (Moriguchi y Hiraki, 2009). Los niños menores de 6 años son capaces de cambiar entre dos tareas y su ejecución va mejorando con la edad (Dibbets y Jolles, 2006).

2.3.2 Desarrollo en la edad escolar

Huizinga y van der Molen (2007) evaluaron a 4 grupos de edad: 7 años, 11 años, 15 años y 21 años, empleando el Test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin. Encontraron que la proporción de respuestas correctas fue menor en el grupo de 7 años que en el de 11 años, y en el de 11 años en comparación con el de 15 años. Sin embargo entre el grupo de 15 y 21 años no se observaron diferencias estadísticamente significativas, resultados similares se observaron con respecto al número de categorías completadas, pero sí se observó una diferencia entre el grupo de 15 años y el de 21 años. Los primeros completaron menor número de categorías que los segundos. La proporción de errores perseverativos fue mayor en el grupo de 7 años que en el de 11 años, el grupo de 11 años no difirió del grupo de 15 años, quienes tampoco difirieron del grupo de 21 años. La proporción de errores de distracción fue mayor en el grupo de 7 años que en el de 11 años, quienes a su vez cometieron más errores que el grupo de 15 años, y éste que del grupo de 21 años.

Con base en estos resultados concluyeron que la capacidad de cambiar un conjunto de respuestas se desarrolla continuamente hasta el inicio de la adolescencia (11 años) y la capacidad de mantener un conjunto de respuestas se sigue desarrollando hasta la adultez joven y ambos procesos contribuyen a la flexibilidad cognitiva.

Crone y cols. (2006) evaluaron a tres grupos de edad: 8-12 años, 13-17 años, y 18-25 años, empleando un paradigma de reglas bivalentes (reglas que asignan los mismos estímulos a diferentes respuestas) o univalentes (reglas que asignan estímulos que no se superponen a la respuesta). Los resultados mostraron que todos los grupos realizaron mayor número de errores en respuesta a reglas bivalentes que a reglas univalentes, pero el grupo de edad de 8-12 años realizó desproporcionadamente mayor número de errores en respuesta a reglas bivalentes que el grupo de 18-25 años. La ejecución de los adolescentes fue intermedia a la de los niños y los adultos.

Este patrón de resultados muestra que la habilidad para responder precisamente a reglas en el contexto de un diseño de este tipo se desarrolla durante la niñez y la adolescencia. De igual forma, el tiempo de reacción ante reglas bivalentes fue más lento en los tres grupos, pero se observaron mayores diferencias en el grupo 8-12 años y en el grupo 13-17 años, que en los adultos. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los dos grupos de menor edad. Estos resultados confirman que el uso flexible de reglas continúa en desarrollo hasta la adolescencia.

Crone, Ridderinkhof, Worm, Somsen y van der Molen (2004) reportaron resultados similares. Evaluaron a un grupo de niños en edad escolar, adolescentes y adultos jóvenes, describiendo que la capacidad de cambiar de un conjunto de respuestas a otro se desarrolla en los años escolares y en los primeros años de la adolescencia. Observaron que el número de respuestas perseverativas disminuyó de forma significativa entre los 8 y los 12 años de

edad. Así, determinaron que la capacidad de un nivel adulto joven es alcanzada a los 11-12 años de edad en pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva.

2.4-. Áreas cerebrales implicadas en la flexibilidad cognitiva

La Corteza Prefrontal (CPF) ha sido una de las áreas más frecuentemente asociadas a la capacidad de flexibilidad cognitiva, esto mediante estudios de neuroimagen realizados en pacientes con daño prefrontal focalizado (Milner, 1963 citado en Moriguchi y Hiraki, 2009).

Monchi, Petrides, Petre, Worsley y Dagher (2001) empleando un paradigma de Clasificación de Tarjetas, identificaron que la CPF Ventro-Lateral (CPFVL) mostró un incremento de actividad al recibir retroalimentación negativa, es decir, cuando se requiere un cambio de reglas, pero dicho incremento no se observó durante la retroalimentación positiva (cuando se requiere mantener la regla de clasificación). Ante ésta se observó un incremento de la señal BOLD en la CPF Dorso-Lateral (CPFDL) medial derecha, lo que permite inferir que dicha área está relacionada al mantenimiento de la regla. También se reportó un incremento de la actividad de la CPF posterior durante la retroalimentación negativa y positiva. Monchi y cols. (2001) sugirieron que esta área puede estar involucrada en la selección de respuestas apropiadas sobre el criterio de clasificación relevante actual.

Además de estructuras frontales, la corteza rostral del cíngulo mostró una activación bilateral durante la retroalimentación negativa, así como el núcleo caudado y el putamen, hipotetizando su participación en la realización de una acción de acuerdo con una regla de comportamiento, lejos de la implicación funcional únicamente motora (Ver Figura 4). Monchi y cols. (2001) proponen que los ganglios basales son particularmente importantes en la determinación del conjunto atencional y en la orientación de la acción en respuesta a reglas de comportamiento.

Estos resultados permiten identificar la participación de un circuito fronto-basal que subyace a la flexibilidad cognitiva y no únicamente asumir que son áreas prefrontales las que soportan dicho proceso ejecutivo.

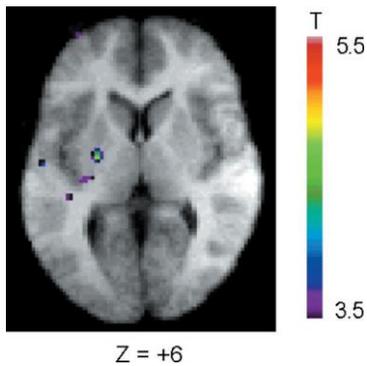


Fig.4. Activación del putamen mientras se para una tarjeta después de un cambio de regla de clasificación. La imagen de resonancia magnética es el promedio de la adquisición T1 de 11 participantes.

En estudios realizados con niños en edad preescolar y escolar se han identificado áreas similares implicadas en la flexibilidad cognitiva. Moriguchi y Hiraki (2009) correlacionaron el rendimiento de 15 niños de 3 años, 11 de 5 años y 10 adultos en la prueba Dimensional Change Card Sort con los cambios en la concentración de la hemoglobina, y su nivel de oxigenación en la CPF inferior (CPFVL), empleando una técnica de espectroscopia cercana al infrarrojo y paralelamente se examinó la actividad en la fase precambio y poscambio. La actividad cerebral durante cada fase fue comparada con la actividad durante una fase control, y se observó un incremento significativo del nivel de oxigenación en la circunvolución prefrontal inferior izquierda y derecha, durante la fase precambio y poscambio en comparación con la fase control, en los niños de 5 años de edad y en los adultos.

El grupo de niños de tres años fue separado en aquellos niños que realizaron *respuestas perseverativas* (seguían la regla empleada en la fase precambio, durante la fase poscambio en todos los ensayos) y aquellos que no perseveraban. Los niños que no

presentaban respuestas perseverativas mostraron un patrón de activación cerebral similar a los adultos y a los niños de 5 años. Por otro lado, los niños que realizaron respuestas perseverativas no mostraron un incremento significativo del nivel de oxigenación durante la fase precambio y poscambio. Al comparar estos dos grupos se observó que los niños que no presentaron respuestas perseverativas mostraron mayores cambios en el nivel de oxigenación en la CPF inferior derecha e izquierda durante la fase precambio y en la CPF inferior derecha durante la fase poscambio. Además, mostraron una activación sostenida de la CPF inferior derecha. A su vez, ninguno de los niños del grupo perseverativo exhibió cambios significativos en el nivel de oxigenación en la CPF inferior derecha durante la ejecución de la tarea.

Estos resultados permitieron a Moriguchi y Hiraki (2009) sugerir que la activación sostenida prefrontal inferior derecha puede ser fundamental para el desarrollo de la flexibilidad cognitiva y ésta parece estar más fuertemente relacionada al “cambio”. Sin embargo esta activación sólo durante la fase poscambio parece no ser suficiente para una flexibilidad cognitiva exitosa.

Crone y cols. (2006) realizaron un estudio con imágenes de resonancia magnética funcional (RMf) relacionada a eventos y un paradigma de reglas bivalentes, en el cual evaluaron a tres grupos de edad; niños (8 a 12 años), adolescentes (13 a 15 años) y adultos (18-25 años). Observaron diferencias en el patrón de actividad de la CPFVL relacionadas a la edad en los tres grupos. Los niños mostraron una mayor activación de la CPFVL relacionada a cambios en ensayos univalentes en comparación con ensayos bivalentes. También presentaron activación desproporcionadamente mayor en el área motora suplementaria en relación a ensayos bivalentes y univalentes, dicho patrón no fue observado en adolescentes y adultos. La activación de la corteza parietal superior se

presentó de forma bilateral, similar en los adolescentes y en los adultos. Además de analizar estas regiones de interés, realizaron una comparación entre reglas bivalentes y univalentes, y encontraron que en los niños se observaba una activación de otras regiones incluyendo a la ínsula bilateral, circunvolución frontal medial izquierda, putamen izquierdo y corteza parietal inferior izquierda. En esta comparación los niños reclutaron algunas áreas similares a las reclutadas por el grupo de adultos (Ver Figura 5).

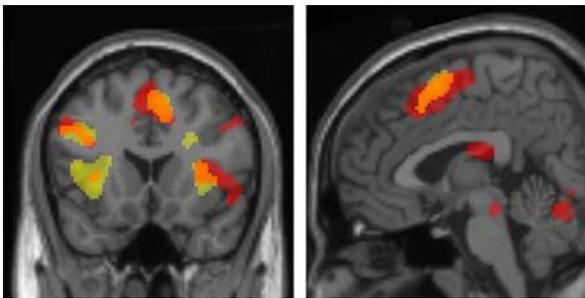


Figura 5. Superposición en la activación cerebral de niños y adultos en la comparación de reglas bivalentes y

univalentes presentadas de forma mixta. El color rojo indica la activación de los niños; el color amarillo la activación de los adultos; y el color naranja la superposición entre ambos. Las áreas que ambos reclutan son la CPFVL izquierda, ínsula bilateral y área motora suplementaria. Tomado de Crone y cols. (2006).

Rubia y cols. (2006) reportaron una mayor activación en áreas prefrontales dorso-laterales, corteza parietal izquierda y el cíngulo anterior, la cual disminuyó durante la adolescencia, lo que les llevó a plantear que el aumento de la activación de los participantes más jóvenes sugiere que otras regiones pueden ser la base de la capacidad creciente para controlar y cambiar de criterio, pero con la edad la red funcional se vuelve más específica y eficiente.

Para concluir, Van Schouwenburg y cols. (2014) empleando imágenes con tensor de difusión, encontraron una correlación positiva de los valores de anisotropía fraccional en los ganglios basales, principalmente en el globo pálido izquierdo y derecho, que fueron

asociados con una alta probabilidad de cambio en una tarea de flexibilidad atencional. Posteriormente se identificaron los tractos de sustancia blanca que conectaban con la región en la que se encontró la correlación anisotrópica funcional-cambio, y se identificó que los tractos de sustancia blanca se conectan de los ganglios basales a la corteza prefrontal y de los ganglios basales al tálamo, extendiéndose en el cerebro medio (Ver Figura 6). Este resultado les permitió confirmar que un circuito fronto-estriado-talámico se relaciona a la flexibilidad cognitiva.

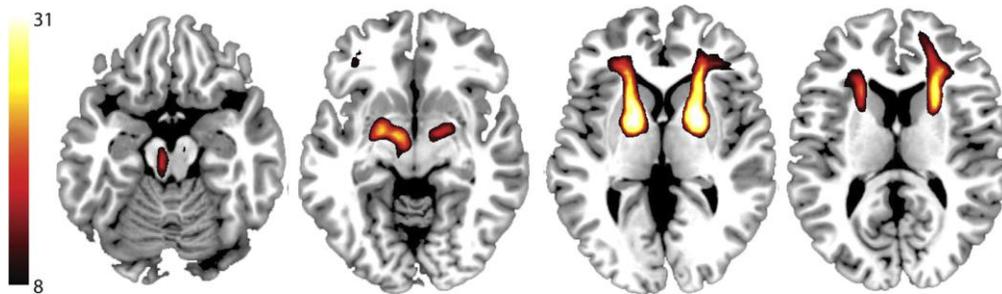


Figura 6. Mapa de los tractos generados por tractografía probabilística de las agrupaciones de anisotropía fraccional que correlacionan con la probabilidad de cambio. La barra indica el número de sujetos que contiene la vía. Sólo se incluyeron los tractos que fueron encontrados, como mínimo, en el 25% de los sujetos. Tomado de Van Schouwenburg y cols (2014).

Capítulo 3

Traumatismo craneoencefálico y flexibilidad cognitiva

3.1. Factores relacionados a la cognición post-TCE

La recuperación de los niños post-TCE implica una interacción compleja entre diversos factores mórbidos; la gravedad de la lesión, variables relacionadas a la edad (edad al momento de la lesión, tiempo transcurrido desde la lesión, edad al momento de la valoración), características de la lesión cerebral; y factores psicosociales o exógenos (Chapman y Mckinnon, 2000; Capilla, Carboni, Paúl, Maestú y González, 2007).

3.1.1 Gravedad de la lesión

La gravedad del daño cerebral es una de las variables que de forma consistente aparece como predictor del funcionamiento cognitivo tras un TCE. Se ha reportado que los niños post-TCE severo puntúan menor en comparación con niños que han tenido un TCE moderado o leve y en comparación con los controles, en pruebas que evalúan el cambio atencional (Catroppa y cols., 2007), la velocidad de procesamiento (Catroppa y Anderson, 2003), y la atención sostenida (Ewing-Cobbs y cols., 1998).

Los estudios en niños post-TCE de severidad leve reportan resultados contradictorios, por una parte, se ha llegado a plantear que un TCE leve no superaría el umbral de morbilidad funcional, por lo cual los niños presentan un funcionamiento cognitivo normal (Catroppa y Anderson, 2007). Sin embargo, algunos estudios sí han hallado alteraciones que pueden no ser apreciables de forma inicial pero emergen con el tiempo.

En la evaluación del funcionamiento ejecutivo, los hallazgos indican que los niños post-TCE moderado y severo muestran un déficit en funciones ejecutivas, mientras que

aquellos que han tenido un TCE leve frecuentemente ejecutan en niveles normales (Anderson y Catroppa, 2005; Levin y cols., 1997, 2005; Mangeot y cols., 2002).

3.1.2 Edad al momento de la lesión

En los niños, los factores estructurales pueden incrementar la probabilidad de daño difuso; mayor flexibilidad de los huesos craneales puede favorecer la capacidad del cráneo para absorber las fuerzas traumáticas reduciendo el daño focal; la mayor proporción de la cabeza respecto al cuerpo y al cuello también contribuye al daño difuso. Las regiones frontales y las fibras mielinizadas, debido a la inmadurez son particularmente vulnerables al TCE (Anderson y cols., 2005). Por lo que el daño cerebral en la infancia, principalmente en la infancia temprana, puede interrumpir el desarrollo. Además, podría generar déficits que son acumulativos debido al pequeño repertorio de habilidades establecidas de las que disponen los niños y a su vez generaría dificultades de consolidación de nuevas habilidades (Anderson y cols., 2005).

Si bien, tras una lesión cerebral temprana se presenta una reorganización neuronal, esta reorganización puede no ser equivalente al posible desarrollo normal (Dennis, Spiegler, y Hetherington, 2000).

Además, los déficits posteriores al TCE en la infancia están en relación directa con el periodo crítico de desarrollo de cada función cognitiva, ya que cada una de ellas presenta trayectorias de desarrollo que pueden ser disociadas. Una mayor vulnerabilidad coincide con el momento en el que cada función se desarrolla de forma más rápida (Anderson y cols., 2001).

3.1.3 Tiempo transcurrido desde la lesión (Tiempo de evolución)

El TCE en la infancia presenta una característica única e importante que lo diferencia del TCE en adultos: el proceso de recuperación y desarrollo se entremezclan.

Posterior a tener un TCE se tiene el riesgo de que la tasa de desarrollo de cierta función cognitiva presente un retraso en la adquisición de dicha función, mostrando un desarrollo más lento de lo esperado (Taylor y Alden, 1997). Ante una lesión se puede observar que a mayor tiempo de evolución del TCE la desviación con respecto a la trayectoria de desarrollo esperada de una función cognitiva puede ir en aumento.

Anderson y cols. (2001) plantean, basados en la *hipótesis de la competición*, que tras una lesión cerebral temprana aquellos circuitos neuronales que no hayan sido “reclutados” aún para otras funciones pueden subsumir la función del área cerebral dañada. Esta plasticidad, de entrada ventajosa, puede presentar consecuencias a largo plazo afectando el desarrollo de nuevas funciones cognitivas, y trae consigo una acumulación de dificultades (Anderson y cols., 2001).

3.1.4 Edad al momento de la evaluación

Posterior a una lesión cerebral temprana pueden no observarse déficits inmediatos y estos pueden aparecer tiempo después, cuando la función deficitaria tendría que emerger según el curso normal de desarrollo (Taylor y Alden, 1997). Estas alteraciones han sido denominadas “déficits emergentes”. Es por eso que la edad del niño al momento de la evaluación es importante, ya que es un indicador aproximado de las capacidades que deberían irse adquiriendo en el curso del desarrollo.

Goldman-Rakic (1971) realizó experimentos con monos, en los que tras una lesión temprana de la CPFDL no se apreciaban déficits inmediatos, no obstante, un año después de la lesión, al evaluarlos se observó la emergencia de déficits en la ejecución de tareas de respuesta demorada (citado en Capilla y cols., 2007). De igual forma, en algunos estudios de caso único de niños con lesiones frontales tempranas que tuvieron seguimiento en la adolescencia, se reportó que fue años después de la lesión que presentaron déficits

cognitivos tales como lentificación en el procesamiento de información verbal, dificultades visoespaciales, distractibilidad, alteración de procesos inhibitorios, problemas para afrontar tareas nuevas o de elevada complejidad y aparición de conductas perseverativas (Grattan y Eslinger, 1992; Marlowe, 1992; Williams y Mateer, 1992 citado en Capilla y cols., 2007).

3.1.5 Características del daño cerebral

Las características del tamaño y topografía de la lesión también van a incidir en el desarrollo cognitivo posterior al TCE. Cuando sucede un TCE infantil, principalmente se observan dos tipos de lesiones primarias: lesión focal en la zona de impacto y en la zona opuesta ocasionada por el efecto de contragolpe, que frecuentemente afecta al lóbulo frontal (dorsolateral, orbitofrontal) y/o temporal (Bruce y cols., 1996; Levin y cols., 2005), y una lesión axonal difusa (Gharahbaghian y cols., 2011), la cual es más frecuente en niños, incluso en TCE moderado y leve, y podría alterar el proceso de desarrollo cerebral, incluida la mielinización y la maduración del lóbulo frontal que finaliza hasta la segunda década de vida (Anderson y cols., 2001; Anderson y Yeates, 2002). Los niños pequeños son más vulnerables a sufrir lesión axonal difusa debido a que en ellos la cantidad de fibras no mielinizadas es aún elevada, y éstas son más susceptibles de experimentar fenómenos de desaferentización que las que sí lo están. Debido a que la sustancia blanca frontal es una de las últimas en mielinizarse (Klingberg, Vaidya, Gabrieli, Moseley, y Hedehus, 1999), existe mayor probabilidad de que esta región sea más sensible a los efectos de la lesión axonal difusa que otras fibras que maduran de forma más temprana.

El lóbulo frontal sería una región doblemente vulnerable a los efectos del TCE infantil; es una zona frecuentemente afectada por el daño focal (Petrides y Pandya, 2002), y es vulnerable a los efectos de la lesión axonal difusa.

3.1.6 Factores psicosociales

Las características premórbidas del niño previas al TCE funcionan como referencia con la cual comparar el rendimiento posterior para valorar tanto los déficits como la recuperación, y brindan información acerca de si las alteraciones observadas son consecuencia del TCE o ya existían de forma previa a la lesión. Sin embargo, la mayoría de las valoraciones se realizan de forma retrospectiva, por lo que es complicado que existan datos acerca del desarrollo cognitivo previo a la lesión.

En el plano conductual, algunos estudios concluyen (Asarnow y cols., 1995; Bijur y Haslum, 1995, citado en Capilla) que la mayor tasa de problemas de conducta, más frecuentemente hiperactividad y agresión, ya existía previo al TCE, y que serían un factor de riesgo para que éste se produzca. De igual forma, se ha documentado una relación existente entre TDAH (Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad) y TCE (Konrad, Gauggel, Manz, y Scholl, 2000). El TDAH podría ser un factor de predisposición para la ocurrencia de un TCE, y a su vez el TCE podría provocar la aparición de déficits atencionales o exacerbar la sintomatología del TDAH.

Dentro de los factores psicosociales también se incluyen el apoyo de la familia, la escuela a la que se asiste el niño y los compañeros de clase, así como el papel de la rehabilitación.

3.2. Impacto del TCE sobre la flexibilidad cognitiva

Actualmente las investigaciones del impacto del TCE infantil sobre las FE van en aumento. Anderson y cols. (2010) evaluaron a 164 niños (\bar{X} =13 años al momento de la evaluación) los cuales habían tenido un TCE en una etapa congénita (primer y segundo trimestre de embarazo), perinatal (tercer trimestre de embarazo a un mes posterior al nacimiento), en la infancia (2 meses a 2 años posterior al nacimiento), en la edad preescolar

(3 a 6 años), en la infancia media (7 a 9 años) y en la infancia tardía (posterior a los 10 años de edad). Se observó que los niños que sostuvieron un TCE antes o a los 3 años de edad, obtuvieron peores resultados en las pruebas que evaluaban flexibilidad cognitiva en comparación a aquellos que sostuvieron el TCE a mayor edad (7-10 años al momento de la lesión).

Investigaciones prospectivas-longitudinales han apoyado la presencia de disfunción ejecutiva, tanto en el estado agudo y en años posteriores al TCE. También se ha sugerido que la alteración de las FE no se da de forma homogénea, algunas parecen estar más afectadas que otras. Anderson y Catroppa (2005) evaluaron a 69 niños de 8 a 12 años (\bar{X} =10.6 años de edad al momento de la lesión) post-TCE leve, moderado y severo, durante la fase aguda, y 6, 12 y 24 meses después. Reportaron que en una tarea simple de flexibilidad cognitiva (*Trail Making Test, Part B*), los tres grupos de TCE ejecutaron de forma similar con respecto a la precisión, pero el grupo post-TCE severo fue más lento para completar la tarea. En general, todos los grupos de TCE registraron tiempos más cortos para completar la tarea en la evaluación a los 24 meses post-TCE.

Ante una tarea compleja (*Contingency Naming Test*), el grupo post-TCE severo fue menos capaz de hacer frente a las demandas de la prueba; cometieron más errores y presentaron una tendencia mayor de auto-correcciones o respuestas impulsivas, particularmente en la fase aguda. Su ejecución se relacionó de forma significativa a la severidad de la lesión. Con respecto al tiempo empleado para completar la tarea, el grupo post-TCE severo fue más lento en comparación del TCE leve y moderado, tanto en la fase aguda como en la valoración 24 meses después, lo que indica problemas residuales en la velocidad de procesamiento que impactan en el rendimiento en pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva.

Nadebaum y cols., (2007) evaluaron a 54 niños que tuvieron un TCE entre la edad de uno y 7 años (\bar{X} = 4 años al momento de la lesión, \bar{X} =10 años al momento de la evaluación), cinco años posterior al TCE. Emplearon la prueba “Score DT” para evaluar flexibilidad cognitiva, en la cual los niños de forma simultánea debían completar dos tareas. En la primera tarea fueron instruidos para contar un número de tonos específicos en una grabación de audio. En la segunda, debían escuchar el nombre de un animal en una grabación de noticias y simultáneamente escuchar los tonos. Después de cada ensayo se pidió a los niños informaran el número de tonos y el nombre del animal. Los niños con TCE severo ejecutaron más pobremente en la prueba en comparación a aquellos post-TCE moderado y leve, sin embargo las diferencias estadísticamente significativas se observaron en comparación con el grupo control. La ejecución de los niños post-TCE leve y moderado fue asociada con resultados esperados a su edad.

Para identificar los factores que predijeron el desempeño en la prueba realizaron un análisis de regresión múltiple lineal jerárquica. Se examinó la contribución de la severidad de la lesión, la edad de la lesión, presencia o ausencia de lesión frontal, género, habilidad adaptativa previa a la lesión, y variables familiares. Únicamente la severidad de la lesión fue un predictor significativo y explicó sólo el 8% de la varianza. Al añadir la edad al momento de la lesión la predicción del modelo se incrementó de manera significativa. Las puntuaciones más altas fueron asociadas con una edad mayor al momento de la lesión y con lesiones menos graves. Al incluir las variables relacionadas a la familia y las habilidades previas del niño, no aumentó significativamente la predicción del modelo. Concluyeron que la severidad de la lesión, evaluada por la GCS (Glasgow Coma Scale), provee una contribución más consistente del resultado en pruebas que evalúan FE, a mayor severidad se predice una peor flexibilidad cognitiva.

En contraste a estos resultados, se ha reportado que la flexibilidad cognitiva puede no verse afectada posterior a sufrir un TCE. Ewing-Cobbs y cols. (2004) evaluaron a 44 niños que tuvieron un TCE moderado o severo antes de los 6 años, con un tiempo de evolución que iba de 1 a 2 años. La muestra fue dividida en dos grupos según la edad: 11 a 35 meses de edad y 36 a 71 meses al momento de la evaluación. En comparación con un grupo control pareado por edad y sexo, los niños post-TCE tuvieron un peor rendimiento en tareas que evaluaban control inhibitorio y memoria de trabajo, pero no en tareas que evaluaban flexibilidad cognitiva. La explicación que ellos dieron a estos resultados fue que tanto el control inhibitorio, como la memoria de trabajo se desarrollan de manera más rápida durante la niñez temprana o edad preescolar, es decir, previo a la edad de 6 años, lo cual no sucede con la flexibilidad cognitiva, ya que está muestra una curva de desarrollo más plana, observándose menores cambios en el desarrollo previo a la edad escolar (6 a 12 años). Se desconoce si dichos déficits se pudieron presentar más tarde en el desarrollo.

Nadebaum y cols., (2007) argumentan que las habilidades que están relativamente maduras al momento de la lesión, tales como el control atencional y la velocidad de procesamiento son menos propensas a una disrupción debidas al TCE. De esta forma, las lesiones sostenidas a menor edad cuando algunas habilidades están relativamente inmaduras y vulnerables, como es el caso de las FE, pueden tener un impacto mayor sobre el desarrollo de éstas que las lesiones sostenidas a una edad más avanzada.

Esto pone en evidencia dos fenómenos que se pueden manifestar durante el desarrollo, después de sufrir un TCE, particularmente en relación con las funciones ejecutivas. El primero es “crecer fuera de” la lesión, donde se presentan déficits en el momento del trauma temprano y después de un tiempo no hay déficits. El segundo es un aparente “crecer dentro” de los efectos de la lesión, en este caso los déficits consecuencia

de la lesión no son inmediatamente evidentes, estos se van desarrollando en el tiempo. Si se considera el desarrollo tardío de áreas prefrontales, tiene sentido que siguiendo una lesión temprana a estas áreas, el déficit ejecutivo pueda no ser aparente inmediatamente debido a que estas funciones aún no se han desarrollado en el cerebro no dañado (Horton, Soper y Reynolds, 2010). En el caso de la flexibilidad cognitiva, es una habilidad que muestra un desarrollo más prolongado y tardío, los niños menores de 5 años se comportan de manera inflexible realizando mayor cantidad de perseveraciones en las tareas de clasificación (Chevelier y Blaye, 2008), a la edad de 7 años los niños son capaces de cambiar de una categoría de clasificación a otra, (Huizinga, Dolan, y van der Molen, 2006), y a los 11 años presentan habilidades similares de flexibilidad cognitiva a las del adulto joven (Huizinga y Van Der Molen, 2007). Por lo que los déficits en flexibilidad cognitiva al sostener un TCE podrían ser evidentes al momento de desarrollo de esta función, en la edad escolar.

Capítulo 4

Método

4.1 Justificación

La flexibilidad cognitiva, un componente importante de las funciones ejecutivas, es un proceso que podría verse afectado tras sufrir un traumatismo craneoencefálico en la niñez. Cabe destacar que el desarrollo, consolidación y preservación de las funciones ejecutivas, incluida la flexibilidad cognitiva, se ha asociado con el desarrollo de otras habilidades cognitivas y sociales (Horton, Soper y Reynolds, 2010).

Los estudios en pacientes post-TCE sugieren que existen déficits ejecutivos que se van manifestando en el transcurso de la recuperación, y pueden observarse incluso años después de haber sufrido la lesión (Horton, Soper y Reynolds, 2010).

Estudios previos (Anderson y cols., 2010; Nadebaum y cols., 2007; Anderson y Catroppa, 2005; Ewing-Cobbs y cols., 2004) han reportado déficits en flexibilidad cognitiva en niños post-traumatismo craneoencefálico, sin embargo, algunos resultados han sido poco consistentes. Además, en México son escasos los estudios que evalúan la flexibilidad cognitiva durante la etapa crónica, en niños en edad escolar que han sufrido un TCE, por tanto es importante contar con información sobre el impacto del TCE en los años posteriores de la evolución del mismo, pues los resultados obtenidos permitirán conocer más acerca de las funciones cognitivas que se ven afectadas tras sufrir un traumatismo, así como apoyar la generación de programas que ayuden a la mejoría de las alteraciones en la flexibilidad cognitiva.

4.2 Pregunta de investigación

¿Existen diferencias en el desempeño de un grupo de niños postraumatismo craneoencefálico en edad escolar en pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva en comparación con un grupo de niños con traumatismo músculo-esquelético y un grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo?

4.3 Objetivos

4.3.1 Objetivo general

Comparar el desempeño de un grupo de niños en edad escolar postraumatismo craneoencefálico en pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva, con un grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y un grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, con la finalidad de conocer si existen diferencias en la ejecución entre los tres grupos.

4.3.2 Objetivos específicos

- Comparar el número de respuestas correctas, el total de respuestas correctas, el total de errores, el número de categorías, la capacidad para mantener la organización y el número de respuestas perseverativas realizadas por el grupo de niños post-TCE, el grupo de niños postraumatismo musculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo.
- Comparar el número de palabras correctas emitidas, el número de intrusiones, perseveraciones, el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios realizados por el grupo de niños post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonológica.

- Comparar el número correcto de dibujos producidos y diseños lineales, el número de intrusiones, perseveraciones, el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios realizados por el grupo de niños post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica.

4.4 Hipótesis

- H0: No existen diferencias en el total de respuestas correctas, el total de errores, el número de categorías, la capacidad para mantener la organización y el número de respuestas perseverativas realizadas por el grupo post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en la prueba de Clasificación de Tarjetas.
- H1: Existen diferencias en el total de respuestas correctas, el total de errores, el número de categorías, la capacidad para mantener la organización y el número de respuestas perseverativas realizadas por el grupo post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en la prueba de Clasificación de Tarjetas.
- H0: No existen diferencias en el número de palabras correctas producidas, el número de intrusiones y perseveraciones, el número y tamaño de agrupaciones, y el número de cambios realizados por el grupo post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonológica.
- H2: Existen diferencias en el número de palabras correctas producidas, el número de intrusiones y perseveraciones, el número y tamaños de agrupaciones, y el número

de cambios realizados por el grupo post-TCE el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonológica.

- H0: No existen diferencias en el número correcto de dibujos producidos y diseños lineales, el número de intrusiones, perseveraciones, el número y tamaño de agrupaciones y el número de cambios realizados por el grupo post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica.
- H3: Existen diferencias en el número correcto de dibujos producidos y diseños lineales, el número de intrusiones, perseveraciones, el número y tamaño de agrupaciones y el número de cambios realizados por el grupo post-TCE, el grupo de niños postraumatismo músculo-esquelético y el grupo de niños sin ningún tipo de traumatismo, en las pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica.

4.5 Definición de variables

4.5.1 Variable orgánica: Condición biológica actual que altera las habilidades cognitivas, emocionales y/o sensomotoras (Perona y Rivas, 1996).

- Traumatismo Craneoencefálico: “alteración en la función cerebral u otra evidencia de patología cerebral, causada por una fuerza externa, la cual puede ser un impacto directo sobre el cráneo, aceleración o desaceleración rápida, penetración de un objeto u ondas de choque de una explosión. Presenta al menos alguna de las siguientes características clínicas: alteración de la conciencia o amnesia, cambios neurológicos o neurofisiológicos, diagnóstico de fractura de cráneo o lesiones

intracraneanas, lo cual puede dar como resultado la muerte” (Estrada y cols. 2012, p.17).

Severo: Se presenta pérdida del estado de conciencia y amnesia postraumática, puede haber presencia de anisocoria, déficit motor lateralizado, deterioro neurológico, fractura abierta de cráneo o fractura deprimida, presencia de hematomas subdurales, o intracerebrales. Se obtiene una puntuación en la GCS <8 puntos.

Moderado: Se puede presentar pérdida de conciencia de más de 30 minutos y un período de amnesia, letargia o cefalea progresiva, vómitos persistentes, convulsiones, traumatismo facial o general. Se obtiene una puntuación en la GCS entre 9-12 puntos.

Leve: lesión aislada en la cabeza con síntomas clínicos como dolor de cabeza, náuseas y vómito. Se puede presentar pérdida de conciencia menor a 30 minutos, estados breves de desorientación y/o confusión, y amnesia postraumática que oscila entre 0 y 1 día. Presencia de lesiones cerebrales tales como hematoma, edema, y/o fractura craneal. Se obtiene una puntuación en la GCS de 13-15 puntos.

4.5.2 Variable dependiente

- Flexibilidad cognitiva: La flexibilidad cognitiva es la capacidad para cambiar un conjunto cognitivo seleccionando de manera adaptativa entre diferentes representaciones de un objeto, perspectivas o estrategias generando una respuesta acorde a los cambios en las señales pertinentes en el medio ambiente, o para mantener un conjunto mental o cognitivo cuando los cambios son irrelevantes (Chevalier y Blaye, 2008; Cragg y Chevalier, 2012; Colé, Duncan y Blaye, 2014).

Dicha variable será medida en función de los puntajes escalares obtenidos en las pruebas neuropsicológicas que evalúan flexibilidad cognitiva.

4.6 Tipo de estudio

Estudio comparativo, ya que la finalidad fue comparar la ejecución entre los grupos (postraumatismo craneoencefálico, músculo-esquelético y sin manifestaciones clínicas).

4.7 Diseño de estudio

Diseño no experimental, prospectivo, transversal, descriptivo.

4.8 Participantes

Se evaluaron a 30 niños de entre 6 y 10 años de edad separados en tres grupos (n=10). Grupo postraumatismo craneoencefálico (grupo TCE) (edad= 8.1 ± 1.4), 2) Grupo postraumatismo músculo-esquelético (grupo M-E) (edad= 8.0 ± 1.4) y 3) Grupo sin ningún tipo de traumatismo (grupo Normo) (edad= 8.0 ± 1.4), pareados por edad y sexo.

El grupo TCE estuvo conformado por pacientes del Instituto Nacional de Rehabilitación (INR), del Instituto Nacional de Pediatría (INP) y otros centros de salud, los participantes del grupo M-E fueron pacientes del INR, y el grupo Normo se conformó por niños que asistían a escuelas aledañas al Instituto Nacional de Rehabilitación.

El grupo músculo-esquelético fue incluido con la finalidad de fungir como un grupo de comparación con características premórbidas conductuales que podrían hacer propensos a los niños a sufrir un accidente, así como para controlar el efecto de la hospitalización y/o asistencia médica.

4.9 Criterios de inclusión

Grupo post-TCE		
TCE Leve	TCE Moderado	TCE severo
<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje GCS: 13-15 ptos • Pérdida de la conciencia menor a 30 minutos o alteración de ésta. • Amnesia postraumática menor a 30 minutos • Presencia de síntomas clínicos: Dolor de cabeza, náuseas, vómitos. • Presencia de neuroimagen que confirmen alteración cerebral: edema, hematoma y/o fractura de cráneo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje GCS: 12-8 ptos • Pérdida o alteración de la conciencia mayor a 30 minutos y menor a 24 horas. • Amnesia postraumática de 1 a 7 días. • Presencia de neuroimagen que confirmen alteración cerebral (Desviación de la línea media, Contusión, Hematoma [epidural/subdural], Hemorragia [intraventricular/subaracn oidea], Fractura intracraneal.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Puntaje GCS: <8 ptos • Pérdida o alteración de la conciencia mayor a 24 horas. • Presentar estado de coma. • Amnesia postraumática mayor a 7 días • Presencia de alteraciones neurológicas focales: hemiparesia, monoparesia, hemianopsia, hipertonia, hemiplejía. • Presencia de neuroimagen que confirme alteración cerebral: (Desviación de la línea media, Contusión, Hematoma [epidural/subdural], Hemorragia [intraventricular/subaracn oidea], Fractura intracraneal.)
<ul style="list-style-type: none"> • Tener entre 6 y 10 años de edad al momento de la evaluación. • Tiempo de evolución 6 meses a 4 años • Tener autorización del padre o tutor • Lengua materna español • No haber presentado dificultades en la adquisición del lenguaje, o en desarrollo previas la lesión. • Que el menor desee participar voluntariamente 		

Grupo M-E	Grupo Normo
<ul style="list-style-type: none"> • Haber sufrido traumatismo músculo-esquelético que incluya fracturas, esguinces y luxaciones. • Tiempo de evolución de 6 meses a 4 años. 	<ul style="list-style-type: none"> • No haber sufrido un traumatismo craneoencefálico y/o músculo-esquelético.
<ul style="list-style-type: none"> • Tener entre 6 y 10 años de edad al momento de la evaluación. • Tener un desempeño cognitivo dentro del rango normal. • Contar con vista y/o audición normal o corregida. • Lengua materna español. 	

- Tener promedio escolar mínimo de 8
- Contar con el consentimiento del padre o tutor.
- Que el menor desee participar voluntariamente

4.10 Criterios de exclusión

Grupo post-TCE
<ul style="list-style-type: none"> • Tener obesidad, diabetes, cardiopatías, padecer alguna enfermedad neurológica (que no sea consecuencia del TCE) y/o autoinmune. • Presentar alguna condición de limitación motora o dificultades del lenguaje que impida la evaluación. • Haber presentado dificultades mayores en la adquisición del lenguaje, y/o el desarrollo motor. • Haber estado en tratamiento para Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad por más de un mes. • Haber estado en tratamiento psicológico por más de un mes. • Presencia de problemas moderados o severos del aprendizaje (lectura, escritura, cálculo) previos al TCE. • Antecedentes de problemas perinatales. • Antecedentes familiares de enfermedad psiquiátrica

Grupo M-E	Grupo Normo
<ul style="list-style-type: none"> • Haber sufrido traumatismo craneoencefálico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Haber sufrido traumatismo craneoencefálico y/o lesión musculo-esquelética.
<ul style="list-style-type: none"> • Tener obesidad, diabetes, cardiopatías, padecer alguna enfermedad neurológica y/o autoinmune tener o haber padecido alguna enfermedad neurológica (tumores, encefalitis, meningitis, epilepsia, lupus eritematoso). • Tener algún problema mayor en la adquisición del lenguaje y/o desarrollo motor. • Tener o haber tenido trastornos del aprendizaje que afecten de forma considerable su desempeño académico. • Estar durante más de un mes bajo tratamiento farmacológico para Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad. • Haber estado en tratamiento psicológico por más de un mes. • Tener antecedentes de problemas perinatales. • Antecedentes familiares de alguna enfermedad psiquiátrica. 	

4.11 Instrumentos

- **Escala de nivel socioeconómico** (López, 2009). Escala compuesta por 8 ítems relacionados al número de habitaciones, de focos, de automóviles, baños, disponibilidad de estufa, regadera, tipo de piso, y el nivel educativo de la persona que mayor cantidad de ingresos económicos aporta a la vivienda. Estos datos se cuantificaron para su posterior suma y clasificación en el nivel socioeconómico correspondiente a dicho puntaje obtenido. La clasificación de niveles socioeconómicos es AB (muy alto), C+ (alto), C (medio alto), C- (medio), D+ (medio bajo), D (bajo), y E (muy bajo).

- **Prueba de Clasificación de Cartas** (Adaptación del Test de Clasificación de Cartas Wisconsin, Grant y Berg, 1948) (Matute, Rosselli, Ardila, y Ostrosky-Solis, 2007). Consta de 54 tarjetas respuesta y 3 tarjetas estímulo. Dichas tarjetas contienen figuras geométricas: cuadrados, rombos y círculos, en colores azul, amarillo y rosa, y en cantidades de 1, 2 y 3 figuras por tarjeta. El niño debe inferir el principio de categorización (color, forma o número) y clasificar las 54 tarjetas empleando como base las 3 tarjetas estímulo. El principio de clasificación inicial es color, posteriormente cambiará el criterio de clasificación a forma, y el último corresponde a número. El niño deberá completar 10 clasificaciones bajo cada categoría. Tras cada clasificación se le dará un comando verbal que le indique si su ejecución es correcta o incorrecta, el mismo comando se empleará como indicador de cambio de categoría. La calificación consiste en: *número de ensayos administrados*, número de ensayos realizados por el niño; *total de respuestas correctas*, la tarjeta respuesta es pareada con la tarjeta estímulo utilizando la categoría correspondiente; *total de errores*, la tarjeta respuesta no es pareada con la tarjeta estímulo empleando otra categoría que no es la correspondiente; *número de categorías*, 10 clasificaciones bajo el mismo principio conforman una categoría; *incapacidad para mantener la organización*

(*IMO*), el niño realiza una clasificación errónea después de realizar 5 clasificaciones correctas, con la finalidad de evitar confusiones nos referiremos a la *IMO* como la capacidad para mantener la organización (*CMO*); y *respuestas perseverativas*, el niño insiste en clasificar bajo un principio que es incorrecto. Los puntajes brutos fueron normalizados a puntajes escalares, y esos son reportados.

Las pruebas de clasificación de tarjetas no son medidas puras de una habilidad ejecutiva, y son varios los componentes que pueden contribuir a la ejecución exitosa; un cambio eficiente a una nueva regla sobre las bases de la retroalimentación, lo que pone de manifiesto la capacidad de flexibilidad cognitiva, y el mantener la regla de clasificación actual en mente a través de diferentes dimensiones del estímulo (color, forma y número según sea el caso), sin tener en cuenta los aspectos o dimensiones irrelevantes de éste, una habilidad denominada “mantenimiento de set” (Barcelo y Knight, 2002). Sin embargo, los diferentes índices de la prueba permiten distinguir entre los procesos de cambio y mantenimiento de set. El proceso de cambio es indexado por los errores perseverativos y el número de categorías, y el proceso de mantenimiento de set por la capacidad para mantener la organización. Si bien, se presenta la puntuación de todos los índices, los relevantes en la presente investigación son aquellos que permiten identificar la capacidad de flexibilidad cognitiva.

Las pruebas de clasificación de tarjetas son empleadas frecuentemente para evaluar el funcionamiento ejecutivo, y se aplican tanto en el ámbito clínico y en la investigación. Además, esta prueba es sensible a los cambios en el desarrollo y la maduración. Este tipo de pruebas han mostrado ser sensibles en la evaluación de niños y adolescentes con diferentes desordenes; TDAH, desordenes del aprendizaje, desórdenes del espectro autista,

trastornos del estado de ánimo, y en poblaciones con TCE (Romine, Lee, Wolfe, Homack, George y Riccio, 2004).

- **Tarea de Fluidez Verbal Semántica (FVS)** (Matute y cols., 2007). El niño debe nombrar durante un minuto la mayor cantidad de frutas que conozca, posteriormente lo hará con animales, con un rango de tiempo similar. La calificación consiste en el conteo del número de palabras correctas producidas, el número de intrusiones y perseveraciones. Se analizó el número de agrupaciones, el tamaño medio de las agrupaciones y el número de cambios (Troyer, 1997; Nieto, Galtier, Barroso y Espinosa, 2006).

- **Tarea de Fluidez Verbal Fonémica (FVF)** (Matute y cols., 2007). La tarea consiste en la producción por parte del niño del mayor número de palabras dentro de una categoría fonológica, la cual corresponde al fonema /m/, durante un minuto. La calificación consiste en el conteo del número de palabras correctas producidas, el número de intrusiones y perseveraciones. Se analizó el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios (Troyer, 1997).

El análisis del número y tamaño de agrupaciones, así como el número de cambios de las pruebas de FVS y FVF se realizó siguiendo la propuesta de Troyer (1997, 1998), complementada con el análisis de Nieto y cols. (2006) y Villodre (2006). A continuación se hace una descripción más detallada de cada uno de los índices:

- *Número de agrupaciones*: se contabilizan para cada una de las tareas (fluidez semántica frutas y animales, y fluidez fonémica /m/). Se considera agrupación a la generación sucesiva de al menos dos palabras dentro de una misma subcategoría semántica o fonológica (para el caso de la prueba de fluidez fonémica se tomaron en cuenta sólo agrupaciones fonológicas). Para las pruebas de fluidez verbal semántica

animales no se contabilizaron etiquetas de subcategorías (“aves”) si ejemplos específicos fueron proporcionados por el participante (petirrojo, canario). Las palabras producidas con referencia a sexo (gallo y gallina) y edad (gato-gatito) fueron tomadas como el mismo animal.

- *Tamaño de las agrupaciones*: se calcula contando a partir de la segunda palabra (por ejemplo, dos palabras forman una agrupación de tamaño 1, tres palabras forman una agrupación de tamaño 2, etc.). Se calcula el tamaño medio de las agrupaciones para cada tarea, excluyendo las palabras aisladas. El tamaño medio de las agrupaciones se calcula sumando el total del tamaño de cada una de las agrupaciones, dividido entre el número de agrupaciones.
- *Número de cambios*: el número de transiciones entre agrupaciones, incluyendo las palabras aisladas. Se calcula para cada una de las tareas (por ejemplo, si un niño ha generado tres agrupaciones y cuatro palabras aisladas, se contabilizarán seis cambios).

En el Anexo 1 se enlistan algunas de las categorías semánticas correspondientes a las pruebas de fluidez verbal semántica y fonémica.

Un desempeño exitoso en las pruebas de FVS y FVF requiere la habilidad para crear agrupaciones y la habilidad para cambiar entre estas agrupaciones (Troyer, Moscovitch y Winocur, 1997). Ésta última relacionada a la capacidad de flexibilidad cognitiva. Aunque la medida más común de este paradigma consiste en el número correcto de palabras, el análisis de las agrupaciones, tamaño de las agrupaciones y número de cambios entre las agrupaciones que se realiza en el presente estudio, permite identificar los procesos subyacentes.

-Tarea de Fluidez Gráfica Semántica (FGS) (Matute y cols., 2007). Durante tres minutos el niño debe dibujar de forma sencilla el mayor número posible de objetos, con excepción de letras, números, signos de puntuación y variantes del mismo dibujo. La calificación consiste en el conteo del número correcto de dibujos producidos, el número de intrusiones y perseveraciones. De forma cualitativa se analizó el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios realizados entre las agrupaciones, aplicando el método de Troyer (1997, 1998) empleado para el análisis en las pruebas de FVS y FVF.

-Tarea de Fluidez Gráfica no Semántica (FVnS) (Matute y cols., 2007). Durante tres minutos el niño debe dibujar el mayor número de diseños lineales a partir de la unión de puntos, y empleando cuatro líneas. La calificación consiste en el conteo del número correcto de diseños producidos, el número de intrusiones y perseveraciones. Se analizó el número de agrupaciones, el tamaño medio de las agrupaciones y el número de cambios realizados entre las agrupaciones.

El análisis cualitativo del número y tamaño de las agrupaciones, y número de cambios se realizó adaptando la propuesta de Hurks (2013). A continuación, se hace una descripción más detallada de cada uno de los índices:

- *Número de agrupaciones*: una agrupación corresponde a diseños sucesivos que comparten una similitud visoespacial, en este caso, una subcategoría fue compuesta por diseños lineales que emplearan 4 líneas y los elementos fueran rotados alrededor del eje principal de los cinco puntos. Cada agrupación constó de tres o más diseños generados sucesivamente pertenecientes a la misma categoría visoespacial.

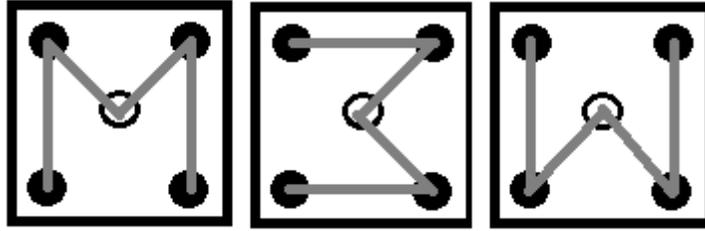


Figura 6. Ejemplo de agrupación.

- *Tamaño de las agrupaciones:* El tamaño de la agrupación fue contado comenzando con el primer diseño en cada una de ellas. El número total de diseños por agrupación fue dividido entre el número total de diseños producidos en toda la prueba. Así el índice de tamaño de agrupación representa el grado en el que los participantes emplean una estrategia mientras que se toma en cuenta su producción global de diseños.

- *Número de cambios:* Se definieron tres categorías de cambios: 1) el cambio entre dos agrupaciones, 2) el cambio entre una agrupación y un diseño aislado, 3) el cambio entre diseños aislados.

El conteo de palabras correctas y diseños correctos se reporta en puntajes escalares.

El número de intrusiones, perseveraciones, el número de agrupaciones, tamaño de agrupaciones y número de cambios se reporta en frecuencia.

Los test de fluidez gráfica imponen demandas sobre habilidades de dibujo, coordinación motora y funciones ejecutivas (Baser y Ruff, 1987; Suchy y cols., 2010, citado en Hurks, 2013), y de forma similar a las pruebas de fluidez verbal, el análisis de las agrupaciones, tamaño, y cambio entre éstas, brindan información sobre los procesos subyacentes. El cambio se realiza de una agrupación a otra, si es que la actual no conduce a la generación de nuevos diseños. La habilidad para iniciar una estrategia y/o cambiar entre

estrategias involucra procesos cognitivos de alto orden, tal como la flexibilidad cognitiva (Hurks, 2013).

Tanto la prueba de Clasificación de Tarjetas, como las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica, cumplen con las características de los paradigmas empleados en la evaluación de la flexibilidad cognitiva; presentan estímulos multivalentes (dimensión de color forma y número, y subcategorías semánticas, fonémicas, o visoespaciales en los pruebas de Fluidez), la misma respuesta se mantiene a lo largo del paradigma, se requiere un cambio entre las dimensiones de los estímulos, se establece una meta y tienen una variable dependiente.

4.12 Procedimiento

Todas las evaluaciones se realizaron dentro del INR, en adecuadas condiciones de temperatura e iluminación. Se aplicó una batería de evaluación neuropsicológica infantil y una serie de pruebas complementarias, pero para el presente trabajo únicamente se retomaron las pruebas de Clasificación de Tarjetas y Fluidez Verbal y Gráfica, las cuales fueron aplicadas en la penúltima sesión de evaluación, con una duración aproximada de 60 minutos. Se realizó un contacto telefónico en el que se agendó la primera cita, en ésta se explicó al tutor en qué consistía su participación en el estudio y se le entregó un consentimiento informado, el cual leyó y firmo asintiendo la participación del menor. Posterior a obtener el consentimiento del tutor se comenzó con la valoración neuropsicológica. Una vez concluidas las valoraciones se le otorgo al tutor un cuestionario de satisfacción requerido por el INR, el cual fue debidamente llenado y entregado al Instituto. De 6 a 8 semanas concluida la participación del menor, se agendó una cita para entrega de resultados.

4.13 Consideraciones éticas

Todos los padres estuvieron informados de los procedimientos que se realizaron a sus hijos, dicha información se les brindó en la primera sesión, donde firmaron la carta oficial del consentimiento informado. De igual forma se informó al menor en qué consistía su participación y se obtuvo el asentimiento informado. El protocolo de investigación del que se desprende esta tesis fue aprobado por el Comité de Investigación y de Ética del Instituto Nacional de Rehabilitación (#66/14) y del Instituto Nacional de Pediatría (#007/2015).

4.14 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se empleó el paquete estadístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión 18 y GraphPad Prism 6. Se obtuvo la estadística descriptiva de la muestra y las variables de estudio. Se realizó una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnoff para conocer la distribución de los datos.

Se realizó una prueba de Kruskal-Wallis con la corrección de Dunnet para subgrupos ($\alpha \leq 0.05$) para comparar las variables demográficas: edad, años de escolaridad, tiempo de evolución, años de escolaridad de los padres y nivel socioeconómico.

Se realizó una prueba Kruskal-Wallis con la corrección de Dunnet para subgrupos ($\alpha \leq 0.05$) para comparar la ejecución en la prueba de Clasificación de Tarjetas, en la prueba de Fluidez Semántica y Fonológica, en las pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica entre los tres grupos.

De forma general, se realizó en toda la muestra una correlación de Spearman entre la puntuación obtenida en el NSE y los puntajes obtenidos en las pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva para determinar si había una relación entre estas variables.

De forma específica, en el grupo TCE, se realizó una correlación de Spearman entre la severidad de la lesión, entre el tiempo de evolución, la edad al momento de la lesión y los

índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas, el número correcto de palabras producidas en las pruebas de FVS y FVF, el número correcto de dibujos y diseños producidos en las pruebas de Fluidez Gráfica, para determinar si existía relación entre dichas variables.

Capítulo 5

Resultados

Se evaluaron a 30 niños de entre 6 y 10 años de edad, separados en tres grupos: TCE, M-E y Normo. La Tabla 1 resume las características sociodemográficas de los tres grupos; el grupo TCE estuvo conformado mayoritariamente por participantes del sexo masculino, lo que está de acorde con la literatura. Por otro lado, el grupo Normo pertenece a un nivel socioeconómico alto y medio alto, y sus padres presentan el mayor número de años en escolaridad.

Tabla 1

Datos sociodemográficos de la muestra

		TCE	M-E	Normo
Edad		8.1 ± 1.4	8.0±1.4	8.0±1.4
Edad lesión		6.7± 2.1	6.6±1.6	-
Sexo	M	8	5	5
	F	2	5	5
Lateralidad	D	10	9	9
	Z	0	1	1
Años escolaridad		2±1.5	1.8±1.3	1.6±1.7
Escolaridad padres	Madre	10.0 ±3.0	10.0 ± 2.7	14.1±3.9
	Padre	10.0 ±3.0	9.6 ±1.2	14.7±2.7
Nivel socioeconómico	A	0	0	4
	M-A	1	3	4
	M-B	6	3	2
	B	3	4	0

Se presentan datos referentes a la edad (\bar{X} y DE), sexo (f=femenino, m=masculino), lateralidad (D=diestro, Z=zurdo), años de escolaridad, años de escolaridad de madre y padre (\bar{X} y DE) y nivel socioeconómico (NSE: A=alto, M-A=medio alto, M-B= medio bajo y B=bajo).

Referente a la lesión, el grupo TCE y M-E presentaron un tiempo de evolución alrededor de 20 meses y el mecanismo de lesión más frecuente fue caída. Todas las lesiones músculo-esqueléticas fueron en su mayoría fracturas de extremidad superior izquierda (Ver Tabla 2).

Tabla 2*Datos referentes a la cronicidad, mecanismo y tipo de lesión del grupo M-E y TCE*

		ME	TCE
Cronicidad		22.4 ± 9.2	19 ± 14
Mecanismo lesión	Caída	9	7
	Golpe	0	1
	Atropellamiento	0	2
	Accidente motocicleta	1	
Tipo lesión (fractura)	Supracondilea humeral	3	-
	Radio	2	-
	Fémur	1	-
	Condilea humeral	3	-
Ubicación fractura	Peroné	1	-
	Izquierda	6	-
	Destra	4	-

El grupo TCE estuvo conformado por 5 niños con TCE leve, 3 con TCE moderado, y 2 con TCE severo, la mayoría fueron lesiones cerradas y con impacto en el hemisferio derecho (Ver Tabla 3).

Tabla 3*Datos del grupo TCE referentes a la lesión; severidad, topografía y tipo de lesión*

Grupo TCE		
Severidad (Glasgow)	Leve	5
	Moderado	3
	Severo	2
Topografía lesión	Hemisferio derecho	7
	Hemisferio Izquierdo	1
	Central no especificado	2
Tipo de lesión	Abierto	1
	Cerrado	9

La tabla 4 muestra las características relacionadas a la lesión de cada uno de los participantes del grupo TCE.

Tabla 4*Características demográficas y de lesión del grupo TCE*

Participantes	Edad	Sexo	Severidad	Tiempo de evolución (meses)	Lesión cerebral (Datos neuroimagen)	Rehabilitación (# sesiones)
ID	6	M	Leve	17	Fractura de región frontal derecha	Ninguno
AR	6	M	Leve	25	Escalpe parieto temporal derecho	Ninguno
EC	7	M	Severo	12	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	Ninguno
LE	7	M	Severo	39	Fractura multifragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	36 sesiones (Terapia física, lenguaje, ocupacional)
JJ	9	M	Leve	8	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	Ninguno
MG	9	F	Leve	15	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	Ninguno
GI	9	M	Moderado	48	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	Ninguno
CA	9	M	Moderado	10	Hematoma epidural occipital derecho	Ninguno
AS	9	F	Leve	6	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	Ninguno
OE	10	M	Moderado	10	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	Ninguno

Se realizó una prueba Kruskal-Wallis con corrección de Dunnet para subgrupos ($p < .05$) para determinar diferencias en las características sociodemográficas entre los grupos. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas para edad ($X^2 = .03$, $p = .98$), años de escolaridad ($X^2 = .34$, $p = .84$) y el tiempo de evolución ($X^2 = 1.0$, $p = .30$). Sin embargo, se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para años de escolaridad de la madre ($X^2 = 6.8$, $p = .030$); años de escolaridad del padre ($X^2 = 13.2$, $p = .001$) y nivel socioeconómico ($X^2 = 11.93$, $p = .003$).

5.1 Prueba de Clasificación de Tarjetas

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), no reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el índice de *número de ensayos administrados*, *total de respuestas correctas*, *total de errores*, *número de categorías*, *CMO*, y *total de respuestas perseverativas*. La \bar{X} y DE de los puntajes escalares obtenidos en cada uno de los índices, así como la X^2 y p por cada grupo pueden observarse en la Tabla 5. Los tres grupos muestran puntuaciones escalares que en su mayoría se ubican dentro del promedio (10 ± 2). Sin embargo, el desempeño del grupo TCE en el índice *número de ensayos administrados e incapacidad para mantener la organización* puede clasificarse como “promedio bajo”.

Tabla 5

Resultados obtenidos en la prueba de Clasificación de Tarjetas

	NORMO \bar{X} (DE)	M-E \bar{X} (DE)	TCE \bar{X} (DE)	X^2	p
# de ensayos administrados	8.9±2.5	8.5±1.7	7.6±.8	2.246	.325
Total, respuestas correctas	12±3.4	10±3.1	9.7±4.3	2.044	.360
Total, errores	11.0±2.3	9.2±2.3	8.6±2.8	4.274	.118
# categorías	11.0±1.7	10.6±1.9	9.4±3.0	2.238	.327
CMO	6.5±4.3	9.1±3.9	7.7±3.4	2.385	.303
Total, respuestas perseverativas	10.8±1.6	9.4±2.0	8.7±2.9	4.151	.240

Puntajes escalares obtenidos en los índices *número de ensayos administrados*, *total de respuestas correctas*, *total de errores*, *número de categorías*, *número de categorías*, *capacidad para mantener la organización* y *total de respuestas perseverativas*. Todos los puntajes se encuentran dentro del rango promedio o promedio bajo.

Cabe destacar que el grupo TCE mostró un rendimiento menor en la mayoría de los índices de la prueba: en promedio utilizó el número máximo de ensayos disponibles ($\bar{X}=54 \pm 0$ ensayos), obtuvo menos respuestas correctas ($\bar{X}=32.6 \pm 8.0$), mayor número de errores ($\bar{X}=21.3 \pm 8.0$) y mayor número de respuestas perseverativas ($\bar{X}=15.9 \pm 9.1$) en comparación con el grupo M-E y Normo. Respecto al número de categorías formadas, los tres grupos en promedio realizaron dos categorías correspondientes a color y forma, y fue el grupo Normo quien presentó menor capacidad para mantener la organización, como lo indican los puntajes brutos en la Figura 7.

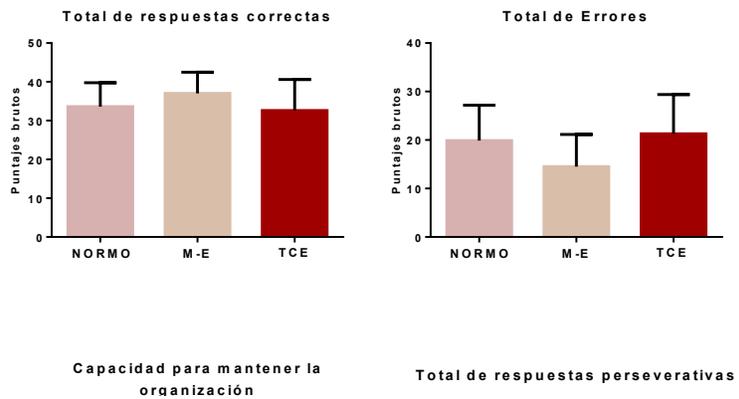


Figura 7. Puntajes brutos de los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas.

5.2 Pruebas de Fluidez Verbal Semántica (FVS) y Fonémica (FVF)

Los resultados de los análisis con la prueba Kruskal-Wallis se muestran en las Tablas 6, 7 y 8. Se reporta el índice de palabras correctas producidas, perseveraciones e intrusiones, así como el número y tamaño de las agrupaciones y el número de cambios.

Tabla 6*Pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonémica*

	NORMO \bar{X} (DE)	M-E \bar{X} (DE)	TCE \bar{X} (DE)	X^2	p
Fluidez Verbal Semántica “Frutas”	10.3 ±2.1	10.2± 2.6	8.4±3.3	2.412	.299
Fluidez Verbal Semántica “Animales”	10.2 ±2.7	10.3 ±3.2	8.0 ±2.5	3.323	.190
Fluidez Verbal Semántica “Fonémica”	10.1± 3.7	9.8± 2.3	8.4± 2.7	1.906	.386

Tabla 7*Perseveraciones e intrusiones en las pruebas de Fluidez Verbal*

		NORMO \bar{X} (DE)	M-E \bar{X} (DE)	TCE \bar{X} (DE)	X^2	p
Fluidez Verbal Semántica “Frutas”	Perseveraciones	.50±.70	1.5±1.1	.60±.69	6.125	.654
	Intrusiones	.30±.48	.00±.00	.20±.63	3.572	.168
Fluidez Verbal Semántica “Animales”	Perseveraciones	.90±.73	1.0±1.5	.50±.70	1.541	.463
	Intrusiones	.20±.42	.20±.42	.00±.00	2.231	.328
Fluidez Verbal Semántica “Fonémica”	Perseveraciones	.20±.63	.10±.31	.10±.31	.007	.996
	Intrusiones	.10±.31	.50±.70	.20±.42	2.758	.252

Tabla 8*Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca) en las pruebas de FVS y FVF*

		NORMO \bar{X} (DE)	M-E \bar{X} (DE)	TCE \bar{X} (DE)	X^2	p
Fluidez Verbal Semántica “Frutas”	No. A	2.99±.99	2.2±1.0	2.2±1.0	3.013	.222
	TA	2.4±1.5	3.3±2.0	2.3±.82	1.175	.556
	No. Ca	3.5±1.4	3.4±1.5	3.6±1.1	.066	.967
Fluidez Verbal Semántica “Animales”	No. A	3.8±1.2	3.8±1.6	2.8±1.2	3.575	.167
	TA	1.8±.78	1.6±.51	1.6±.69	.420	.811
	No. Ca	6.9±1.9	7.0±2.8	6.2±1.9	.783	.676
Fluidez Verbal Semántica “Fonémica”	No. A	1.0±.47	1.1±.73	1.1±.87	.136	.934
	TA	2.0±1.2	1.6±1.3	1.5±1.6	1.367	.505
	No. Ca	2.8±2.4	3.0±3.2	1.7±2.2	1.655	.437

Frutas

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskall-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), no mostró diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el número correcto de palabras producidas, el número de perseveraciones, el número de intrusiones, el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios. De forma cualitativa, se observó que los tres grupos realizaron un número similar de agrupaciones y cambios, y fue el grupo M-E quien realizó agrupaciones de mayor tamaño (Ver Tabla 8). Así mismo, el grupo M-E no presentó intrusiones y tuvo mayor número de perseveraciones.

Animales

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskall-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), no arrojó diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el número correcto de palabras producidas, el número de perseveraciones, el número de intrusiones, el número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios. Cualitativamente, el grupo TCE realizó menor número de agrupaciones, sin embargo, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios fue similar en los tres grupos (Ver Tabla 8).

Fonémica

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskall-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), no reveló diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el número correcto de palabras producidas, el número de perseveraciones, el número de intrusiones, el número de

agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios. Si bien no se encontraron diferencias estadísticas, el grupo TCE mostró menor número de cambios, mientras que el número y tamaño de agrupaciones fue similar en los tres grupos (Ver Tabla 8).

En general el grupo TCE mostró un menor rendimiento en el número correcto de palabras producidas en las pruebas de FVS y FVF en comparación con el grupo M-E y Normo, sin embargo, dicho rendimiento se encuentra dentro del rango “promedio” según lo esperado para su edad y escolaridad.

5.3 Pruebas de Fluidez Gráfica Semántica (FGS) y No Semántica (FGnS)

Los resultados de la pruebas de Kruskal-Wallis pueden observarse en la Tabla 9, 10 y 11. Se reporta el índice de palabras correctas producidas, perseveraciones e intrusiones, así como el número y tamaño de las agrupaciones, y el número de cambios entre éstas.

Tabla 9

Pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica

	NORMO \bar{X} (DE)	M-E \bar{X} (DE)	TCE \bar{X} (DE)	X^2	p
Fluidez Gráfica Semántica	8.6±1.6	8.2±1.3	6.6±1.7	7.049	.038
Fluidez Gráfica No Semántica	10.2±2.0	10.0±1.4	7.1±1.9	9.744	.020

Tabla 10*Perseveraciones e intrusiones en las pruebas de Fluidez Gráfica*

		Normo	M-E	TCE	X²	p
Fluidez Gráfica Semántica	Perseveraciones	.00±.00	.8±1.6	.10±.31	4.111	.128
	Intrusiones	.70±.1.25	.10±.31	.20±.63	2.128	.345
Fluidez Gráfica no Semántica	Perseveraciones	1.6±.1.7	2.7±1.7	1.5±2.27	3.324	.190
	Intrusiones	3±2.2	1.4±2.7	3.6±4.3	4.775	.092

Tabla 11*Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca) en las pruebas de FGS y FnGS*

		NORMO	M-E	TCE	X²	p
Fluidez Gráfica Semántica	No. A	2.7±1.7	1.6±.84	1.4±1.2	3.805	.149
	TA	1.3±.48	2.0±1.7	1.1±.73	1.641	.440
	No. Ca	7.0±2.9	7.9±2.8	5.2±2.8	3.971	.137
Fluidez Gráfica No Semántica	No. A	.20±.42	.20±.42	.10±.31	.464	.793
	TA	.06±.14	.09±.23	.03±.11	.461	.794
	No. Ca	5.3±1.8	4.8±3.1	2.2±2.7	6.449	.060

Fluidez Gráfica Semántica

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo TCE y el grupo Normo ($X^2 = 7.049$, $p = .038$) en el número correcto de dibujos producidos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el número de perseveraciones, intrusiones, número de agrupaciones, el tamaño de las agrupaciones y el número de cambios.

El desempeño en el índice *número correcto de dibujos producidos* se clasifica dentro del rango *bajo* según lo esperado para su edad cronológica y escolaridad. Aunque no se encontraron diferencias significativas, fue el grupo TCE el que realizó menor número de

agrupaciones y de menor tamaño, así como el menor número de cambios entre éstas. El grupo M-E realizó agrupaciones de mayor tamaño y más número de cambios, y el grupo Normo realizó mayor número de agrupaciones (Ver tablas 9, 10 y 11).

Fluidez Gráfica no Semántica

La comparación entre el grupo TCE, el grupo M-E y el grupo Normo, empleando la prueba Kruskal-Wallis para muestras independientes ($p < .05$), reveló diferencias estadísticamente significativas entre el grupo TCE y el grupo ME ($X^2=9.7$, $p=.020$) y entre el grupo TCE y Normo ($X^2=9.7$, $p=.020$) en el número correcto de diseños producidos, así como una tendencia en el número de cambios entre el grupo TCE y el grupo Normo ($X^2=6.4$, $p=.060$). No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en el número de perseveraciones, intrusiones, número de agrupaciones y el tamaño de las agrupaciones.

El desempeño del grupo TCE en el índice *número correcto de diseños producidos*, se clasifica dentro del rango *promedio bajo*, según lo esperado para su edad y escolaridad. El grupo TCE realizó mayor número de intrusiones seguido del grupo Normo y del grupo M-E. El grupo M-E realizó mayor número de perseveraciones en comparación a los otros dos grupos.

Ninguno de los tres grupos realizó en promedio una sola agrupación, por lo que la media y la DE del número y tamaño de agrupaciones se encuentran por debajo de 0. Respecto al número de cambios entre diseños, la mayoría se realizó entre diseños aislados, y fue el grupo TCE el que menor número de cambios realizó, seguido del grupo M-E y Normo (Ver Tabla 9, 10 y 11).

Relación entre el Nivel Socioeconómico (NSE), variables relacionadas a la lesión y los puntajes obtenidos en las pruebas

Con la finalidad de saber si existía relación entre el nivel socioeconómico y los puntajes obtenidos en las pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva, se empleó una correlación de Spearman entre cada una de estas variables y los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas, el número correcto de palabras producidas en las pruebas de FVS y FVF, el número correcto de dibujos y diseños producidos en las pruebas de Fluidez Gráfica.

La correlación del NSE y los puntajes en las pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva se realizaron con los promedios de toda la muestra y no de forma intragrupal. Se observó una única correlación positiva moderada entre el nivel socioeconómico y el número de diseños correctos realizados (Ver Tabla 12).

Tabla 12

Correlación de Spearman entre el NSE y los puntajes obtenidos en las pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva

Nivel socioeconómico			
Prueba	Índice	r	Sig.
Fluidez Grafica	No semántica (Dibujos correctos producidos)	.369	.045

De forma específica en el grupo TCE se realizó una correlación de Spearman entre la severidad de la lesión, entre el tiempo de evolución, entre la edad al momento de la lesión y los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas, el número correcto de palabras producidas en las pruebas de FVS y FVF, el número correcto de dibujos y diseños producidos en las pruebas de Fluidez Gráfica.

No se encontró ninguna correlación estadísticamente significativa entre la severidad de la lesión y los puntajes obtenidos en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas, así como tampoco el número de palabras, dibujos y diseños correctos realizados.

Respecto al tiempo de evolución, la Tabla 13 muestra la única correlación significativa, la cual fue una correlación fuerte positiva para el índice CMO (capacidad para mantener la organización).

Tabla 13

Correlación de Spearman entre el tiempo de evolución y CMO

Tiempo de evolución			
Prueba	Índice	r	Sig.
Clasificación Tarjetas	CMO	.640	.046

Entre la edad al momento de la lesión y los puntajes obtenidos en las pruebas se encontró una correlación positiva fuerte para el índice CMO (Ver Tabla 14).

Tabla 14

Correlación de Spearman entre la edad al momento de la lesión y los puntajes escalares obtenidos en las pruebas que evalúan flexibilidad cognitiva

Edad al momento de la lesión			
Pruebas	Índice	r	Sig.
Clasificación de Tarjetas	CMO	.721	.019

Análisis cualitativo

Con la finalidad de obtener mayor información sobre el rendimiento de los participantes con TCE se realizó un perfil de los dominios cognitivos evaluados por la Batería de Evaluación Neuropsicológica (ENI), ya que las pruebas empleadas para evaluar flexibilidad cognitiva formaron parte de una evaluación más completa.

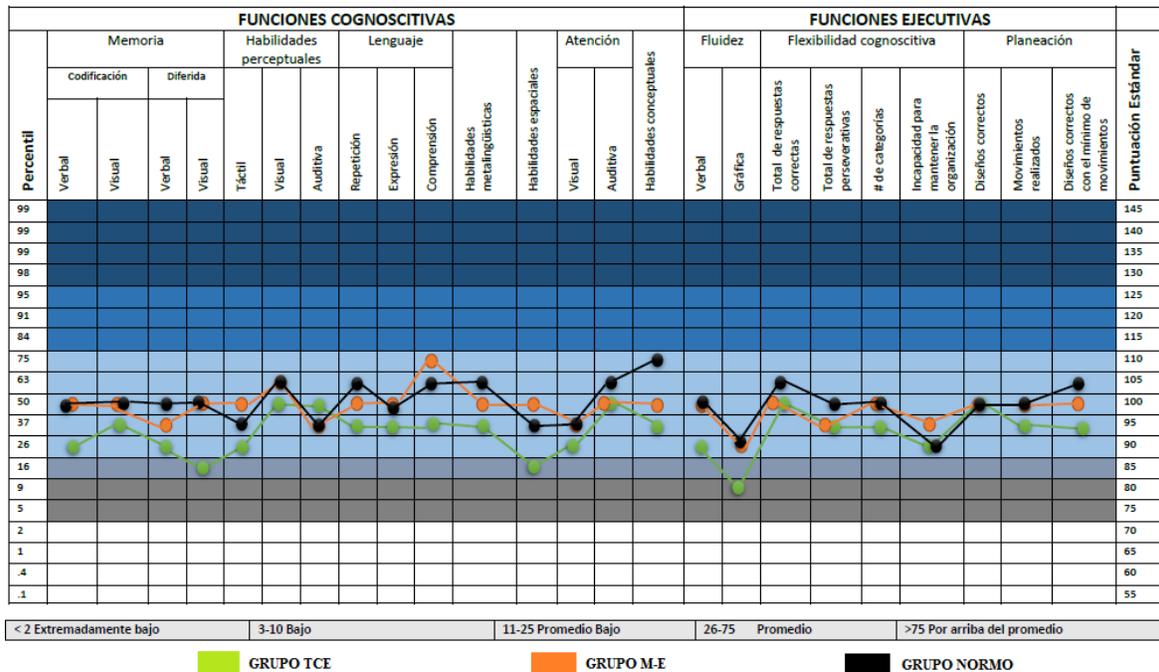


Figura 8. Perfil cognitivo del grupo TCE, M-E y Normo

El grupo Normo y M-E obtuvieron un rendimiento *promedio* según lo esperado para su edad cronológica y escolaridad en los dominios evaluados, como se muestra en la Figura 8. El grupo TCE mostró un rendimiento *promedio bajo* en el dominio memoria evocación diferida en modalidad visual, en habilidades espaciales y fluidez gráfica. En el resto de los dominios cognitivos se puede observar un rendimiento *promedio* (Ver Figura 9).

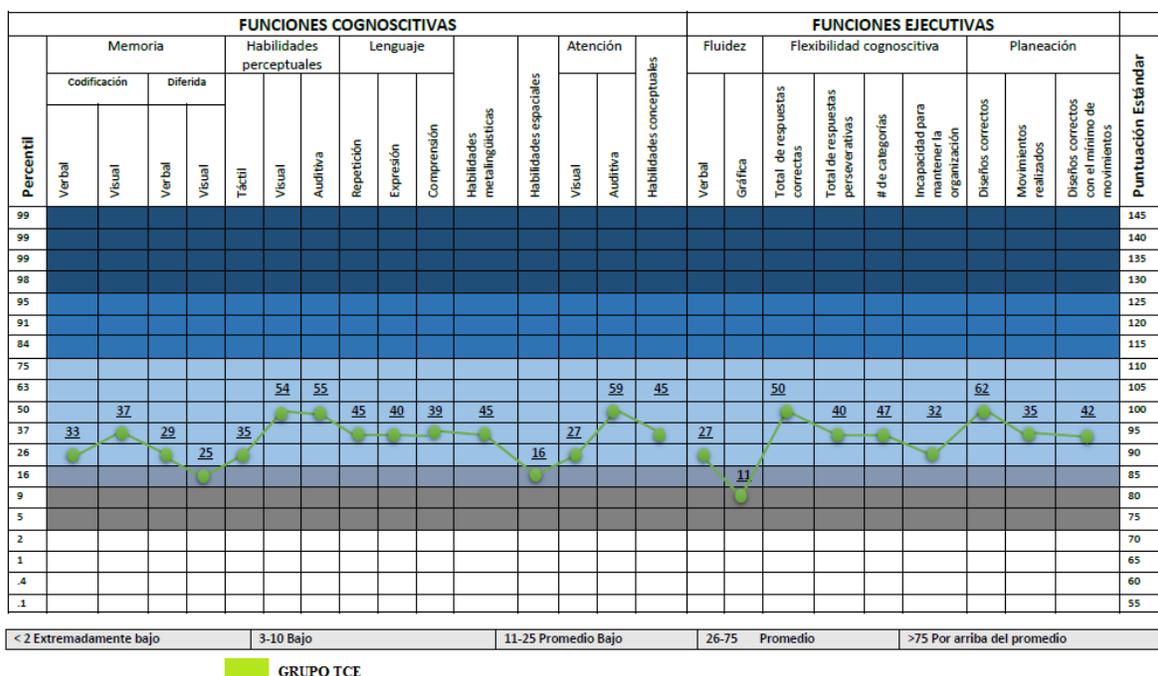


Figura 9. Perfil cognitivo del grupo TCE

El puntaje obtenido en cada una de las pruebas que integran los dominios en los que el grupo TCE obtuvo un rendimiento promedio bajo se presenta en la Tabla 15.

Tabla 15

Pruebas del dominio memoria evocación diferida en modalidad visual, habilidades espaciales y fluidez gráfica

Dominio	Subpruebas	Puntaje bruto	Puntaje escalar	Percentil	
Memoria (Evocación)	Recobro Figura Compleja	6.6	9.7	47.6	
	Recobro espontáneo	5.2	8.1	29.4	
	Recobro Claves Figuras	5.8	8.3	31.9	
	Reconocimiento visual	20.1	9.2	46.7	
Habilidades espaciales	Comprensión derecha-izquierda	3.1	5.6	21	
	Expresión derecha-izquierda	3.2	6.6	27.3	
	Dibujos desde ángulos diferentes	4.3	7.5	30.1	
	Orientación de líneas	4.1	7.5	33.5	
Fluidez	Gráfica	Ubicación de coordenadas	7.8	10.25	53.2
		Semántica	8.3	6.6	16.1
		No Semántica	3.4	7.1	22.3

El puntaje escalar obtenido en las pruebas *Recobro de la Figura Compleja*, *Recobro Espontáneo*, *Recobro por Claves* y *Reconocimiento Visual*, que integran el dominio memoria evocación diferida visual se encuentra dentro del rango *promedio*. De estas pruebas los menores puntajes escalares se registraron para *Recobro Espontáneo* y *Recobro por Claves*. En las pruebas que integran el dominio de habilidades espaciales: *Comprensión Derecha-Izquierda* y *Expresión Derecha-Izquierda* el puntaje escalar osciló entre 5 y 6, lo que corresponde a un rendimiento *bajo*, en las pruebas *Dibujos desde Ángulos Diferentes* y *Orientación de Líneas*, el puntaje escalar fue de 7.5, lo que se clasifica como *promedio bajo*. Respecto a las pruebas que integran el dominio de fluidez gráfica, el puntaje escalar de la prueba de *Fluidez Gráfica Semántica* fue de 6, que corresponde a un rendimiento bajo, y el de la prueba de *Fluidez Grafica no Semántica* de 7, ubicándose en promedio bajo.

Además de graficar los perfiles de rendimiento cognitivo del grupo TCE, los puntajes brutos, escalares y percentiles obtenidos por cada uno de los participantes de este grupo en las pruebas de Clasificación de Tarjetas, Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica fueron ordenados en función de la edad al momento de la evaluación, edad al momento de la lesión, severidad, tiempo de evolución y sitio de lesión.

Edad al momento de la evaluación

Tabla 16

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas

Participantes	Edad	Prueba de Clasificación de Tarjetas																	
		Ensayos administrados			Respuestas correctas			Errores			# Categorías			CMO			Respuestas Perseverativas		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AR	6	54	9	37	37	13	84	16	11	63	2	13	84	0	12	75	10	12	75
ID	6	54	9	37	31	10	50	23	9	37	1	9	37	17	10	50	31	9	37
EC	7	54	8	26	23	6	9	31	6	9	1	8	26	0	12	75	32	4	2
LE	7	54	8	26	25	7	16	29	7	16	1	8	26	0	12	75	31	4	2
JJ	9	54	7	16	34	10	50	20	8	26	2	11	63	1	5	5	17	7	16
MG	9	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	11	63	1	5	5	8	11	63
CA	9	54	7	16	20	1	0.1	34	3	1	0	2	0.4	1	5	5	11	10	50
AS	9	54	7	16	38	12	75	16	10	50	2	11	63	1	5	5	7	11	63
GI	9	54	7	16	32	8	26	22	8	26	2	11	63	0	11	63	18	7	16
OE	10	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	10	50	1	5	5	15	11	63

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en los índices *número de ensayos administrados, total de respuestas correctas, total de errores, número de categorías, número de categorías, capacidad para mantener la organización (CMO) y total de respuestas perseverativas*

En función de la edad se observa una tendencia de mejor puntuación escalar a menor edad en el índice de ensayos administrados; los niños de seis y siete años obtienen puntajes escalares dentro del promedio, mientras que los niños de nueve y diez años muestran un promedio bajo. En el índice CMO los niños mayores de nueve años son los que obtienen menores puntajes escalares, en comparación con los niños de seis y siete años de edad.

Tabla 17

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica

Participantes	Edad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AR	6	11	13	84	8	8	26	5	12	75	6	7	16	3	9	37
ID	6	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
EC	7	7	8	26	13	11	63	2	6	9	6	7	16	1	6	9
LE	7	9	10	50	10	8	26	1	5	5	4	5	5	0	5	5
JJ	9	4	2	0.4	10	6	9	5	8	26	5	4	2	1	5	5
MG	9	13	13	84	17	11	63	10	13	84	16	10	50	7	9	37
CA	9	7	6	9	7	4	2	3	6	9	7	5	5	3	7	16
AS	9	7	6	9	12	7	16	4	7	16	12	8	26	1	5	5
GI	9	11	10	50	9	5	5	7	10	50	11	7	16	8	10	50
OE	10	9	7	16	15	9	37	8	10	50	12	7	16	8	9	37

Se presentan los puntajes brutos (Pb), puntajes escalares (Pe) y los percentiles (Per)

En los puntajes escalares de las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica no se observó ninguna tendencia en función de la edad.

Tabla 18

Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca) obtenidos por los participantes post-TCE

Participantes	Edad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca
AR	6	4	2	5	1	1	6	1	4	0	1	1	4	0	0	2
ID	6	1	3	3	4	1	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0
EC	7	2	3	2	1	3	9	1	1	0	1	1	4	0	0	0
LE	7	3	1	4	3	2	4	0	0	0	1	1	2	0	0	0
JJ	9	1	1	2	3	2	4	1	1	3	1	1	3	0	0	0
MG	9	3	3	5	4	2	9	3	1	5	4	2	8	0	0	6
CA	9	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2
AS	9	2	2	3	4	1	6	1	1	2	0	0	11	0	0	0
GI	9	3	2	5	2	2	6	1	5	0	2	1	8	1	.3	5
OE	10	2	2	3	4	1	8	2	1	6	3	2	5	0	0	7

No se observó una tendencia en el número y tamaño de agrupaciones, tampoco en los cambios, en las pruebas de Fluidez Verbal Semántica (FVS) y Fonémica (FVF). Los niños de 9 y 10 años realizaron mayor número de agrupaciones y de mayor tamaño, así como mayor número de cambios en la prueba de FVF. Se observó una ejecución similar en la prueba de Fluidez Gráfica Semántica. En la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica, únicamente realizaron mayor número de cambios entre diseños.

Tabla 19

Perseveraciones e intrusiones de los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica

Participantes	Edad	Fluidez Verbal						Fluidez Gráfica			
		Fluidez Semántica Frutas		Fluidez Semántica Animales		Fluidez Semántica Fonémica		Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica	
		Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int
AR	6	2	0	0	0	0	1	0	2	0	6
ID	6	1	0	1	0	0	1	0	0	7	3
EC	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
LE	7	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1
JJ	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MG	9	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
CA	9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
AS	9	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
GI	9	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
OE	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

No se observó una tendencia en el número de perseveraciones e intrusiones cometidas en las pruebas de Fluidez, sin embargo en la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica cometieron el mayor número de perseveraciones e intrusiones. Los niños menores de seis y siete años realizaron mayor cantidad de perseveraciones.

Edad al momento de la lesión

Tabla 20

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas

Participantes	Prueba de Clasificación de Tarjetas																		
	Edad	Ensayos administrados			Respuestas correctas			Errores			# Categorías			CMO			Respuestas Perseverativas		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
LE	4	54	8	26	25	7	16	29	7	16	1	8	26	0	12	75	31	4	2
AR	4	54	9	37	37	13	84	16	11	63	2	13	84	0	12	75	10	12	75
ID	5	54	9	37	31	10	50	23	9	37	1	9	37	17	10	50	31	9	37
GI	5	54	7	16	32	8	26	22	8	26	2	11	63	0	11	63	18	7	16
EC	6	54	8	26	23	6	9	31	6	9	1	8	26	0	12	75	32	4	2
CA	8	54	7	16	20	1	0.1	34	3	1	0	2	0.4	1	5	5	11	10	50
MG	8	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	11	63	1	5	5	8	11	63
AS	8	54	7	16	38	12	75	16	10	50	2	11	63	1	5	5	7	11	63
JJ	8	54	7	16	34	10	50	20	8	26	2	11	63	1	5	5	17	7	16
OE	10	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	10	50	1	5	5	15	11	63

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en los índices *número de ensayos administrados, total de respuestas correctas, total de errores, número de categorías, número de categorías, capacidad para mantener la organización (CMO) y total de respuestas perseverativas*

Los niños que sufrieron una lesión a mayor edad mostraron los puntajes escalares más bajos en el número de ensayos administrados y en la capacidad para mantener la organización. Además de eso no se observó ninguna tendencia en las puntuaciones.

Tabla 21

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica

Participantes	Edad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
LE	4	9	10	50	10	8	26	1	5	5	4	5	5	0	5	5
AR	4	11	13	84	8	8	26	5	12	75	6	7	16	3	9	37
ID	5	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
GI	5	11	10	50	9	5	5	7	10	50	11	7	16	8	10	50
EC	6	7	8	26	13	11	63	2	6	9	6	7	16	1	6	9
CA	8	7	6	9	7	4	2	3	6	9	7	5	5	3	7	16
MG	8	13	13	84	17	11	63	10	13	84	16	10	50	7	9	37
AS	8	7	6	9	12	7	16	4	7	16	12	8	26	1	5	5
JJ	8	4	2	0.4	10	6	9	5	8	26	5	4	2	1	5	5
OE	10	9	7	16	15	9	37	8	10	50	12	7	16	8	9	37

No se observó ninguna tendencia en las pruebas de Fluidez Verbal en función de la edad al momento de la lesión.

Tabla 22

Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca) obtenidos por los participantes post-TCE

Participantes	Edad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca
LE	4	3	1	4	3	2	4	0	0	0	1	1	2	0	0	0
AR	4	4	2	5	1	1	6	1	4	0	1	1	4	0	0	2
ID	5	1	3	3	4	1	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0
GI	5	3	2	5	2	2	6	1	5	0	2	1	8	1	.3	5
EC	6	2	3	2	1	3	9	1	1	0	1	1	4	0	0	0
CA	8	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2
MG	8	3	3	5	4	2	9	3	1	5	4	2	8	0	0	6
AS	8	2	2	3	4	1	6	1	1	2	0	0	11	0	0	0
JJ	8	1	1	2	3	2	4	1	1	3	1	1	3	0	0	0
OE	10	2	2	3	4	1	8	2	1	6	3	2	5	0	0	7

No se observó ninguna tendencia en el número de agrupaciones, tamaño de agrupaciones y número de cambios entre éstas, en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica en función de la edad al momento de la lesión.

Tabla 23

Perseveraciones e intrusiones de los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica

Participantes	Edad	Fluidez Verbal						Fluidez Gráfica			
		Fluidez Semántica Frutas		Fluidez Semántica Animales		Fluidez Semántica Fonémica		Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica	
		Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int
LE	4	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1
AR	4	2	0	0	0	0	1	0	2	0	6
ID	5	1	0	1	0	0	1	0	0	7	3
GI	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
EC	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
CA	8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
MG	8	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
AS	8	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
JJ	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
OE	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0

La mayor cantidad de perseveraciones e intrusiones en la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica fue realizada por los niños con menor edad al momento de la lesión.

Severidad

Tabla 24

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas

Participantes	Severidad	Prueba de Clasificación de Tarjetas																	
		Ensayos administrados			Respuestas correctas			Errores			# Categorías			CMO			Respuestas Perseverativas		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AR	L	54	9	37	37	13	84	16	11	63	2	13	84	0	12	75	10	12	75
ID	L	54	9	37	31	10	50	23	9	37	1	9	37	17	10	50	31	9	37
JJ	L	54	7	16	34	10	50	20	8	26	2	11	63	1	5	5	17	7	16
MG	L	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	11	63	1	5	5	8	11	63
AS	L	54	7	16	38	12	75	16	10	50	2	11	63	1	5	5	7	11	63
CA	M	54	7	16	20	1	0.1	34	3	1	0	2	0.4	1	5	5	11	10	50
GI	M	54	7	16	32	8	26	22	8	26	2	11	63	0	11	63	18	7	16
OE	M	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	10	50	1	5	5	15	11	63
EC	S	54	8	26	23	6	9	31	6	9	1	8	26	0	12	75	32	4	2
LE	S	54	8	26	25	7	16	29	7	16	1	8	26	0	12	75	31	4	2

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en los índices *número de ensayos administrados, total de respuestas correctas, total de errores, número de categorías, capacidad para mantener la organización (CMO) y total de respuestas perseverativas ordenadas en función de la severidad (L= leve, M= moderado, S= severo)*

No se observó una tendencia en los puntajes obtenidos en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas en función de la severidad. Sin embargo la mayoría de los participantes con TCE leve y moderado puntuaron bajo en el índice CMO y los dos participantes con TCE severo fueron los que menor puntuación escalar obtuvieron en el índice de respuestas perseverativas.

Tabla 25

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica

Participantes	Severidad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AR	L	11	13	84	8	8	26	5	12	75	6	7	16	3	9	37
ID	L	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
JJ	L	4	2	0.4	10	6	9	5	8	26	5	4	2	1	5	5
MG	L	13	13	84	17	11	63	10	13	84	16	10	50	7	9	37
AS	L	7	6	9	12	7	16	4	7	16	12	8	26	1	5	5
CA	M	7	6	9	7	4	2	3	6	9	7	5	5	3	7	16
GI	M	11	10	50	9	5	5	7	10	50	11	7	16	8	10	50
OE	M	9	7	16	15	9	37	8	10	50	12	7	16	8	9	37
EC	S	7	8	26	13	11	63	2	6	9	6	7	16	1	6	9
LE	S	9	10	50	10	8	26	1	5	5	4	5	5	0	5	5

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica.

Las puntuaciones escalares más bajas en las pruebas de FVS corresponden a TCE leve y moderado. En la prueba de FVF los puntajes escalares más bajos fueron obtenidos por los niños con TCE severo y moderado.

Tabla 26

Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca), obtenidos por los participantes post-TCE

Participantes	Severidad	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca
AR	L	4	2	5	1	1	6	1	4	0	1	1	4	0	0	2
ID	L	1	3	3	4	1	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0
JJ	L	1	1	2	3	2	4	1	1	3	1	1	3	0	0	0
MG	L	3	3	5	4	2	9	3	1	5	4	2	8	0	0	6
AS	L	2	2	3	4	1	6	1	1	2	0	0	11	0	0	0
CA	M	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2
GI	M	3	2	5	2	2	6	1	5	0	2	1	8	1	.3	5
OE	M	2	2	3	4	1	8	2	1	6	3	2	5	0	0	7
EC	S	2	3	2	1	3	9	1	1	0	1	1	4	0	0	0
LE	S	3	1	4	3	2	4	0	0	0	1	1	2	0	0	0

Cinco de los diez participantes con TCE leve, moderado y severo no realizaron cambios entre agrupaciones en la prueba de FVF. En la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica los participantes no realizaron agrupaciones, lo que contrasta con la prueba de Fluidez Gráfica Semántica, donde sí realizaron agrupaciones y mayor número de cambios. El número de agrupaciones que los participantes realizaron en FVS, FVF y Fluidez Gráfica Semántica es similar.

Tabla 27

Perseveraciones e intrusiones de los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica

Participantes	Severidad	Fluidez Verbal						Fluidez Gráfica			
		Fluidez Semántica Frutas		Fluidez Semántica Animales		Fluidez Semántica Fonémica		Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica	
		Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int
AR	L	2	0	0	0	0	1	0	2	0	6
ID	L	1	0	1	0	0	1	0	0	7	3
JJ	L	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MG	L	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
AS	L	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
CA	M	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
GI	M	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
OE	M	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
EC	S	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
LE	S	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1

En la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica fue donde se observó mayor cantidad de perseveraciones e intrusiones. Los participantes realizaron mayor número de intrusiones en comparación con las perseveraciones.

Tiempo de evolución

Tabla 28

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas

Participantes	Tiempo Evolución	Prueba de Clasificación de Tarjetas																	
		Ensayos administrados			Respuestas correctas			Errores			# Categorías			CMO			Respuestas Perseverativas		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AS	6	54	7	16	38	12	75	16	10	50	2	11	63	1	5	5	7	11	63
JJ	8	54	7	16	34	10	50	20	8	26	2	11	63	1	5	5	17	7	16
CA	10	54	7	16	20	1	0.1	34	3	1	0	2	0.4	1	5	5	11	10	50
OE	10	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	10	50	1	5	5	15	11	63
EC	12	54	8	26	23	6	9	31	6	9	1	8	26	0	12	75	32	4	2
MG	15	54	7	16	43	15	95	11	12	75	2	11	63	1	5	5	8	11	63
ID	17	54	9	37	31	10	50	23	9	37	1	9	37	17	10	50	31	9	37
AR	25	54	9	37	37	13	84	16	11	63	2	13	84	0	12	75	10	12	75
LE	39	54	8	26	25	7	16	29	7	16	1	8	26	0	12	75	31	4	2
GI	48	54	7	16	32	8	26	22	8	26	2	11	63	0	11	63	18	7	16

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en los índices *número de ensayos administrados, total de respuestas correctas, total de errores, número de categorías, número de categorías, capacidad para mantener la organización y total de respuestas perseverativas.*

No se observó una tendencia en los puntajes escalares obtenidos con respecto al tiempo de evolución. Los puntajes escalares más bajos obtenidos en el índice respuestas correctas, errores y CMO corresponden con un tiempo de evolución menor a doce meses.

Tabla 29

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE, en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica

Participantes	Tiempo Evolución	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
AS	6	7	6	9	12	7	16	4	7	16	12	8	26	1	5	5
JJ	8	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
CA	10	7	6	9	7	4	2	3	6	9	7	5	5	3	7	16
OE	10	9	7	16	15	9	37	8	10	50	12	7	16	8	9	37
EC	12	7	8	26	13	11	63	2	6	9	6	7	16	1	6	9
MG	15	13	13	84	17	11	63	10	13	84	16	10	50	7	9	37
ID	17	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
AR	25	11	13	84	8	8	26	5	12	75	6	7	16	3	9	37
LE	39	9	10	50	10	8	26	1	5	5	4	5	5	0	5	5
GI	48	11	10	50	9	5	5	7	10	50	11	7	16	8	10	50

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica.

No se observó una tendencia en los puntajes escalares de las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica en función del tiempo de evolución.

Tabla 30

Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca), obtenidos por los participantes post-TCE

Participantes	Tiempo Evolución	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca
AS	6	2	2	3	4	1	6	1	1	2	0	0	11	0	0	0
JJ	8	1	1	2	3	2	4	1	1	3	1	1	3	0	0	0
CA	10	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2
OE	10	2	2	3	4	1	8	2	1	6	3	2	5	0	0	7
EC	12	2	3	2	1	3	9	1	1	0	1	1	4	0	0	0
MG	15	3	3	5	4	2	9	3	1	5	4	2	8	0	0	6
ID	17	1	3	3	4	1	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0
AR	25	4	2	5	1	1	6	1	4	0	1	1	4	0	0	2
LE	39	3	1	4	3	2	4	0	0	0	1	1	2	0	0	0
GI	48	3	2	5	2	2	6	1	5	0	2	1	8	1	.3	5

No se observó una tendencia en el número de agrupaciones, tamaño y cambios entre éstas en función del tiempo de evolución de los participantes.

Tabla 31

Perseveraciones e intrusiones de los participante post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica

Participantes	Tiempo Evolución (meses)	Fluidez Verbal						Fluidez Gráfica				
		Fluidez Semántica Frutas		Fluidez Semántica Animales		Fluidez Semántica Fonémica		Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	
AS	6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	14
JJ	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CA	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
OE	10	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EC	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
MG	15	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
ID	17	1	0	1	0	0	1	0	0	0	7	3
AR	25	2	0	0	0	0	1	0	2	0	0	6
LE	39	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1	1
GI	48	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1

No se observó una tendencia en el número de perseveraciones e intrusiones en función del tiempo de evolución. Los participantes con un tiempo de evolución menor a 12 meses presentaron el mayor número de intrusiones.

Sitio de lesión

Tabla 32

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas

Participante	Sitio de lesión	Prueba de Clasificación de Tarjetas								
		Ensayos administrados			Respuestas correctas			Errores		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
ID	Fractura de región frontal derecha	54	9	37	31	10	50	23	9	37
LE	Fractura multi fragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	54	8	26	25	7	16	29	7	16
JJ	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	54	7	16	34	10	50	20	8	26
AR	Escalpe parieto temporal derecho	54	9	37	37	13	84	16	11	63
OE	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	54	7	16	43	15	95	11	12	75
AS	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	54	7	16	38	12	75	16	10	50
CA	Hematoma epidural occipital derecho	54	7	16	20	1	0.1	34	3	1
MG	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	54	7	16	43	15	95	11	12	75
GI	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	54	7	16	32	8	26	22	8	26
EC	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	54	8	26	23	6	9	31	6	9

Participante	Sitio de lesión	Prueba de Clasificación de Tarjetas (continuación)								
		# Categorías			CMO			Respuestas Perseverativas		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
ID	Fractura de región frontal derecha	1	9	37	17	10	50	31	9	37
LE	Fractura multi fragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	1	8	26	0	12	75	31	4	2
JJ	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	2	11	63	1	5	5	17	7	16
AR	Escalpe parieto temporal derecho	2	13	84	0	12	75	10	12	75
OE	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	2	10	50	1	5	5	15	11	63
AS	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	2	11	63	1	5	5	7	11	63
CA	Hematoma epidural occipital derecho	0	2	0.4	1	5	5	11	10	50
MG	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	2	11	63	1	5	5	8	11	63
GI	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	2	11	63	0	11	63	18	7	16
EC	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	1	8	26	0	12	75	32	4	2

Se presentan los puntajes brutos (Pb), escalares (Pe) y los percentiles (Per) obtenidos en los índices *número de ensayos administrados*, *total de respuestas correctas*, *total de errores*, *número de categorías*, *capacidad para mantener la organización* y *total de respuestas perseverativas*.

Dos de los diez participantes obtuvieron puntajes escalares dentro del rango promedio en todos los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas. Los participantes con lesiones en la región parietal y occipital obtuvieron puntajes escalares bajos en el índice CMO. El participante con lesión temporal izquierda obtuvo un puntaje escalar bajo en el índice de respuestas correctas, errores y respuestas perseverativas, similar al participante LE quién presentó una lesión por fractura más extensa en el hemisferio derecho.

Tabla 33

Puntajes obtenidos por los participantes post-TCE en las pruebas de Fluidez Verbal y Fluidez Gráfica

Participantes	Sitio de lesión	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica			Fluidez Gráfica no Semántica		
		Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per	Pb	Pe	Per
ID	Fractura de región frontal derecha	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
LE	Fractura multifragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	9	10	50	10	8	26	1	5	5	4	5	5	0	5	5
JJ	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	7	9	37	12	11	63	1	7	16	4	6	9	0	6	9
AR	Escalpe temporo-parietal derecho	11	13	84	8	8	26	5	12	75	6	7	16	3	9	37
OE	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	9	7	16	15	9	37	8	10	50	12	7	16	8	9	37
AS	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	7	6	9	12	7	16	4	7	16	12	8	26	1	5	5
CA	Hematoma epidural occipital derecho	7	6	9	7	4	2	3	6	9	7	5	5	3	7	16
MG	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	13	13	84	17	11	63	10	13	84	16	10	50	7	9	37
GI	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	11	10	50	9	5	5	7	10	50	11	7	16	8	10	50
EC	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	7	8	26	13	11	63	2	6	9	6	7	16	1	6	9

Los participantes con lesiones frontales o temporo-parietales derechas o en el caso de EC, izquierda, tuvieron una ejecución similar; obtuvieron puntajes escalares bajos en el

número de palabras producidas en Fluidez Fonémica y en el número de dibujos y diseños en Fluidez Gráfica. Los participantes con lesiones en el lóbulo parietal y occipital además de obtener bajos puntajes escalares en las pruebas de Fluidez Gráfica Semántica y/o no Semántica, también tuvieron un bajo rendimiento en las pruebas de FVS y FVF.

Tabla 34

Número de agrupaciones (No. A), tamaño de agrupaciones (TA) y número de cambios entre agrupaciones (No. Ca), obtenidos por los participantes post-TCE

Participantes	Sitio de lesión	Fluidez Verbal									Fluidez Gráfica					
		Fluidez Semántica Frutas			Fluidez Semántica Animales			Fluidez Semántica Fonémica			Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica			
		No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca	No. A	TA	No. Ca
ID	Fractura de región frontal derecha	1	3	3	4	1	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0
LE	Fractura multifragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	3	1	4	3	2	4	0	0	0	1	1	2	0	0	0
JJ	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	1	1	2	3	2	4	1	1	3	1	1	3	0	0	0
AR	Escalpe temporo-parietal derecho	4	2	5	1	1	6	1	4	0	1	1	4	0	0	2
OE	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	2	2	3	4	1	8	2	1	6	3	2	5	0	0	7
AS	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	2	2	3	4	1	6	1	1	2	0	0	11	0	0	0
CA	Hematoma epidural occipital derecho	1	3	3	2	1	4	1	1	1	1	2	4	0	0	2
MG	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	3	3	5	4	2	9	3	1	5	4	2	8	0	0	6
GI	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	3	2	5	2	2	6	1	5	0	2	1	8	1	3	5
EC	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	2	3	2	1	3	9	1	1	0	1	1	4	0	0	0

No se observó una tendencia en el número de agrupaciones, tamaños y cambio entre agrupaciones con relación al sitio de lesión de los participantes.

Tabla 35

Perseveraciones e intrusiones de los participante post-TCE, en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica

Participantes	Sitio de lesión	Fluidez Verbal						Fluidez Gráfica			
		Fluidez Semántica Frutas		Fluidez Semántica Animales		Fluidez Semántica Fonémica		Fluidez Gráfica Semántica		Fluidez Gráfica no Semántica	
		Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int	Pers	Int
ID	Fractura de región frontal derecha	1	0	1	0	0	1	0	0	7	3
LE	Fractura multifragmentaria frontotemporoparietal derecha, con hemorragia subaracnoidea y edema cerebral	0	0	0	0	1	0	1	0	3	1
JJ	Fractura parieto temporal derecha y hematoma epidural derecho occipital	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
AR	Escalpe parieto temporal derecho	2	0	0	0	0	1	0	2	0	6
OE	Fractura parietal derecha, hematoma epidural	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
AS	Hematoma parietal derecho, Edema generalizado con borramiento de surcos	0	0	1	0	0	0	0	0	3	14
CA	Hematoma epidural occipital derecho	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
MG	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
GI	Fractura y hematoma epidural occipital central no especificado	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
EC	Fractura temporal izquierda, hemorragia parenquimatosa izquierda, edema cerebral	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7

No se observó una tendencia en el número de perseveraciones e intrusiones que los participantes realizaron en las pruebas de Fluidez Verbal y Gráfica, en función del sitio de lesión. Sin embargo el paciente con lesión frontal derecha fue el que mayor número de

perseveraciones realizó en la prueba de fluidez gráfica no semántica, y en general, los participantes tuvieron mayor presencia de intrusiones en esta prueba.

Capítulo 6

Discusión

El TCE infantil puede interrumpir procesos de desarrollo anatómico-funcional y cognitivos del cerebro del niño. Tanto el desarrollo anatómico, como la adquisición y desarrollo de habilidades cognitivas comienzan de forma temprana en el desarrollo y continúan hasta la adolescencia (Kolb y Fantie, 2009).

La flexibilidad cognitiva, un componente importante de las funciones ejecutivas, es un proceso que podría verse afectado en la edad escolar tras sufrir un TCE, incluso, podrían observarse secuelas años después de haber sufrido la lesión. Cabe destacar que el desarrollo, consolidación y preservación de las funciones ejecutivas, incluida la flexibilidad cognitiva, se ha asociado con el desarrollo de otras habilidades cognitivas, sociales y académicas importantes para el desempeño en la vida diaria (Horton, Soper y Reynolds, 2010).

Alteraciones de la flexibilidad cognitiva en niños post-TCE

Se encontró que el grupo TCE puntuó por debajo del grupo M-E y del grupo Normo en la prueba de Clasificación de Tarjetas, sin embargo, dichas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Su desempeño en los índices de la prueba se ubica dentro del rango *promedio* según lo esperado para su edad cronológica y escolaridad, con excepción del número de ensayos administrados, ya que el grupo TCE empleó el número máximo de ensayos para intentar completar las tres categorías de clasificación; y la capacidad para mantener la organización, perdieron el criterio de clasificación de las tarjetas después de cinco clasificaciones correctas. Su desempeño en estos índices se clasifica como *promedio bajo*.

En la prueba de Clasificación de Tarjetas los errores perseverativos y el número de categorías son indicadores de flexibilidad cognitiva (Heaton, Chelune, Talley, Kay y Curtis, 1993; Kimberg, D'Esposito y Farah, 1997 citado en Crone, Ridderinkhof, Worm, Somsen y Van Der Molen, 2004). El índice *capacidad para mantener la organización* es un indicador del proceso de mantenimiento de conjunto de respuestas. Con base en esto, el grupo TCE no mostró alteraciones en la flexibilidad cognitiva, ya que su rendimiento fue *promedio* en el número de respuestas perseverativas y de categorías realizadas. Aunque las diferencias en el índice de capacidad para mantener la organización no fueron significativas entre los tres grupos, el menor puntaje escalar estaría relacionado con la capacidad de los niños post-Traumatismo para mantener la regla de clasificación actual en mente.

Tanto la flexibilidad cognitiva y el mantenimiento de set muestran diferentes trayectorias de desarrollo durante la infancia. Huizinga y van der Molen (2007) concluyeron que la capacidad de cambiar un conjunto de respuestas se desarrolla continuamente hasta el inicio de la adolescencia, 11 años aproximadamente, un patrón similar fue observado para el número de categorías realizadas. Respecto a la capacidad para mantener un conjunto de respuestas se desarrolla de forma continua hasta la adultez joven. Otros autores han reportado resultados similares con algunas variaciones en edad, describen que la capacidad de cambiar entre un conjunto de respuestas se desarrolla en años escolares y en los primeros años de la adolescencia (hasta los 12 años, por ejemplo Crone y cols., 2004; Crone y cols, 2006).

Barcelo (1999) reportó que el incremento de las categorías de clasificación completadas y la reducción de los errores perseverativos muestran un desarrollo importante a partir de la edad de 6 años, mientras que la trayectoria de la capacidad para mantener la organización muestra pocos cambios antes de los 9 años. Por lo cual, la habilidad para

mantener un conjunto de respuestas en la prueba aquí empleada, aún mostrará cambios importantes en la curva de desarrollo, que si bien pueden ser observados desde los 7 años (Huizinga y van der Molen, 2007), los cambios significativos ocurrirán posterior a los 9 años y hasta la adultez joven. Debido a que la media de edad de la muestra empleada es de 8 años, se esperan cambios en la capacidad para mantener la organización a mayor edad; la ejecución de los niños post-TCE podría asemejarse a la de los grupos de comparación y control en un futuro o podría verse aún más rezagada, ya que en el TCE el desarrollo y la recuperación son dos procesos que se entremezclan.

Un hallazgo que cabe resaltar, es que el grupo Normo fue el que menor puntaje obtuvo en el índice *capacidad para mantener la organización*, seguido del grupo TCE, y el mejor puntaje de los tres lo obtuvo el grupo M-E. Se hipotetiza que el trauma musculoesquelético podría influir en la capacidad de inhibición de los niños del grupo M-E, debido a que la experiencia previa y las consecuencias han sido aversivas, lo que ha ocasionado que inhiban más sus respuestas y/o conductas en el medio ambiente y dichos cambios se expresan en el mayor puntaje obtenido. La media del grupo Normo se vio afectado por los valores extremos.

En el grupo TCE se observó que a mayor tiempo de evolución obtenían mayor puntuación en el índice de capacidad para mantener la organización, es decir, entre más tiempo haya pasado de la lesión mejor era su ejecución. Algo similar se halló entre la edad al momento de la lesión y el rendimiento en este índice; a mayor edad, mejores puntuaciones. Esto concuerda con investigaciones previas que han identificado que la recuperación en niños después de una lesión cerebral implica una interacción compleja entre diferentes factores mórbidos. Los niños que han sufrido una lesión a edades más tempranas son más susceptibles de presentar déficits posteriores (Anderson y cols., 2001), y

a mayor tiempo de evolución del TCE peores pueden ser las consecuencias, ya que la desviación con respecto a la trayectoria esperada de una función cognitiva puede ir en aumento debido a alteraciones en la conformación e integración anatómico-funcional de las redes neuronales. En este caso, si bien estas dos características están impactando la capacidad de mantenimiento de set y ésta es una habilidad aún en consolidación, sería pertinente tener datos longitudinales de esta muestra que permitieran conocer el estado de este proceso cognitivo a mayor edad y cuando concluya su periodo crítico de desarrollo.

Respecto a la severidad de la lesión, no se encontró correlación entre ésta y el rendimiento de los niños post-TCE en la prueba de Clasificación de Tarjetas. Sin embargo, al observar de forma casuística los datos, uno de los participantes con lesión moderada y los dos con lesión severa realizaron menor número de respuestas correctas, mayor número de errores, mayor cantidad de respuestas perseverativas y menor número de categorías en comparación con los demás participantes.

Levin y cols. (1993) reportaron que el número de categorías clasificadas correctamente en el WCST fue relacionado a la severidad del trauma y al volumen de lesión frontal izquierda. De igual forma, Kizilbash y Donders (1999) reportaron que el rendimiento de niños con traumatismo craneoencefálico en el WCST se ve afectado por la severidad de la lesión.

Esto pone en evidencia que la severidad de la lesión y sus características son predictores importantes en el rendimiento de los niños post-TCE en pruebas de clasificación de tarjetas (Kizilbash y Donders, 1999; Levin y cols., 1993). Que no se hayan encontrado diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos se atribuye a que la muestra, en su mayoría, se formó por traumatismos craneales de severidad leve y con lesiones predominantemente en el hemisferio derecho. El traumatismo leve parece no estar

impactando de forma significativa en el rendimiento en la prueba de Clasificación de Tarjetas. Además, estudios de resonancia magnética funcional han reportado que la ejecución en esta prueba implica estructuras cerebrales primordialmente del hemisferio izquierdo tales como la corteza prefrontal ventrolateral izquierda, corteza parietal inferior izquierda y putamen izquierdo (Crone y cols., 2006; Monchi, Petrides, Petre, Worsley y Dagher, 2001), lo que apoya esta explicación.

En las pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonémica, el rendimiento del grupo TCE se observó por debajo del grupo M-E y el grupo Normo en el número correcto de palabras producidas, sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística, y los puntajes de los tres grupos clasificaron dentro del *promedio*. Los puntajes del grupo M-E y Normo fueron similares. Los tres grupos presentaron en promedio una perseveración y cero intrusiones en la prueba de Fluidez Verbal Semántica. De forma similar, en la prueba de Fluidez Verbal Fonémica hubo menor presencia de perseveraciones e intrusiones. El grupo TCE realizó, al igual que los dos grupos de comparación, una nula cantidad de perseveraciones, lo que pone de manifiesto su capacidad para cambiar de un conjunto mental a otro (Shindler, Caplan y Hier, 1984), así como una reducida cantidad de intrusiones, las cuales han sido empleadas como una medida de procesos de inhibición (Demagistri, Richards y Juric, 2014).

El análisis del número de agrupaciones, tamaño de agrupación y número de cambios reveló que el grupo TCE realizó agrupaciones de menor tamaño en la prueba de Fluidez Verbal Semántica (animales), y menor número de cambios en la prueba de Fluidez Verbal Fonémica, sin embargo, no son diferencias significativas y en general los puntajes obtenidos en estos índices se mantuvieron constantes en los tres grupos.

La recuperación de palabras en las pruebas de fluidez verbal depende del conocimiento léxico semántico y la búsqueda estratégica de los elementos, la cual está directamente relacionada con la capacidad de flexibilidad cognitiva (Troyer, Moscovitch y Winocur, 1997). Debido a que los niños post-TCE son capaces de generar agrupaciones y cambiar entre ellas, y ya que su rendimiento es similar al grupo M-E y Normo, se descarta una alteración en flexibilidad cognitiva en esta edad y momento de evaluación.

Sin embargo, el desarrollo de la fluidez verbal ha sido relacionado de forma positiva con la edad; a mayor edad, mayor producción verbal de elementos (Matute y cols., 2004). Se ha descrito que los puntajes de las pruebas de fluidez verbal incrementan entre los 6 y los 12 años y los cambios más importantes ocurren entre los 10 y los 15 años (Matute y cols., 2004). Esto pone en evidencia que el desempeño de los niños post-TCE y de los grupos de comparación cambiará en el transcurso del desarrollo, ya que la media de edad de la muestra es de 8 años, por lo cual es importante dar un seguimiento que permita identificar o descartar déficits futuros.

Respecto al número de agrupaciones, el tamaño de éstas y el número de cambios, Sauzeon y cols. (2004) describieron que el número de agrupaciones se incrementó con la edad, mientras que el tamaño de la agrupación mostró un incremento hasta los 11-12 años y luego se mantuvo estable. Los resultados de los tres grupos (TCE, M-E, Normo) en número, tamaño y cambios entre las agrupaciones, concuerdan con los descritos por Nieto y cols. (2008), quienes realizaron un estudio con niños hispanoparlantes sin antecedentes clínicos, de entre 8 y 9 años de edad. De forma casuística se observó que los participantes post-TCE de mayor edad (9 y 10 años) realizaron mayor número de agrupaciones y cambios en las pruebas de Fluidez Verbal Fonémica y Fluidez Gráfica Semántica y no Semántica, en comparación con los niños menores. Esto debido a que la flexibilidad

cognitiva y el componente léxico semántico presentan cambios en la tasa de desarrollo a lo largo de la edad escolar y ambos van mejorando a mayor edad.

En adultos con TCE, Troyer (1998) describió que las lesiones del lóbulo frontal se relacionaban con un menor número de cambios, pero no afectaban el tamaño de las agrupaciones. En contraste, las lesiones del lóbulo temporal no alteraban el número de agrupaciones y de cambios, aunque los pacientes con lesiones temporales izquierdas realizaron agrupaciones de menor tamaño que aquellos con lesiones temporales derechas. Resultados similares fueron reportados por Kave, Heled, Vakil y Agranov (2011), sin embargo, no reportan la descripción de las características de la lesión de los participantes y esto no les permitió saber si las deficiencias podrían ser explicadas por el sitio de lesión.

En niños post-TCE son escasos los estudios que se han realizado empleando pruebas de fluidez verbal, y menor aún, aquellos que realicen un análisis de las agrupaciones y los cambios. Levin, Song, Ewing-Cobbs, Chapman y Mendelsohn (2001) han reportado hallazgos interesantes en niños en edad escolar: los niños post-TCE severo en etapa aguda y crónica producen menor cantidad de palabras correctas en comparación con los niños post-TCE leve. Reportan no haber encontrado diferencias entre el grupo TCE y el control en el tipo de errores cometidos (intrusiones, perseveraciones, otros errores), hallazgo con el cual concuerda la presente investigación. Además, encontraron una interacción entre el momento de la lesión y su localización; una lesión izquierda tiene mayor impacto sobre el rendimiento en una tarea de fluidez verbal en niños mayores (9-12 años, aproximadamente) que en niños más jóvenes (7 años). Al analizar el efecto de una lesión en el hemisferio derecho, no encontraron una contribución significativa al desempeño en las pruebas de fluidez verbal, lo que permite sugerir que el hecho de no hallar diferencias significativas entre el grupo TCE, M-E y Normo, está relacionado

parcialmente a las características de la lesión del grupo TCE, quienes predominantemente sostuvieron una lesión en el hemisferio derecho.

Apoyando esto, estudios de resonancia magnética funcional realizados con adultos y niños han identificado que estructuras tales como la CPF dorsolateral izquierda, el giro frontal inferior y el cíngulo, están relacionadas con la ejecución en pruebas de fluidez verbal. De igual forma, la activación del giro frontal inferior izquierdo ha sido implicada directamente en el cambio entre agrupaciones, esto en participantes adultos (Hirshorn y Thompson-Schill, 2006), lo que sugiere que es el hemisferio izquierdo el que mayormente está implicado en las habilidades de fluidez verbal y flexibilidad cognitiva necesaria para una ejecución exitosa.

Por lo tanto, la integridad de las áreas anatómicas y circuitos neuronales involucrados en el proceso de producción y búsqueda estratégica de palabras que subyacen el rendimiento en pruebas de fluidez verbal, contribuyen al rendimiento exitoso de los niños post-TCE, en su mayoría con lesiones en el hemisferio derecho.

No se encontró relación alguna entre la severidad de la lesión, la edad al momento de ésta, la edad al momento de la evaluación e incluso el nivel socioeconómico de los niños con los puntajes obtenidos en las pruebas de fluidez verbal. De forma casuística tampoco se observó un impacto claro de las variables antes mencionadas sobre el rendimiento de los niños post-TCE. Se identificó que los participantes obtuvieron puntajes escalares más bajos en la prueba de Fluidez Fonémica en comparación con Fluidez Semántica, también realizaron menor cantidad de cambios entre agrupaciones, pero sólo los participantes menores de 9 años.

Por último, en los puntajes obtenidos en las pruebas de Fluidez Gráfica sí se observaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo TCE vs el grupo M-E, y vs el grupo Normo.

En la prueba de Fluidez Gráfica Semántica los niños con TCE realizaron menor número total de dibujos producidos, de agrupaciones y de cambios con respecto al grupo M-E y Normo, quienes presentaron puntajes similares. Aunque estas diferencias no hayan sido estadísticamente significativas, el menor número de agrupaciones y de cambios se relaciona al menor número total de dibujos, ya que en algunos estudios realizados con niños se han encontrado correlaciones positivas entre estos índices y la puntuación total obtenida (Nieto y cols., 2008; Hurks, 2013). Sin embargo, no se puede atribuir su menor desempeño a alteraciones en los procesos subyacentes. De hecho, el que los niños post-TCE fueran capaces de realizar agrupaciones y cambios entre los dibujos, ambos indicadores de flexibilidad cognitiva (Hirshorn y Thompson-Schill, 2006; Hurks, 2013), señala que es una habilidad que ellos poseen y que contribuye a realizar la tarea. Lo mismo sucede con el tamaño de las agrupaciones (Troyer y cols., 1997, 1998) el cual es similar entre los tres grupos, por lo cual se puede aseverar que el bajo rendimiento observado en los niños con TCE no puede ser atribuido a alteraciones en el almacén semántico de la información.

De forma cualitativa, comparando la ejecución de tres participantes, uno de cada grupo (Ver Anexo 4), se pueden descartar déficits en las habilidades gráficas: en los tres participantes se observa un trazo firme, marcado y continuo, sin presencia de macro o micrografía. Respecto a los dibujos en la prueba de Fluidez Gráfica Semántica, no se observan fragmentaciones, adiciones u omisiones, en su mayoría los tres participantes realizaron diseños simplificados con algunos detalles adicionales, por lo que no se puede

atribuir el bajo desempeño de los niños post-TCE a dibujos más complejos o con más detalles.

Los niños que sufrieron trauma craneal no presentan errores al realizar la prueba de Fluidez Gráfica Semántica, hay nula presencia de intrusiones y perseveraciones, lo que corresponde con hallazgos de un estudio realizado en pacientes con TCE leve, en el cual utilizaron la versión libre del Test de Fluidez de Diseños y encontraron que la puntuación por tipo de error puede ser de poco o nulo valor clínico (Varney y cols, 1996).

Respecto a la versión no semántica, se puede observar que en general ninguno de los tres grupos emplea la estrategia de rotación de ítems, realizan diseños aislados, o presentan perseveraciones e intrusiones. Estos resultados concuerdan con lo reportado previamente en la literatura, Vik y Ruff (1988) encontraron que a mayor edad los niños usan estrategias rotacionales para completar la tarea, sin embargo los niños más jóvenes no lo hacen. Hurks (2013) describió que un período de desarrollo significativo ocurre cerca de los 11 años de edad y a partir de esta edad la ejecución de los niños depende más de una estrategia de agrupación. Por su parte, los niños jóvenes emplean estrategias simples que son usualmente ineficientes, fortuitas o fragmentadas, pero entre los 7 y los 11 años de edad la conducta estratégica y las habilidades de razonamiento llegan a ser más organizadas y eficientes (Anderson, Anderson, Northam y Taylor, 2000).

A diferencia de la prueba de Fluidez Gráfica Semántica, en la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica los tres grupos realizan perseveraciones e intrusiones. El grupo TCE no difiere en el número de ellas con respecto a los otros dos grupos, por lo que no son más propensos a cometer más errores de este tipo. Las perseveraciones se relacionan a deficiencias de flexibilidad cognitiva, auto-regulación, control de la actividad y monitoreo (Lezak, 2012). Las intrusiones a alteraciones en procesos de atención y/o desinhibición

(Lezak, 2012). Debido a que los niños evaluados, no sólo el grupo TCE, se encuentran en un proceso de desarrollo y consolidación de funciones ejecutivas, y en conjunto con el grado de complejidad de la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica que es mayor que el de la prueba de Fluidez Gráfica Semántica, podría explicarse la presencia de estos errores. Como ya se mencionó con anterioridad, se espera que al final de la edad escolar e inicio de la adolescencia hayan adquirido las estrategias necesarias para completar la tarea y tengan un mayor desarrollo de habilidades de alto orden que contribuyan a ello.

La menor ejecución no podría ser explicada por déficits mnésicos, ya que las producciones no pre-existen en el almacenamiento de la memoria (Hurks, 2013), por lo cual se descarta que una alteración en la evocación de memoria visual explique los resultados. Así mismo, aunque la estrategia de rotación implica habilidades viso-espaciales, se ha reportado que éstas contribuyen en menor medida a la ejecución del Test de Fluidez de Diseños. Stieviano y Scalist (2016) reportaron que las habilidades espaciales explicaban cerca del 7% de la varianza de la ejecución de la prueba.

Ya que el menor rendimiento del grupo TCE en las pruebas de Fluidez Gráfica no puede ser explicado por alteraciones en la representación de la información visual, las habilidades grafomotoras *per se*, que se ha reportado no afectan la ejecución en las pruebas de fluidez gráfica, la velocidad grafomotora (Varney, Roberts, Struchen, Hanson, Franzen y Connell, 1996), habilidades mnésicas y/o de lenguaje (Ruff, Evans y Marshall, 1986 citado en Butler, Rorsman, Hill y Tuma, 1993; Soble, Donnell y Belanger, 2013), los resultados apuntan a que la menor ejecución podría ser explicada por una alteración en la velocidad de procesamiento de información no verbal, ya que de forma cualitativa los dibujos y diseños generados no presentan diferencias. El número de agrupaciones, tamaño de éstas, cambios, perseveraciones e intrusiones son similares en los tres grupos. De forma cualitativa, durante

la aplicación se observó que si a los pacientes post-TCE se les brindará más tiempo para resolver la tarea ellos podrían tener una ejecución similar al grupo M-E y Normo.

La velocidad de procesamiento se refiere a la fluidez, eficiencia y velocidad de la producción. El estatus de procesamiento de la información refleja la integridad de conexiones y la integración funcional de sistemas frontales y puede ser evaluada por la velocidad, la cantidad y la calidad de la producción. Las deficiencias en el procesamiento de la información incluyen una producción reducida, respuestas retardadas, vacilación y tiempos de reacción más lentos (Anderson y cols., 2002). Como ya se describió anteriormente, los niños post-TCE tuvieron una producción reducida tanto en pruebas de Fluidez Verbal Semántica como no Semántica.

Los resultados reportados concuerdan con algunos estudios previos, Ewing-Cobbs y cols. (1998) reportaron deficiencias en el rendimiento de los niños postrauma en pruebas de velocidad de procesamiento. De igual forma, Beauchamp y cols. (2011) evaluaron a un grupo de niños 10 años después de la lesión y observaron diferencias en el rendimiento en pruebas de velocidad de procesamiento entre el grupo TCE severo y el grupo control.

Conclusiones muy similares también fueron obtenidas por Anderson y Catroppa (2005), quienes tras aplicar pruebas para evaluar la flexibilidad cognitiva en niños postrauma craneal en etapa crónica, reportaron que el grupo TCE severo empleó más tiempo para completar la tarea en comparación del grupo TCE leve y moderado, por lo cual concluyeron que problemas residuales en la velocidad de procesamiento impactaron en el rendimiento de los niños y la ejecución no se atribuía a alteraciones en la flexibilidad.

En lo que respecta a la severidad de la lesión, aunque no se encontró correlación alguna entre ésta y los puntajes en las pruebas de Fluidez Gráfica, el hecho de que el 50% de los traumas son leves complicados (presentaron alguna lesión cerebral detectada por

tomografía), permite sugerir que los niños con lesión cerebral traumática leve de este tipo están en riesgo de presentar alteraciones en la velocidad de procesamiento que permanecen o emergen en un lapso de tiempo posterior al traumatismo. Aunque se ha reportado consistentemente que el TCE severo en la infancia tiene mayores consecuencias sobre los procesos cognitivos en comparación con el TCE moderado y leve (Horton y cols., 2010; Anderson y Catroppa, 2005; Levin y cols., 2005; Catroppa y cols., 2007; Catroppa y Anderson, 2003), algunos estudios han reportado que las alteraciones cognitivas en algunos casos de TCE leve pueden mantenerse incluso 10 años después del traumatismo.

El sitio de la lesión se reporta con poca frecuencia en los estudios realizados en niños con TCE, pero ya que todos los participantes contaron con una tomografía computarizada se pudo realizar una descripción somera de éste, y la mayoría de ellos tuvo lesiones en el hemisferio derecho, lo que permite sugerir, más no aseverar ya que la muestra no es homogénea, que dichas alteraciones anatómicas podrían estar relacionadas con el bajo rendimiento de los niños post-TCE en las pruebas de Fluidez Gráfica, específicamente.

Se ha descrito que las habilidades evaluadas mediante las pruebas de Fluidez Gráfica son más dependientes de la integridad del hemisferio derecho que del izquierdo. Estudios realizados en adultos con daño cerebral focalizado han apoyado este planteamiento; las lesiones frontales y fronto-centrales se han relacionado con una ejecución deficiente en una prueba de Fluidez de Diseños en comparación con lesiones en el lóbulo temporal derecho y frontal izquierdo (Jones-Gotman y Milner, 1977 citado en Sands, 1997). En pacientes postrauma craneal se ha reportado que el rendimiento en las pruebas de fluidez gráfica se ve comprometido principalmente por lesiones en el lóbulo frontal; los participantes muestran una menor producción de dibujos y diseños (Butler,

Rorsman, Hill y Tuma, 1993; Varney y cols.,1996; Soble, Donnell y Belanger, 2013). Sin embargo, son pocos los estudios que han empleado este tipo de pruebas en pacientes con TCE, y menor aún, en población infantil. Este estudio demostró que las pruebas de Fluidez Gráfica son instrumentos sensibles en la evaluación de las secuelas del trauma craneal en la edad escolar.

El daño axonal difuso es frecuente en el TCE infantil, y aunque los datos de neuroimagen a los que se tuvo acceso no brindan información sobre la integridad axonal, se hipotetiza que la alteración en la sustancia blanca está relacionada al déficit en velocidad de procesamiento que presentan los niños, el cual sólo se hace evidente en tareas de fluidez gráfica y no en tareas de fluidez verbal o en la ejecución de la prueba de Clasificación de Tarjetas, ya que la mayoría de la muestra presentó un daño en el hemisferio derecho. La implicación de la sustancia blanca es prototípica en los TCE, y se ha mostrado que la degeneración difusa de sustancia blanca se asocia a los cortes y cizallamientos producidos por las fuerzas de aceleración y desaceleración súbitas propias del TCE. Además, algunos estudios han descrito la relación entre diferentes parámetros de función cognitiva y la gravedad de las lesiones axonales difusas (Ríos, 2008). Las vías de sustancia blanca del cerebro van a mediar la transmisión de información a larga distancia a través de las redes cerebrales distribuidas. Las diferencias individuales en la velocidad de procesamiento es probable que dependan en gran medida de los cambios estructurales en la organización de estas vías, que constriñen y facilitan la comunicación y coordinación entre nodos de las redes corticales de todo el cerebro. La velocidad con la que las señales neurales son conducidas a través de los largos axones mielinizados en el sistema nervioso central está relacionado con su espesor y grado de mielinización (Turken y cols., 2008), proceso que está incompleto en los niños, y se ve afectado posterior a sufrir un TCE.

Como se mencionó en el apartado de método, todos los participantes fueron evaluados con la Batería de Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) y se reportó el perfil cognitivo de los participantes para obtener más información acerca de su ejecución en diversos dominios cognitivos.

Además del bajo rendimiento en las pruebas de fluidez gráfica, los participantes post-TCE también mostraron un bajo rendimiento en el dominio de recuperación de memoria visual y habilidades espaciales.

En el TCE, el proceso de recuperación y desarrollo de las funciones cognitivas se empalma, a menor edad de sufrir la lesión los niños muestran una curva de recuperación plana debido al proceso prolongado de desarrollo y recuperación, a una edad mayor esa curva puede ser primero ascendente y luego plana, ya que hay menor maduración y un regreso a niveles prémorbidos de la lesión (Thompson y cols., 1994). Incluso los efectos de la lesión pueden no ser evidentes inmediatamente, sino desarrollarse con el tiempo, cuando ciertas habilidades cognitivas emergen (Horton, Soper y Reynolds, 2010).

Tras sufrir un TCE infantil se ha reportado que las habilidades mnésicas se ven altamente impactadas debido a los mecanismos del TCE y a la vulnerabilidad del lóbulo temporal (Catroppa y Anderson, 2007). Las alteraciones se relacionan a las características de la lesión y a la edad al momento del traumatismo (Lowther y Mayfield, 2004). También algunos estudios han reportado mayores alteraciones en el rendimiento de tareas de memoria visual versus memoria verbal (Catroppa y Anderson, 2007). Debido a que la memoria es una de las habilidades cognitivas que presenta una marcada trayectoria de desarrollo y consolidación durante la edad escolar, es de esperar que se viera impactada por el TCE. Si bien los puntajes de cada subprueba indicarían un proceso de desarrollo y recuperación favorable, ya que corresponden a un rango promedio, el puntaje por dominio

es un indicador de una leve alteración que podría agravarse a medida que los niños con TCE estén sometidos a mayores exigencias cognitivas.

Respecto a las habilidades espaciales, aunque con menor frecuencia, también se han reportado alteraciones a consecuencia del TCE infantil (Thompson y cols., 1994). Si bien se ha descrito que el desarrollo de las habilidades espaciales podría comenzar en una edad temprana, por ejemplo, Frick, Ferrara y Newcombe (2013) (citado en Hawes, LeFevre, Xu y Bruce, 2015), empleando estímulos 2D, reportaron que la habilidad para ejecutar rotaciones mentales y transformaciones espaciales emergen alrededor de los cinco años, entre los 7 y los 10 años los niños aún presentan dificultades para rotar figuras 3D. Es durante la edad escolar y la adolescencia que se observa una tasa de desarrollo ascendente, y aunque se desconoce si al momento de la lesión los niños mostraron alteraciones en habilidades espaciales, actualmente estas sí se observan. Lo que podría explicarse por el fenómeno de crecer fuera de la lesión; las alteraciones son evidentes en el momento en el cual el proceso cognitivo se desarrolla.

Se ha descartado que los déficits mnésicos y espaciales repercutan en la ejecución en las pruebas de Fluidez Gráfica. En la prueba de Fluidez Gráfica Semántica se observó que el grupo TCE sí es capaz de acceder a la información semántica, y en la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica no se requiere un acceso al almacén semántico, y las habilidades espaciales no explican de forma significativa la varianza de dicha prueba. Más bien, los tres déficits se presentan de forma paralela y las alteraciones podrían explicarse debido a la lesión en el hemisferio derecho.

Se ha reportado que el hemisferio derecho está especializado en el procesamiento de información no verbal: percepción de orientación espacial y perspectiva, reconocimiento táctil, reconocimiento visual de formas, recepción y almacenamiento de datos visuales,

copia y dibujo de figuras geométricas, diseños representacionales e imágenes, y atención espacial (Lezak, 2012). Ya que está organizado para un procesamiento configuracional y requiere información o experiencias que no pueden ser descritas en palabras o cadenas de símbolos. Mientras que el hemisferio izquierdo está organizado para un procesamiento lineal de estímulos presentados secuencialmente: declaraciones verbales, proposiciones matemáticas, programación de secuencias motoras rápidas (Lezak, 2012).

Específicamente, las lesiones al hemisferio derecho, predominantemente en la región parietal, se asocian a alteraciones en la memoria a corto plazo y al recuerdo a corto plazo defectivo para patrones geométricos, de igual forma se han asociado al déficit de comprensión de relaciones espaciales o imaginaria espacial (Lezak, 2012).

A medida que las demandas cognitivas de los niños con TCE sean mayores, las alteraciones en velocidad de procesamiento, memoria y habilidades espaciales pueden acrecentar la brecha de desarrollo esperado entre ellos y los niños sin lesiones. Además, estas alteraciones pueden afectar el desarrollo de otros procesos cognitivos, como es el caso de las funciones ejecutivas (Zelazo y cols., 2003) y la adquisición de habilidades académicas, como la lectura y las habilidades matemáticas (Uttal y cols., 2013).

Dentro de las limitantes de este estudio, una importante es el nivel socioeconómico de la muestra, ya que se ha reportado que impacta en el desarrollo cognitivo de los niños y el grupo TCE pertenecía a un NSE bajo, lo que lo ubica en un nivel de desventaja premórbida a la lesión. Aunque se encontró una correlación entre su nivel socioeconómico y el rendimiento en las pruebas de Fluidez Gráfica no Semántica, en estudios previos realizados con población infantil no se había reportado que el NSE impactara en el rendimiento en pruebas de fluidez gráfica, se había observado que había una relación con la edad y con la inteligencia (IQ medido mediante la prueba de inteligencia de Wechsler)

(Regard y cols., 1982 citado en Sands, 1977), por lo cual sería importante que estudios futuros analizarán esta relación.

Un último aspecto importante a destacar, es que se observó que nueve de los diez niños que conformaron la muestra evaluada no recibieron ningún tipo de servicio de rehabilitación posterior al trauma, a pesar de que incluso las lesiones leves tuvieron alguna complicación (hemorragia, hematoma, fractura craneal) y algunos de los pacientes fueron sometidos a intervención quirúrgica. Beauchamp y cols. (2013) plantean que esto podría ser un factor de riesgo que puede agravar las alteraciones cognitivas posteriores a traumas de severidad leve, y pone en evidencia que es una urgencia brindar rehabilitación a niños que han sufrido trauma craneal, sin importar la severidad del daño.

Conclusiones

Los niños post-TCE evaluados en el presente estudio no presentan alteraciones estadísticamente significativas en la flexibilidad cognitiva evaluada mediante la prueba de Clasificación de Tarjetas, pruebas de Fluidez Verbal Semántica y Fonémica y pruebas de Fluidez Gráfica Semántica. Sin embargo, el desempeño del grupo TCE en los índices de la prueba de Clasificación de Tarjetas: ensayos administrados, total de respuestas correctas, total de errores, número de categorías, capacidad para mantener la organización y total de respuestas perseverativas, es menor en comparación a los grupos M-E y Normo y puede ser clasificado dentro del promedio según su edad cronológica y escolaridad, con excepción del número de ensayos administrados y la capacidad para mantener la organización que se pueden clasificar como promedio bajo. De igual forma, se observó un menor rendimiento en el total de palabras producidas en las pruebas de Fluidez Verbal, en el número de agrupaciones y cambios, con respecto al grupo M-E y Normo. El tamaño de las agrupaciones se mantuvo similar en los tres grupos.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas en el total de dibujos y diseños producidos en las pruebas de Fluidez Gráfica, sin embargo, dichas diferencias no fueron observadas en el número de agrupaciones, el tamaño de éstas y el número de cambios. Tampoco se observaron cualitativamente alteraciones grafomotoras, ni diferencias en la complejidad de los dibujos y diseños realizados, por lo que se concluye que su ejecución se ve impactada por una alteración en la velocidad de procesamiento de la información, y dicha alteración se presenta en los niños en una etapa posterior del traumatismo.

En general, se observó que los niños post-TCE muestran un rendimiento menor en pruebas que involucran procesamiento de información no verbal: evocación de memoria visual, habilidades espaciales y fluidez gráfica. Las alteraciones en estos procesos cognitivos se atribuyen a las lesiones predominantemente del hemisferio derecho. En un momento posterior del desarrollo, cuando las demandas del medio ambiente incrementen, dichas alteraciones puedan afectar el desarrollo de otros procesos cognitivos y las habilidades académicas del grupo TCE.

A pesar de su escaso uso en la exploración neuropsicológica de niños con traumatismo craneal, las pruebas de Fluidez Gráfica mostraron ser sensibles en la evaluación de las alteraciones cognitivas posteriores al traumatismo craneoencefálico infantil en edad escolar, incluso años después de la lesión. Esto debido a las características de la lesión de los participantes con TCE. Por lo tanto, pueden ser empleadas dentro de la práctica clínica tomando en cuenta las particularidades de los pacientes a evaluar.

Aunque la presente muestra no es homogénea con respecto a la severidad, localización y extensión de la lesión (nes) y no se encontró relación alguna entre el desempeño y las puntuaciones obtenidas en la Escala de Coma de Glasgow, cinco de los 10 niños evaluados sostuvieron una lesión leve complicada, lo que permite sugerir que el TCE leve podría generar secuelas cognitivas tales como alteraciones en la velocidad de procesamiento, habilidades mnésicas y espaciales en los niños, las cuales permanecen dos años posterior al traumatismo.

Las características de la muestra y los puntajes obtenidos en las pruebas, ponen en evidencia que el TCE presenta mecanismos de lesión que no son únicos ni estables y patrones de ejecución heterogéneos.

El sitio de lesión podría ser un predictor del desempeño cognitivo en los niños con TCE, debido a que la mayoría de ellos presentó una lesión en hemisferio derecho, se podría sugerir que estas dan cuenta de que las alteraciones únicamente se hayan observado en pruebas que involucran procesamiento de información no verbal y no en pruebas que implican procesamiento de información verbal, cuyo desempeño ha sido asociado a la integridad del hemisferio izquierdo.

Respecto a los factores psicosociales asociados al desempeño cognitivo de los niños post-TCE, se observó que el nivel socioeconómico únicamente impacta en el rendimiento de los niños post-TCE en la prueba de Fluidez Gráfica no Semántica. Además se observó que los niños post-TCE que participaron en este estudio no recibieron rehabilitación de ningún tipo posterior a sufrir la lesión, lo que podría hacerlos más vulnerables a presentar alteraciones cognitivas e indica la necesidad de generar y aplicar procedimientos de rehabilitación.

Limitaciones y sugerencias

El tamaño de la muestra es reducido lo que no permite generalizar los datos obtenidos en este estudio a poblaciones con características distintas. A pesar de recabar la muestra de dos instituciones públicas de salud, se observó que un gran porcentaje, en su mayoría traumas leves, no acuden a los servicios de emergencia. Además el porcentaje de muerte experimental también fue amplio; los participantes asistieron a la primera sesión pero no volvieron para continuar con la evaluación, ellos argumentaban que el tiempo y la distancia les complicaban el traslado.

En la muestra se tuvo una distribución desigual en la severidad de la lesión y características heterogéneas del sitio de lesión (lesiones en hemisferio derecho, izquierdo, y centrales no específicas), lo que no permitió realizar un análisis de las alteraciones en las pruebas con respecto al TCE leve, moderado y severo, así como tampoco con respecto a lesiones localizadas, que permitiera aseverar que dichas características impactan en el desempeño cognitivo de los niños. Se sugiere parear las muestras por grado de severidad, y por sitio de lesión. Aunque debido a las características del trauma craneal infantil, en el que las lesiones son generalizadas y en gran medida a sustancia blanca, esta última sugerencia podría no ser viable, a menos que se cuenten con los estudios necesarios para caracterizar de mejor manera las lesiones, por ejemplo técnicas de tractografía y/o de electroencefalografía. De igual forma, la identificación más precisa de las lesiones permitiría establecer indicadores de recuperación en los niños post-TCE.

Una tercera limitante fue la presencia de otras variables tales como la diferencia en el nivel socioeconómico y la escolaridad de los padres entre el grupo TCE con el grupo

M-E y Normo, las cuales pudieron impactar en el desempeño cognitivo de los niños en las pruebas que evaluaban flexibilidad cognitiva. Se sugiere controlar dichas variables, procurando que las características sociodemográficas del grupo experimental y los controles o de comparación no difieran entre sí.

Si bien de forma cualitativa se descartó la presencia de alteraciones grafomotoras, hubiese sido pertinente aplicar alguna prueba que brindara datos cuantitativos de las habilidades motrices finas y de la velocidad grafomotora de los niños post-TCE. Se sugiere la aplicación de dichas pruebas en estudios posteriores que empleen las pruebas de Fluidez Gráfica como instrumentos de medición.

Por último, se sugiere realizar un estudio de seguimiento para documentar cuál es la evolución de las alteraciones cognitivas aquí reportadas en los niños post-TCE, puesto que estos procesos continúan en desarrollo y en este momento no se puede aseverar que dichas alteraciones sean permanentes.

Aportaciones

La presente investigación brinda evidencia de la sensibilidad de pruebas de fluidez gráfica en la detección de alteraciones neuropsicológicas en niños en edad escolar que han sufrido un traumatismo craneoencefálico y se encuentran en etapa crónica.

Las puntuaciones alternativas en las pruebas de fluidez gráfica dan información acerca de los procesos que subyacen al rendimiento exitoso de éstas, tales como la flexibilidad cognitiva y el acceso a la memoria semántica, los cuales no pueden ser diferenciados mediante el método clásico de puntuación. Este análisis cualitativo permitió hacer un análisis más profundo de la ejecución y determinar el déficit subyacente a la menor ejecución de los niños post-TCE en las pruebas de fluidez gráfica.

Identificó presencia de alteraciones neuropsicológicas posteriores a un traumatismo craneal durante la edad escolar, incluso en traumas leves, y dichas alteraciones pueden estar presentes en etapas crónicas de la lesión, por lo cual es importante realizar estudio de seguimiento en esta población.

Los resultados de este estudio ponen en evidencia la carencia de atención de servicios de rehabilitación que tiene los niños que han sufrido un traumatismo craneoencefálico, dicho servicio es un factor de recuperación en los niños post-TCE, incluso en trauma leve, por lo que es importante plantear programas de intervención futuros para esta población.

Referencias

- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8, 71–82.
- Anderson, P., Anderson, V., Northam, E., & Taylor, H. G. (2000). Standardization of the Contingency Naming Test (CNT) for school-aged children: A measure of reactive flexibility. *Clinical Neuropsychological Assessment*, 1(4), 247-273.
- Anderson, V. A., Catroppa, C., Haritou, F., Morse, S., Pentland, L., Rosenfeld, J., & Stargatt, R. (2001). Predictors of acute child and family outcome following traumatic brain injury in children. *Pediatric neurosurgery*, 34(3), 138-148.
- Anderson, V. A., & Catroppa, C. (2005). Recovery of executive skills following pediatric traumatic brain injury (TBI): A 2 year follow-up. *Brain Injury*, 19, 459–470.
- Anderson, V., Northam, E., Hendy, J., & Wrennall, J. (2001). *Developmental neuropsychology: A clinical approach*. Hove: Psychology Press.
- Anderson, V., Spencer-Smith, M., Coleman, L., Anderson, P., Williams, J., Greenham, M., Leventer, R., & Jacobs, R. (2010). Children's executive functions: are they poorer after very early brain insult. *Neuropsychologia*, 48(7), 2041-2050.
- Anderson, V., & Yeates, K. O. (1997). Pediatric head injury: developmental implications. *J Int Neuropsychol Soc*, 3(6), 553-554
- Arbour, R. B. (2013). Traumatic Brain Injury: Pathophysiology, Monitoring, and Mechanism-Based Care. *Critical care nursing clinics of North America*, 25(2), 297-319.
- Babikian, T., Merkley, T., Savage, R. C., Giza, C. C., & Levin, H. (2015). Chronic Aspects of Pediatric Traumatic Brain Injury: Review of the Literature. *Journal of neurotrauma*, 32(23), 1849-1860.
- Barceló, F. (1999). Electrophysiological evidence of two different types of error in the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroreport*, 10(6), 1299-1303.
- Barceló, F., & Knight, R. T. (2002). Both random and perseverative errors underlie WCST deficits in prefrontal patients. *Neuropsychologia*, 40(3), 349-356.
- Bayas, W., Gabilanes, D., & Sánchez, N. (2008). *Traumatismo craneo encefálico (TCR) y su relación con las secuelas reversibles e irreversibles de los niños y niñas que ingresan al servicio de neurología del Hospital pediátrico Baca Ortiz de la ciudad de Quito en el periodo Octubre 2007 a marzo 2008*. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad Estatal De Bolívar, Quito, Ecuador.
- Beauchamp, M., Catroppa, C., Godfrey, C., Morse, S., Rosenfeld, J. V., & Anderson, V. (2011). Selective changes in executive functioning ten years after severe childhood traumatic brain injury. *Developmental neuropsychology*, 36(5), 578-595
- Bruce, D. A. (1995). Pathophysiological responses of the child's brain following trauma. *Traumatic head injury in children*, 40-51.

- Bruce, A. J., Boling, W., Kindy, M. S., Peschon, J., Kraemer, P. J., Carpenter, M. K., ... & Mattson, M. P. (1996). Altered neuronal and microglial responses to excitotoxic and ischemic brain injury in mice lacking TNF receptors. *Nature medicine*, 2(7), 788-794.
- Butler, R. W., Rorsman, I., Hill, J. M., & Tuma, R. (1993). The effects of frontal brain impairment on fluency: Simple and complex paradigms. *Neuropsychology*, 7(4), 519.
- Capilla, A., Carboni, A., Paúl, N., Maestú, F., & González, J. (2007). Desarrollo cognitivo tras un traumatismo craneoencefálico en la infancia. *EduPsykhé: Revista de psicología y psicopedagogía*, 6(2), 171-198
- Catroppa, C., & Anderson, V. (2003). Children's attentional skills 2 years post-traumatic brain injury. *Developmental neuropsychology*, 23(3), 359-373.
- Catroppa, C., & Anderson, V. (2007). Recovery in Memory Function, and its Relationship to Academic Success, at 24 Months Following Pediatric TBI. *Child Neuropsychology*, 13(3), 240-261
- Catroppa, C., Anderson, V. A., Morse, S. A., Haritou, F., & Rosenfeld, J. V. (2007). Children's attentional skills 5 years post-TBI. *Journal of Pediatric Psychology*, 32(3), 354-369.
- Chapman, S. B., & Mckinnon, L. (2000). Discussion of developmental plasticity: Factors affecting cognitive outcome after pediatric traumatic brain injury. *Journal of Communication Disorders*, 33(4), 333-344.
- Chevalier, N., & Blaye, A. (2008). Cognitive flexibility in preschoolers: The role of representation activation and maintenance. *Developmental Science*, 11(3), 339-353
- Colé, P., Duncan, L. G., & Blaye, A. (2014). Cognitive flexibility predicts early reading skills. *Cognitive Science*, 5, 565.
- Colohan, A. R., & Oyesiku, N. M. (1992). Moderate head injury: an overview. *Journal of neurotrauma*, 9, S259-64.
- Cragg, L., & Chevalier, N. (2012). The processes underlying flexibility in childhood. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 65(2), 209-232.
- Crone, E. A., Donohue, S. E., Honomichl, R., Wendelken, C., & Bunge, S. A. (2006). Brain regions mediating flexible rule use during development. *The Journal of Neuroscience*, 26(43), 11239-11247.
- Crone, E. A., Richard Ridderinkhof, K., Worm, M., Somsen, R. J., & Van Der Molen, M. W. (2004). Switching between spatial stimulus-response mappings: a developmental study of cognitive flexibility. *Developmental science*, 7(4), 443-455.
- Crowe, L. M., Catroppa, C., Babl, F. E., & Anderson, V. (2013). Executive function outcomes of children with traumatic brain injury sustained before three years. *Child Neuropsychology*, 19(2), 113-126.
- DeCuypere, M., & Klimo, P. (2012). Spectrum of traumatic brain injury from mild to severe. *Surgical Clinics of North America*, 92(4), 939-957.
- De Guise, E., Lepage, J. F., Tinawi, S., LeBlanc, J., Dagher, J., Lamoureux, J., & Feysz, M. (2010). Comprehensive clinical picture of patients with complicated vs

- uncomplicated mild traumatic brain injury. *The Clinical Neuropsychologist*, 24(7), 1113-1130.
- Demagistri, M. S., Richards, M. M., & Juric, L. C. (2014). Incidencia del funcionamiento ejecutivo en el rendimiento en comprensión lectora en adolescentes. *Journal of Research in Educational Psychology*, 12(2), 343-370
- Dennis, M., Spiegler, B. J., & Hetherington, R. (2000). New survivors for the new millennium: cognitive risk and reserve in adults with childhood brain insults. *Brain Cogn*, 42(1), 102-105.
- Dibbets, P., & Jolles, J. (2006). The switch task for children: Measuring mental flexibility in young children. *Cognitive Development*, 21(1), 60-71.
- Estrada, F., Morales, J., Tabla, E., Solis, B., Navarro, H., Martínez, M., Perez, A., González, R., Rodríguez, L. & Navarro, L. (2012). Neuroprotección y traumatismo craneoencefálico. *Revista de la Facultad de Medicina de la UNAM*, 55 (4), 16-29.
- Ewing-Cobbs, L., Prasad, M., Fletcher, J. M., Levin, H. S., Miner, M. E., & Eisenberg, H. M. (1998). Attention after pediatric traumatic brain injury: A multidimensional assessment. *Child Neuropsychology*, 4(1), 35-48
- Ewing-Cobbs, L., Prasad, M. R., Landry, S. H., Kramer, L., & DeLeon, R. (2004). Executive functions following traumatic brain injury in young children: a preliminary analysis. *Developmental neuropsychology*, 26(1), 487-512.
- Faul, M., Xu, L., Wald, M. M., & Coronado, V. G. (2010). Traumatic brain injury in the United States: emergency department visits, hospitalizations and deaths 2002–2006. *Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Injury Prevention and Control*, 2-70.
- Fay, T. B., Yeates, K. O., Taylor, H. G., Bangert, B., Dietrich, A., Nuss, K. E., Rusin, J., & Wright, M. (2010). Cognitive reserve as a moderator of postconcussive symptoms in children with complicated and uncomplicated mild traumatic brain injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(01), 94-105.
- Garduño, F. (2000). Traumatismo craneoencefálico en niños. Mecanismos de lesión, restauración cerebral y prevención. *Bol Med Hosp Infant Méx*, 57(6), 342-50.
- Garduño, F. (2008). Traumatismo craneoencefálico en niños: Mecanismos de la lesión primaria. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*, 65(2), 148-153.
- Gharahbaghian, L., Schroeder, B., Mittendorff, R., Wang, N., & Perkin, R. (2011). Pediatric traumatic brain injury: Epidemiology, pathophysiology, diagnosis, and treatment. *Trauma Reports, September/October*, 27-36.
- Gioia, G. A., Isquith, P. K., & Guy, S. C. (2001). Assessment of executive functions in children with neurological impairment. En R. J., Simeonsson (Ed); S. L., Rosenthal (Ed), *Psychological and developmental assessment: Children with disabilities and chronic conditions*, (pp. 317-356). New York, Estados Unidos de América: Guilford Press.
- González, M., García, A. (2013). Traumatismo craneoencefálico. *Anestesiología en Neurocirugía*, 36(1), 186-193.

- González, M., G. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de las funciones ejecutivas en la edad preescolar*. Tesis de maestría no publicada, UNAM, Ciudad de México, México.
- Grant, D. A., & Berg, E. A. (1948). A behavioral analysis of degree of reinforcement and ease of shifting to new responses in a Weigl-type card sorting problem. *Journal of Experimental Psychology*, 38, 404–411.
- Hawes, Z., LeFevre, J. A., Xu, C., & Bruce, C. D. (2015). Mental Rotation With Tangible Three- Dimensional Objects: A New Measure Sensitive to Developmental Differences in 4- to 8- Year- Old Children. *Mind, Brain, and Education*, 9(1), 10-18.
- Heegaard, W., & Biros, M. (2007). Traumatic brain injury. *Emergency medicine clinics of North America*, 25(3), 655-678.
- Hirshorn, E. A., & Thompson-Schill, S. L. (2006). Role of the left inferior frontal gyrus in covert word retrieval: neural correlates of switching during verbal fluency. *Neuropsychologia*, 44(12), 2547-2557
- Horton Jr, A. M., Soper, H. V., & Reynolds, C. R. (2010). Executive functions in children with traumatic brain injury. *Applied neuropsychology*, 17(2), 99-103.
- Hsiang, J. N., Yeung, T., Yu, A. L., & Poon, W. S. (1997). High-risk mild head injury. *Journal of neurosurgery*, 87(2), 234-238.
- Huizinga, M., Dolan, C. V., & van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036.
- Huizinga, M., & van der Molen, M. W. (2007). Age-group differences in set-switching and set-maintenance on the Wisconsin Card Sorting Task. *Developmental Neuropsychology*, 31(2), 193-215.
- Hurks, P. P. (2013). Administering design fluency tests in school-aged children: Analyses of design productivity over time, clustering, and switching. *The Clinical Neuropsychologist*, 27(7), 1131-1149
- Kave, G., Heled, E., Vakil, E., & Agranov, E. (2011). Which verbal fluency measure is most useful in demonstrating executive deficits after traumatic brain injury? *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 33(3), 358-365.
- Kirkwood, M. W., Yeates, K. O., Taylor, H. G., Randolph, C., McCrea, M., & Anderson, V. A. (2008). Management of pediatric mild traumatic brain injury: A neuropsychological review from injury through recovery. *The Clinical Neuropsychologist*, 22(5), 769-800.
- Kizilbash, A., & Donders, J. (1999). Latent structure of the Wisconsin Card Sorting Test after pediatric traumatic head injury. *Child Neuropsychology*, 5(4), 224-229.
- Klingberg, T., Vaidya, C. J., Gabrieli, J. D., Moseley, M. E., & Hedehus, M. (1999). Myelination and organization of the frontal white matter in children: a diffusion tensor MRI study. *Neuroreport*, 10(13), 2817-2821
- Kolb, B., & Fantie, B. D. (2009). Development of the child's brain and behavior. En *Handbook of clinical child neuropsychology* (pp. 17-41). Reino Unido: Springer

- Konrad, K., Gauggel, S., Manz, A., & Scholl, M. (2000). Inhibitory control in children with traumatic brain injury (TBI) and children with attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Brain Inj*, *14*(10), 859-875.
- Koren, R., Kofman, O., & Berger, A. (2005). Analysis of word clustering in verbal fluency of school-aged children. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *20*(8), 1087-1104.
- Lacerda, A. J., & Abreu, D. (2003). Traumatismo craneoencefálico en pediatría. Nuestros resultados. *Rev Neurol*, *36*(2), 108-112.
- Levin, H. S., Culhane, K. A., Mendelsohn, D., Lilly, M. A., Bruce, D., Fletcher, J. M., Chapman, B., S. Harward, H. & Eisenberg, H. M. (1993). Cognition in relation to magnetic resonance imaging in head-injured children and adolescents. *Archives of neurology*, *50*(9), 897-905.
- Levin, H. S., & Hanten, G. (2005). Executive functions after traumatic brain injury in children. *Pediatric neurology*, *33*(2), 79-93.
- Levin, H. S., Song, J., Ewing-Cobbs, L., Chapman, S. B., & Mendelsohn, D. (2001). Word fluency in relation to severity of closed head injury, associated frontal brain lesions, and age at injury in children. *Neuropsychologia*, *39*(2), 122-131.
- Levin, H. S., Song, J., Scheibel, R. S., Fletcher, J. M., Harward, H., Lilly, M., & Goldstein, F. (1997). Concept formation and problem-solving following closed head injury in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *3*(06), 598-607.
- Lezak, M. D. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, *17*(1-4), 281-297.
- Ling, G. S., & Marshall, S. A. (2008). Management of traumatic brain injury in the intensive care unit. *Neurologic clinics*, *26*(2), 409-426.
- López, H. (2009). Nivel Socioeconómico AMAI. Recuperado de <http://www.amai.org>
- Lowther, J. L., & Mayfield, J. (2004). Memory functioning in children with traumatic brain injuries: a TOMAL validity study. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *19*(1), 105-118.
- Mangeot, S., Armstrong, K., Colvin, A.N., Yeates, K.O., & Taylor, H.G. (2002). Long-term executive function deficits in children with traumatic brain injuries: Assessment using the Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF). *Child Neuropsychology*, *8*, 271-284.
- Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annu. Rev. Psychol*, *58*, 25-45
- Martínez, T. Y., & Bonifaz, O. I. (2008). Traumatismo craneoencefálico en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Universitario de Puebla. *Trauma*, *11*(3), 73-85.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky-Solis, F. (2007). *Evaluación neuropsicológica infantil*. México: Manual Moderno.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Morales, G. (2004). Verbal and nonverbal fluency in Spanish-speaking children. *Developmental neuropsychology*, *26*(2), 647-660.

- 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.
- Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K., & Dagher, A. (2001). Wisconsin Card Sorting revisited: distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic resonance imaging. *The Journal of Neuroscience*, *21*(19), 7733-7741
- Moriguchi, Y., & Hiraki, K. (2009). Neural origin of cognitive shifting in young children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *106*(14), 6017-6021.
- Müller, U., Zelazo, P. D., Lurye, L. E., & Liebermann, D. P. (2008). The effect of labeling on preschool children's performance in the Dimensional Change Card Sort Task. *Cognitive Development*, *23*(3), 395-408.
- Nadebaum, C., Anderson, V., & Catroppa, C. (2007). Executive function outcomes following traumatic brain injury in young children: a five year follow-up. *Developmental neuropsychology*, *32*(2), 703-728.
- Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2008). Fluencia verbal en niños españoles en edad escolar: estudio normativo piloto y análisis de las estrategias organizativas. *Revista de neurología*, *46*(1), 2-6.
- Orient, F., Sevilla, E., Guevara, D., Terré, R., Ramón, S., & Bernabeu, M. (2004). Resultado funcional al alta de los traumatismos craneoencefálicos graves ingresados en una unidad de daño cerebral. *Rev Neurol*, *39*(10), 901-6.
- Pérez, M. M. (2012). *Alteraciones neuropsicológicas asociadas a Traumatismo Craneoencefálico en niños: Reporte de caso*. Tesis de maestría no publicada. UNAM, Ciudad de México, México.
- Perona, S., & Rivas, C. (1996). Revisión conceptual de los modelos de análisis funcional de la conducta en el ámbito clínico. *Acta Comportamental*, *4*(2), 237-259.
- Petrides, M., & Pandya, D. N. (2002). Association pathways of the prefrontal cortex and functional observations. En D. T. Stuss & R. T. Knight (Eds.), *Principles of frontal lobe function* (pp. 31-50). New York: Oxford University Press.
- Pinto, P. S., Meoded, A., Poretti, A., Tekes, A., & Huisman, T. A. (2012). The unique features of traumatic brain injury in children. Review of the characteristics of the pediatric skull and brain, mechanisms of trauma, patterns of injury, complications, and their imaging findings—part 2. *Journal of neuroimaging*, *22*(2), e18-e41.
- Ramos, L. G., Ramírez, M. M., & Martínez, C. M. (2004). Traumatismo craneoencefálico en el Servicio de Pediatría del Hospital Regional" 1º de octubre" ISSSTE. *Revista de Especialidades Médico-Quirúrgicas*, *9*(2), 40-46
- Ríos-Lago, M., Alonso, R., Perriñez, J. A., Paúl, N., Oliva, P., & Álvarez-Linera, J. (2008). Tensor de difusión por resonancia magnética y velocidad de procesamiento: estudio de la sustancia blanca en pacientes con traumatismo craneoencefálico. *Trauma Fund. Mapfre*, *19*(2), 102-12.

- Resch, C., Martens, R., & Hurks, P. (2014). Analysis of young children's abilities to cluster and switch during a verbal fluency task. *The Clinical Neuropsychologist*, 28(8), 1295-1310.
- Reyes, D., Diegopérez, J., & Mercado, A. (2003). Traumatismo craneal en niños: frecuencia y algunas características epidemiológicas. *Rev Med IMSS*, 41(6), 495-501.
- Romine, C. B., Lee, D., Wolfe, M. E., Homack, S., George, C., & Riccio, C. A. (2004). Wisconsin Card Sorting Test with children: a meta-analytic study of sensitivity and specificity. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 19(8), 1027-1041.
- Rubia, K., Smith, A. B., Woolley, J., Nosarti, C., Heyman, I., Taylor, E., & Brammer, M. (2006). Progressive increase of frontostriatal brain activation from childhood to adulthood during event-related tasks of cognitive control. *Human brain mapping*, 27(12), 973-993.
- Sauzéon, H., Lestage, P., Raboutet, C., N'Kaoua, B., & Claverie, B. (2004). Verbal fluency output in children aged 7–16 as a function of the production criterion: Qualitative analysis of clustering, switching processes, and semantic network exploitation. *Brain and Language*, 89(1), 192-202.
- Sands, K. A. (1997). *Nonverbal fluency: A neuropsychometric investigation*.
- Secretaría de Salud. (2001). *Programa nacional de salud 2001-2006*. Recuperado de http://www.salud.gob.mx/unidades/evaluacion/publicaciones/pns_2001-2006/pns2001-006.pdf
- Sharp, D. J., & Ham, T. E. (2011). Investigating white matter injury after mild traumatic brain injury. *Current opinion in neurology*, 24(6), 558-563.
- Shindler, A. G., Caplan, L. R., & Hier, D. B. (1984). Intrusions and perseverations. *Brain and language*, 23(1), 148-158
- Soble, J. R., Donnell, A. J., & Belanger, H. G. (2013). TBI and nonverbal executive functioning: Examination of a modified Design Fluency Test's psychometric properties and sensitivity to focal frontal injury. *Applied Neuropsychology: Adult*, 20(4), 257-262.
- Stievano, P., & Scalisi, T. G. (2016). Unique designs, errors and strategies in the Five-Point Test: The contribution of age, phonemic fluency and visuospatial abilities in Italian children aged 6–11 years. *Child Neuropsychology*, 22(2), 197-219.
- Taylor, H. G., & Alden, J. (1997). Age-related differences in outcomes following childhood brain insults: an introduction and overview. *J Int Neuropsychol Soc*, 3(6), 555-567.
- Teasdale, G., Jennett, B., Murray, L., & Murray, G. (1983). Glasgow Coma Scale: to sum or not to sum? *The Lancet*, 322(8351), 678.
- Terán, I. D. L. C., & Manjón-Cabeza, R. A. (2000). Traumatismos craneoencefálicos en el niño. *Bol Pediatr*, 40, 109-114.
- Thompson, N. M., Francis, D. J., Stuebing, K. K., Fletcher, J. M., Ewing-Cobbs, L., Miner, M. E., Levin, H. S. & Eisenberg, H. M. (1994). Motor, visual-spatial, and somatosensory skills after closed head injury in children and adolescents: A study of change. *Neuropsychology-New York-*, 8, 333-333.

- Thurman, D. J., Romer, C. J., Kraus, J. F., & World Health Organization. (1995). *Standards for surveillance of neurotrauma.*
- Tseng, M. H., & Chow, S. M. (2000). Perceptual-motor function of school-age children with slow handwriting speed. *American Journal of Occupational Therapy, 54*(1), 83-88
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., & Winocur, G. (1997). Clustering and switching as two components of verbal fluency: evidence from younger and older healthy adults. *Neuropsychology, 11*(1), 138.
- Troyer, A. K., Moscovitch, M., Winocur, G., & Leach, L. (1998). Clustering and switching on verbal fluency tests in Alzheimer's and Parkinson's disease. *Journal of the International Neuropsychological Society, 4*(02), 137-143.
- Turken, U., Whitfield-Gabrieli, S., Bammer, R., Baldo, J. V., Dronkers, N. F., & Gabrieli, J. D. (2008). Cognitive processing speed and the structure of white matter pathways: convergent evidence from normal variation and lesion studies. *Neuroimage, 42*(2), 1032-1044.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: A meta-analysis of training studies. *Psychological Bulletin, 139* (2), 352–402
- Van Schouwenburg, M. R., Onnink, A. M. H., Ter Huurne, N., Kan, C. C., Zwiers, M. P., Hoogman, M., ... & Cools, R. (2014). Cognitive flexibility depends on white matter microstructure of the basal ganglia. *Neuropsychologia, 53*, 171-177.
- Varney, N. R., Roberts, R. J., Struchen, M. A., Hanson, T. V., Franzen, K. M., & Connell, S. K. (1996). Design fluency among normals and patients with closed head injury. *Archives of Clinical Neuropsychology, 11*(4), 345-353.
- Vázquez, M. G., Villa, A. I., Sánchez, D. I., Vargas, J., & Plascencia, I. (2013). Pronóstico del traumatismo craneoencefálico pediátrico. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc, 51*(4), 372-7.
- Vik, P., & Ruff, R. R. (1988). Children's figural fluency performance: Development of strategy use. *Developmental neuropsychology, 4*(1), 63-74.
- Villodre, R., Sánchez-Alfonso, A., Brines, L., Núñez, A. B., Chirivella, J., Ferri, J., & Noé, E. (2006). Fluencia verbal: estudio normativo piloto según estrategias de “agrupación” y “saltos” de palabras en población española de 20 a 49 años. *Neurología, 21*(3), 124-130.
- Yeates, K. O., Taylor, H. G., Wade, S. L., Drotar, D., Stancin, T., & Minich, N. (2002). A prospective study of short-and long-term neuropsychological outcomes after traumatic brain injury in children. *Neuropsychology, 16*(4), 514
- Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., & Carlson, S. M. (2003). The development of executive function in early childhood. *Monographs of the society for research in child development, 68* (3), i-151.

Anexos

Anexo 1

Fluidez Verbal Semántica y Fonémica

Para la definición de los tipos de agrupaciones semánticas y fonológicas se siguieron las propuestas de, Nieto et al., (2008), Troyer y cols., (1997, 1998) y Villodre, (2006):

Agrupaciones en Fluidez Semántica “Frutas” (Villodre, 2006)

- Parejas de palabras Manzana-naranja, naranja-mandarina, fresa-fresón, manzana pera, melón-sandía.
- Fruta de invierno Cítricos: naranja, mandarina, limón, pomelo, etc. Manzana, pera, membrillo, jitomate,
- Fruta de primavera y verano (Fruta tropical): aguacate, mango, papaya, kiwi, piña, coco, banana, guayaba, maracuyá, chirimoya, etc. Melocotón, albaricoque, nectarina, cereza, fresa, sandía, higo, uva, baya, melón, granada, arándano, ciruela, níspero, caqui, pavía, grosella, mora, tuna.
- Fruta seca: higo, ciruela, orejón, dátil, nuez, cacahuete, avellana, almendra, pistacho

Agrupaciones en Fluencia Semántica “Animales” (Troyer, 2000)

- Animales africanos: oso hormiguero, antílopes, búfalos, camellos, camaleón, guepardo, chimpancé, cobra, eland (antílope), elefantes, gacelas, jirafas, gnu (antílope), gorila, hipopótamos, hienas, impala, chacal, lemur, leopardo, león, manatí, mangosta, mono, avestruz, pantera, rinoceronte, tigre, ñus, jabalíes, cebras, chita
- Animales australianos: emu (ave), canguro, kiwi (ave no voladora) , zarigüeya, ornitorrinco, demonio de Tasmania, wallaby (Ualabi: marsupial) , wombat (vombatidos).
- Animales del Ártico / Extremo Norte: auk, caribú, buey almizclero, pingüinos, osos polares, renos, seal (focas, osos, lobos y leones marinos, morsa).
- Animales de granja: pollo, vaca, burro, hurón, cabra, caballo, mula, cerdo, oveja, pavo.
- Animales América del Norte: el tejón, el oso, el castor, bobcat, caribú, ardilla, puma, venados, alces, zorros, alces, león de montaña, puma, conejo, mapache, zorrillo, ardilla, lobo.
- Animales acuáticos: cocodrilo, auk (alca gigante, pigüino), castor, cocodrilo, delfines, peces, ranas, langostas, manatí, rata almizclera, tritón, pulpo, nutria, ostra, pingüino, ornitorrinco, salamandra, leones marinos, osos, tiburones, sapo, tortuga, ballenas.
- Animales de carga: camello, burro, caballo, llama, buey.

- Animales utilizados por su piel: castor, chinchilla, zorro, visón, conejo.
- Mascotas: periquito, canario, gato, perro, hámster, golden retriever, conejillo de indias, hámster, loro, conejo.
- Aves: periquito, cóndor, águila, pinzón, kiwi, macaw (guacamaya), loro, perico, pelícano, pingüino, petirrojo, tucán, pájaro carpintero
- Bovino: bisonte, búfalo, vaca, buey almizclero, yak (bóvido de tamaño mediano, parecido al bisonte, habita en Asia)
- Canino: coyote, perro, zorro, hiena, chacal, lobo
- Venados: antílopes, caribúes, antílope eland, alces, gacela, gnu, impala, alces, renos, ñus
- Felino: lince, gato, guepardo, puma, jaguar, leopardo, león, lince, puma, ocelote (felino), pantera, puma, tigre.
- Pescado: robalo, pez guppy, salmón, trucha.
- Insectos: hormiga, escarabajo, cucaracha, pulgas, mosca, mantis religiosa
- Insectívoros: oso hormiguero, erizo, mole, musaraña.
- Primates: mono, babuino, chimpancé, gibón, gorila, humano, lemur, mono tití, mono, orangután, musaraña
- Conejos: conejo, liebre, pika (mamífero largomorfo)
- Reptiles / Anfibios: lagarto, camaleón, cocodrilo, rana, lagartija, iguana, lagarto, tritón, salamandra, serpiente, sapo, tortuga
- Roedores: castor, chinchilla, ardilla, jerbo, gopher (tuza), la marmota, conejillo de indias, hámster, erizo, marmota, topo, el ratón, la rata almizclera, puerco espín, ratas, ardillas, marmotas

- Comadreas: tejón, hurón, la marta, visón, meloncillo, la nutria, el turón, la mofeta.

Agrupaciones en Fluidéz Semántica “Animales” (Nieto et al., 2008)

- Animales domésticos/granja: perro, vaca, ratón, loro, etc.
- Animales de la sierra: ardilla, lobo, águila, etc.
- Animales tropicales/selva: cocodrilo, pitón, elefante, canguro, etc.
- Reptiles: cocodrilo, tortuga, iguana, etc.
- Animales que vuelan: loro, cuervo, búho, etc.
- Animales marinos: peces, mariscos, moluscos y mamíferos del mar.
- Insectos: hormiga, araña, libélula, etc.
- Pares de palabras: parejas de palabras que guarden una fuerte relación por formar parte de la cultura popular o estar incluidas en fábulas o cuentos (por ejemplo, elefante-ratón, liebre-tortuga, etc.)

Agrupaciones en fluidéz fonológica

- Dos primeras letras: alcachofa, almendra, etc.
- Rima: palabras que riman (por ejemplo, fascinación, función, etc.).
- Inicio/fin: palabras monosilábicas que comparten el primer y último sonido (por ejemplo, fin, fan, etc.).
- Homónimos: farol (lámpara) y farol (mentira), etc.

Anexo 2

Fluidez Gráfica Semántica

Grupo TCE

Participante	Total de dibujos producidos	Ítems (Dibujo realizado)	Categorías semántica	Tamaño medio de la agrupación	Perseveraciones	Intrusiones	Cambios
EC	6	Robot, plátano, luna, víbora, perro, mango	1: Animales	1 (2 palabras)	0	0	4
LE	4	Señor, señor , pelota, niño, mujer .	1: Personas	1 (2 palabras)	1	0	2
GJ	5	Lápiz, libreta , pelota, bandera, pastel.	1 : Útiles escolares	1 (2 palabras)	0	0	3
MG	16	Triángulo, globo, casa, rectángulo, círculo, cuadrado , corazón, rombo, estrella, luna, sol, libreta, lápiz, goma, celular, calculadora .	4: Figuras geométricas Astros Útiles escolares Artículo electrónico	2 (3 elementos) 2 (3 elementos) 2 (3 elementos) 1 (2 elementos) 7/4=1.75: 2	0	0	8
OE	12	Pizza, luna, sol, nube, mesa, puerta, casa, tele , zapato, triangulo, cuadrado , vaso de agua.	3: Elementos del firmamento <u>Artículos</u> del hogar	2 (3 elementos) 3 (4 elementos)	0	0	5

			Figuras geométricas	1 (2 elementos) 6/3=2			
AR	6	Balón futbol, número dos , rectángulo , cuadrado , puño, equis , zanahoria, silla.	1: Figuras geométricas	1 (2 elementos)	0	2	4
GI	11	Hombre, triangulo, frijol, rectángulo , rombo , manzana, barco , carro , mundo, sandía, domino.	2: -Figuras geométricas -Transportes	1 (2 elementos) 1 (2 elementos)	0	0	8
CA	7	Balón , carro , barquito , persona, cruz, muñeco, libro.	1 -Juguetes	2 (3 elementos)	0	0	4
AS	12	Robot, sandía, carro, conejo, niña, flores, columpio, globos de corazón, cuaderno y lápiz, silla, gato, payaso.	0	0	0	0	11
IA	4	Escoba, niño, jugo, niña	0	0	0	0	3

GRUPO M-E

Participante	Total de dibujos producidos	Ítems	Categorías semántica	Tamaño medio de la agrupación	Perseveración	Intrusión	Cambio
EM	6	Vara de árbol , flor , hoja , dedo, libro, lentes	1: Naturaleza	2 (3 elementos)	0	0	3
ED	5	Pelota, avión, carita feliz, lápiz, agua simple, ventana , gato, tarjeta	0	0	2	0	6
MJ	12	Circulo, mesa, triangulo, cruz, goma, flor , mariposa , abeja , garrafón , vaso , silla , cortinas	2: Naturaleza	2 (3 elementos) 3 (4 elementos)	0	0	6

			Objetos de casa	$5/2=2.5 \rightarrow 3$			
SA	10	Goma, tijeras, puerta, ventana, playera, cama, manzana, bota, lámpara, corbata.	2: Útiles escolares Casa	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	7
CT		Lápiz, sacapuntas, pelota, goma, bandera, silla, piedra, volcán, hormiguita.	2: Útiles escolares Volcán	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	6
NM		Estrella, corazón, corona, cuadrado, rectángulo, círculo, lápiz, bote basura, casa, cara triste, flor, perro.	1: Figuras geométricas	2 (3 elementos)	0	1	8
C A	12	Pelota, mesa, helado, cruz, arcoíris, paleta de dulce, paleta de hielo, canica, anillo, vaso, gorra, camisa.	2: Dulces Ropa	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	9
JM	15	Pelota, corazón, globos, triángulo, cuadrado, estrella, rectángulo, carita feliz, lápiz, mariposa, cara de león, portería de fútbol, botella, short, playera	3: Figuras geométricas Animales Prendas de vestir	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	12
IM	17	Corazón, persona, cara feliz, cara triste, manzana, sandía, durazno, mango, uvas, cerezas, bolsa de canicas, persona triste, otra persona triste, perro, trompeta, bandera, pasto, mariposa, corazón, corazón triste, corazón, corazón	2: Emociones Frutas	1 (2 elementos) 6 (6 elementos) $7/2: 3.5 \rightarrow 4$	5	0	10
ET	9	Plátano, manzana, pera, sandía, melón, Papaya, uva, fresa, rey, perro	1: Frutas	6 (7 elementos)	1	0	2

Grupo Normo

Participante	Total de dibujos producidos	Ítems	Categorías semántica	Tamaño medio de la agrupación	Perseveración	Intrusión	Cambio
LA	5	Pelota, triciclo , alberca, muñeca, computadora	1: Juguetes	1 (2 elementos)	0	0	3
SM	7	Pelota, triangulo, autoretrato (miguel), pelota de alguien más , huevo de pascua, huevo de pascua , cuadrado, rectángulo, ovalo	1: Figuras geométricas	2 (3 elementos)	3	0	4
JD	12	Corazón, estrella, luna , plátano, pájaro, árbol, rombo, trapecio , guitarra, cámara, flor, sol	3: Astros Naturaleza Figuras geométricas	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 3/3= 1	0	0	8
ÁR	8	Triangulo, balón de basquetball, cuadro, sandia, plátano , circulo, estrella , tomate, niño	1: Frutas	1 (2 elementos)	0	1	6
I	15	Helado, pelota, teléfono, lápiz, lentes, silla, puerta , cuaderno, basura, nariz, bolsa, casa, cortinas, suéter, zapatos	3: Casa <u>Separadas por palabras aisladas</u> Casa Ropa	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	11
LC	13	Corazón, cilindro, cubo , nota musical, coche, #9 , quemacocos, "T" , Chip, # del chip, garabato, árbol, serpiente , Michael Jackson (persona), paisaje, casa de ruedas , pata de dinosaurio.	3: Figuras geométricas tridimensionales Naturaleza Excursión	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	4	9

EM	17	Pelota, muñeca, silla, mesa, estuchera, pluma, goma, leche, celular, dedo, cuadrado, rectángulo, casa, tele, computadora, pizarrón, cuaderno.	6: Juguetes Muebles Útiles escolares Figuras geométricas Objetos de casa Escuela	1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1	0	0	9
PP	17	Manzana, mango, sandía, puerta, silla, mariposa, perro, tele, ipad, libro, niña, camisa, pantalón, audifonos, vaso, ventana, escuela.	5: Frutas Casa Animales Tecnología Ropa	2 (3 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 1 (2 elementos) 6/4=1.5→2	0	0	10
AP	8	Muñeca, pera, triangulo, silla, lápiz, libro, foco, lapicera	1 Escuela	1 (2 elementos)	0	0	7
ID	9	Cuaderno, lápiz, playera, pantalón, tennis, silla, cama, mesa, conejo	3: Útiles escolares Ropa Muebles	1 (2 elementos) 2 (3 elementos) 2 (3 elementos) 5/3=1.6→2	0	0	3

*Las palabras en rojo son perseveraciones o intrusiones

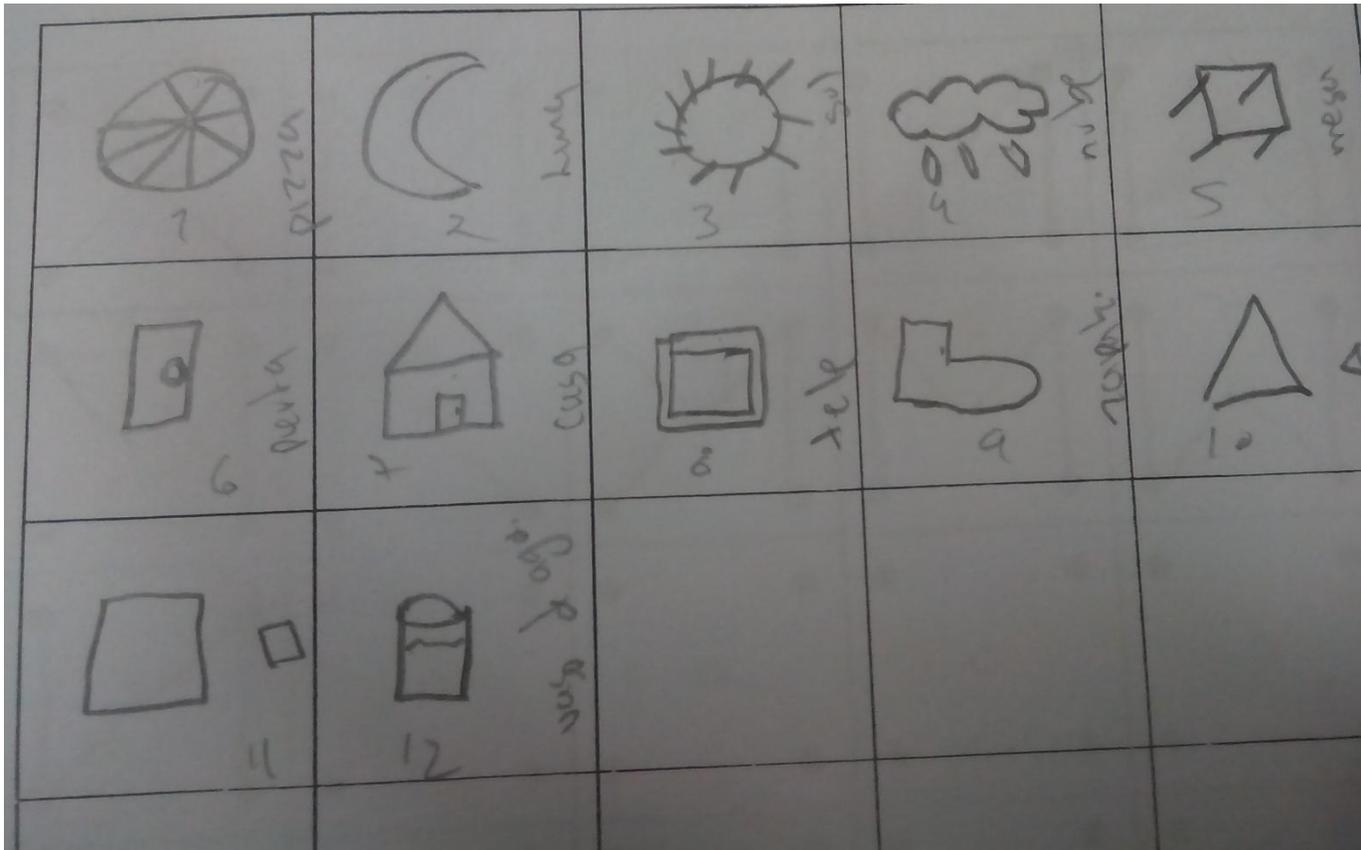
**Las palabras en color verde, azul y morado, pertenecen a alguna categoría semántica. En la columna vertical adyacente se especifica la categoría identificada.

Anexo 3

Pruebas Fluidez Gráfica Semántica

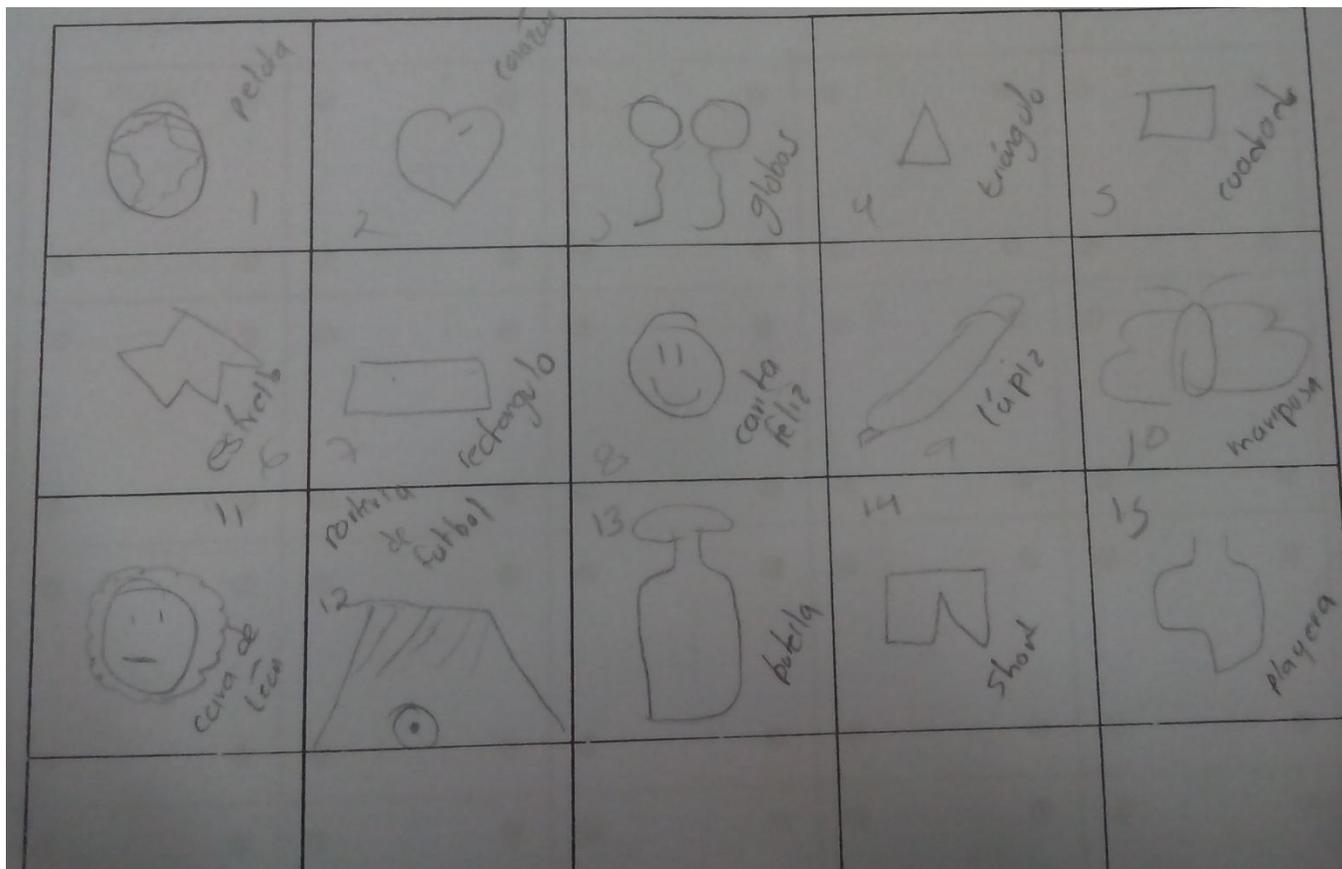
TCE

OE, 10 años



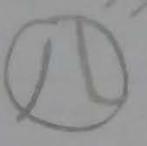
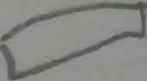
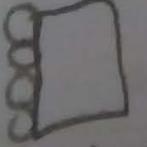
M-E

JM, 10 años



Normo

EM, 9 años

 apple 1	 boy 2	 house 3	 girl 4	 pencil 5
 pencil 6	 box 7	 leche 8	 sal 9	 dedo 10
 cuadrado 11	 rectangulo 12	 casa 13	 tele 14	 computa 15
 Pizza 16	 cuaderno 17			