



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE PSICOLOGÍA
División de Estudios Profesionales

“Toma de decisiones en niños con traumatismo craneoencefálico”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA

P R E S E N T A:

SARAH SANDRA FUENTES LIMAS

Directora de Tesis

Dra. Maura Jazmín Ramírez Flores

Revisor

Dr. Óscar Zamora Arévalo

Sinodales

Dr. Felipe Cruz Pérez

Mtra. Irma Zaldívar Martínez

Mtra. Azalea Reyes Aguilar



® Facultad
de Psicología

PAPIIT: IN307613-3

Ciudad Universitaria, CD. MX., 2016



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.

A mis padres, Sandra Limas y Marco Fuentes, por todo el apoyo y amor brindado desde el primer día de mi vida, no hay palabras suficientes para expresar mi agradecimiento y amor por ustedes.

A mi hermana del alma, Ingrid Gabriela, por tus palabras precisas, amor y confianza. Por inspirarme con tu entrega constante hacia lo que amas.

A mí querida tutora y maestra, la Dra. Maura Ramírez por tus enseñanzas en todos los sentidos y por las oportunidades brindadas con tanto cariño, creyendo siempre en mí, lo cual valoraré y guardaré como un regalo irrompible, siempre.

A mis amigas y amigos, que también son mi familia, gracias por sonreír y compartir conmigo, dándome mucho amor y apoyo sin importar el tiempo o la distancia. Cada uno sabe la importancia que tiene en mi vida, porque afortunadamente se los repito con frecuencia.

A Itzel por ser mi compañera de tesis y amiga para toda la vida.

A Daniel por todas las enseñanzas y momentos especiales durante este camino.

Al equipo de trabajo dentro del laboratorio por enseñarme, guiarme y compartir el proceso con alegría inclusive en los periodos más complicados.

A Ale Aguayo por toda la paciencia pingüina y entrega incondicional hacia lo que amas y crees, yo creo en ti siempre.

A la universidad por ser mi segundo hogar.

Al comité sinodal por revisar el presente trabajo de tesis.

Al Hospital General Regional No. 2 "Villa Coapa" IMSS y a los doctores que nos permitieron realizar nuestro trabajo, Dr.

Guillermo Alejandro Salas Morales, Dr. Jaime Contreras Vaca, Dr. José Adelfo Santos Cordero, Dr. José Luis Olvera Gómez, y Dra. María del Carmen Rojas Sosa.

Al apoyo del programa PAPIIT (IN307613-3) para que la investigación se llevará a cabo.

A los niños y sus padres por las lecciones de buen ánimo y paciencia.

A las personas especiales que se han cruzado en mi camino, motivándome para continuar y ser fiel a lo que soy y quiero ser.

Índice

Resumen.....	2
1. Traumatismo craneoencefálico.....	5
1.1. TCE Infantil.....	5
1.2. Fisiopatología.....	8
1.3. Clasificación del TCE.....	10
2. Toma de decisiones.....	12
2.1. Toma de Decisiones.....	12
2.2. Neurobiología de la toma de decisiones.....	17
2.3. Desarrollo de la toma de decisiones en niños.....	20
2.4. Evaluación de la toma de decisiones.....	21
3. TCE y toma de decisiones en niños.....	26
4. Justificación.....	29
5. Objetivos.....	30
6. Hipótesis.....	30
7. Metodología.....	31
7.1. Variables, tipo de estudio y diseño del estudio.....	31
7.2. Participantes.....	32
7.3. Instrumentos.....	35
7.4. Procedimiento.....	38
7.5. Análisis de los datos.....	39
8. Resultados.....	40
9. Discusión.....	48
10. Conclusiones.....	54
11. Referencias.....	55

Resumen

El traumatismo craneoencefálico (TCE) durante la niñez puede afectar el desarrollo y consolidación de diversas áreas cognitivas, entre las que destacan la memoria de trabajo, atención y funciones ejecutivas como la toma de decisiones. Esto podría tener un impacto a largo plazo en ciertas habilidades sociales y aumentar la probabilidad de elegir opciones impulsivas y riesgosas, sin embargo se sabe poco sobre los efectos del TCE en la toma de decisiones durante la infancia. El propósito de este estudio es observar el rendimiento en una tarea de toma de decisiones en los niños con TCE en una fase aguda en comparación con niños que sufrieron traumatismo músculo-esquelético (TME). 28 niños mexicanos entre los 4 y 8 años (9 con TCE leve, 3 con TCE moderado, 2 con TCE severo y 14 niños con lesiones ortopédicas pareados por edad y sexo) fueron incluidos de forma voluntaria en el estudio. La toma de decisiones se evaluó con una versión computarizada de la Tarea de apuestas de Iowa IGT adaptada para niños "Tarea del Burrito Hambriento". El análisis estadístico entre las puntuaciones totales del grupo TCE y el grupo TME mostró diferencias estadísticamente significativas ($p=0.050$) se observó que el grupo con TCE eligen opciones más desventajosas ($\bar{X}=-0.42$; $\sigma=10.90$), en comparación a los niños con traumatismo músculo-esquelético ($\bar{X}=8.00$; $\sigma=10.76$). El grado de severidad y la edad al momento de la lesión no mostraron relación con el desempeño en la tarea de apuestas. En conclusión, los niños con TCE de manera general tienden a elegir más opciones arriesgadas en una tarea de toma de decisiones. Los datos obtenidos tienen como objetivo proporcionar una mejor comprensión de los factores que intervienen en la toma de decisiones de los niños con traumatismo craneoencefálico y así, apoyar la mejora en su diagnóstico y tratamiento.

Abreviaturas

GCS: Escala de coma de Glasgow

IGT: Tarea de apuestas de Iowa

TBH: Tarea del burrito hambriento

TCE: Traumatismo craneoencefálico

TD: Toma de decisiones

TME: Traumatismo músculo-esquelético

TMS: Teoría del marcador somático

Capítulo 1. Traumatismo craneoencefálico

1.1. Definición de TCE infantil

El traumatismo craneoencefálico (TCE) es una lesión traumática producida sobre la bóveda craneal y su contenido. Puede implicar al menos, contusión o laceración del cuero cabelludo, del cráneo y una alteración del estado de conciencia. Esta patología incluye contusiones simples, fracturas craneales, edema cerebral traumático, daño axonal difuso y hemorragias intra o extra parenquimatosas como hematomas epidurales y subdurales, los cuales pueden ser producidos por diferentes tipos de eventos como caídas desde diferentes alturas, accidentes de vehículos simples y de motor (Martínez y Bonifaz, 2008).

Existen diversas definiciones de TCE que intentan englobar y enfatizar los factores básicos para identificar esta patología. La Asociación Americana del Daño Cerebral define al traumatismo craneoencefálico como una lesión al cerebro, las funciones cerebrales o alguna otra evidencia de patología cerebral, la cual no es de naturaleza degenerativa o congénita sino es causada por una fuerza externa que produce un estado de conciencia disminuido o alterado (Hooper, 2013).

Existe una definición que ha tenido un impacto importante para la población infantil en EUA, ya que incluye a los niños con secuelas, tanto físicas como psicológicas, cognitivas o sociales, dentro de la categoría de niños con discapacidad; esta explica al TCE como una lesión cerebral adquirida causada por una fuerza física externa la cual resulta en discapacidad parcial/total o en alguna deficiencia psicológica, o ambas, y que afectan de manera adversa el rendimiento educativo del niño. El término aplica para lesiones de cabeza abiertas o cerradas las cuales tienen como resultado deficiencias en una o varias áreas, como cognición (lenguaje, memoria, atención, razonamiento, pensamiento abstracto, juicio, solución de problemas, habilidades perceptuales, sensoriales y motoras; comportamiento psicosocial, procesamiento de la información y discurso) (Hooper, 2013).

El TCE tiene una incidencia anual muy elevada y aproximadamente 250 mil requieren hospitalización para observación o tratamiento. Dentro de la población adulta en EUA, cada año 1.7 millones de personas sufren TCE y constituye un tercio de las muertes relacionadas con lesiones (García y Reyes, 2013). El traumatismo craneoencefálico es una de las causas más comunes de discapacidad a largo plazo y muerte entre la población pediátrica. En Estados Unidos existe una incidencia anual de 345 casos de TCE Infantil dentro de 100,000 casos de hospitalización, debido a un aumento en la experiencia clínica y una mejora de los algoritmos en el tratamiento, la mortalidad general en los niños con TCE disminuyó en las últimas décadas (Andruskow y Deniz, 2014; Hanten y otros; 2008).

En México, el TCE es la tercera causa de muerte derivada de violencia y accidentes, con 35 567 defunciones anuales, con una mortalidad de 38.8 por 100 mil habitantes. En relación con hombres y mujeres, es mayor la incidencia en el varón (3:1), afectando principalmente a la población de entre 15 y 45 años. Dentro de las causas más comunes para este tipo de traumatismo se encuentran los accidentes de tráfico con un 75% aproximadamente, afectando más a los jóvenes menores de 25 años, motociclistas y personas que manejan en estado de ebriedad (Garduño, 2000).

En el caso de la población pediátrica mexicana, las lesiones traumáticas son un motivo frecuente para demanda de atención médica urgente; correspondiendo a un 25% y de estas lesiones traumáticas, el traumatismo craneoencefálico ocupa el segundo lugar cercano al 30% (Garduño, 2000). Por ejemplo en los lactantes, los maltratos físicos son la primera causa de lesión craneal, siendo el síndrome del niño sacudido (shaken baby syndrome) relativamente frecuente en los primeros seis meses de vida (Martínez y Bonifaz, 2008). Así mismo, durante la niñez las fracturas son las lesiones más frecuentes, secundarias al traumatismo craneoencefálico, principalmente en menores de 12 meses de edad. En los niños mayores de 12 años con traumatismo craneoencefálico grave, las fracturas se presentan en el 43% de los casos, la hemorragia subaracnoidea en el 58%,

mientras que el daño cerebral no focalizado o difuso, la contusión y el edema en el 43% de los casos (García, Reyes y Diegopérez, 2003). Interesantemente, menos de la mitad buscan atención especializada, 10% de los cuales son hospitalizados y 7% tienen daño cerebral significativo (Anderson, 2012). 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.

Este fenómeno puede presentarse en diferentes escenarios, principalmente en la vía pública por cualquier vehículo en movimiento, debido al uso incorrecto de las medidas de seguridad dentro del auto, en patios de recreo, práctica de deportes, etc. Dentro del hogar las caídas representan un porcentaje importante (37%), entre las que destacan las caídas de la cama, de escaleras y azoteas. En este tipo de situaciones los niños frecuentemente sufren colisiones con objetos estacionarios, principalmente los que aún gatean, así como los traumatismos ocasionados por el uso de vehículos montables de juguete y andaderas (García y Reyes, 2013). En niños de 4 a 14 años las caídas y los accidentes automovilísticos son las principales causas de TCE (Anderson, 2012), en un estudio con población mexicana (n= 469), entre los mecanismos de producción del TCE se encontraron las caídas en primer lugar (72%) seguido por accidentes automovilísticos en 20% (García, Reyes y Diegopérez, 2003).

Se presume que el impacto del TCE en niños es mayor que el presentado en los adultos con lesiones similares, basándose en el hecho de la inmadurez del cerebro infantil y cómo una lesión puede afectar el desarrollo neuronal y en consecuencia el desarrollo cognoscitivo (Anderson, 2012), la lesión axonal difusa interrumpe dicho desarrollo, impactando procesos tales como la mielinización y la maduración del lóbulo frontal (Catroppa y Anderson, 2006). El parenquima infantil tiene mayor contenido de agua en la sustancia gris y blanca así como metabolismo aumentado. El flujo sanguíneo cerebral y el consumo de oxígeno son casi del doble al del adulto (Martínez y Bonifaz, 2008).

Las consecuencias del TCE Infantil incluyen condiciones físicas como lesiones ortopédicas relacionadas o politraumatismo, deficiencias motoras, convulsiones; así como disminución en habilidades cognoscitivas, principalmente en áreas de atención, memoria, percepción, procesamiento del discurso y funciones ejecutivas; bajo rendimiento académico, impulsividad, socialización y funciones adaptativas (Taylor y Maegan, 2008).

1.2 Fisiopatología

El TCE se origina de la energía mecánica ejercida sobre la cabeza, al rebasar su capacidad para resistirla. Los cambios iniciales causados por esta energía o fuerza se conocen como lesión primaria o mecánica, mientras que los eventos que le siguen y continúan causando más daño, se conocen como lesión secundaria o no mecánica (Garduño Hernández, 2000).

La fisiopatología de las lesiones en el traumatismo craneoencefálico es muy variada, puede ser directa, la cual implica daño penetrante en el cerebro resultando en una fractura de cráneo o indirecta, en donde están involucrados mecanismos de aceleración y desaceleración; esto puede causar daño difuso o focal (Algattas y Huang, 2014).

- Traumatismo directo o abierto es una lesión provocada por un objeto filoso o un proyectil que penetra el cuero cabelludo, la válvula craneal, las meninges y el parénquima cerebral. Este tipo de lesión expone al ambiente a la cavidad intracraneal y su contenido, aumentando el riesgo de la aparición de infecciones secundarias o epilepsia postraumática (Arbour, 2013).
- Traumatismo indirecto o cerrado en donde el cerebro se lesiona por un impacto con el cráneo o por un movimiento severo y repentino que causa el contacto por fuerza del cerebro con la mesa interna del cráneo. Este contacto puede causar daño directo al tejido y hemorragias capilares como la contusión cerebral o lesión vascular, las cuales pueden resultar en hematomas epidurales, colección de sangre entre la bóveda y la

duramadre que se origina por la deformación craneal o la fractura del cráneo (75 a 90%), que provoca el desgarramiento de ramas de las arterias meníngeas y ocasionalmente tiene origen venoso; hematomas subdurales causados por una inercia de alta energía, pero de corta duración en la que la desaceleración origina tensión y sección a nivel de la interfase dura-aracnoides lo que provoca que los vasos superficiales o las venas “puente” se vean afectadas (Algattas y Huang, 2014; Garduño Hernández, 2000; Hooper, 2013).

Para entender mejor estos procesos se ha clasificado en lesiones primarias y secundarias:

Lesiones primarias

Son resultado de las fuerzas mecánicas que actuaron sobre el cerebro; esta fase comienza en el momento de la lesión resultado de diferentes tipos de causas como fractura con hundimiento de cráneo, lesión golpe contra-golpe, hematoma subdural y epidural, hemorragia intracerebral así como laceraciones y contusiones cerebrales (Arbour, 2013).

Tabla 1. Mecanismos del TCE

Mecanismos	Lesión principal
Impacto	Vascular (hemorragias) Lesión axonal
Fuerzas inducidas por la inercia	Lesión axonal
Penetrante	Necrosis localizada de tejido
Explosión	Inflamación cerebral

Existen muchas formas de energía mecánica que pueden actuar sobre la cabeza; puede ser de manera lenta y estática o de manera rápida y dinámica. Las fuerzas inducidas por la inercia (aceleración-desaceleración) o por el contacto (deformación del cráneo, ondas del choque) son las causas finales de la lesión.

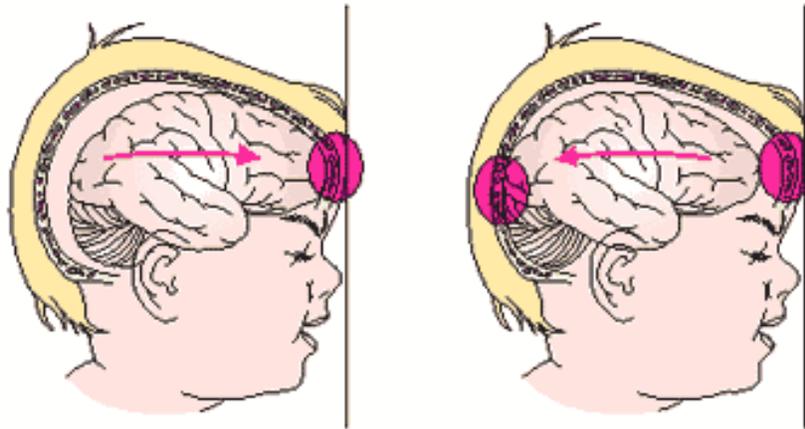


Imagen 1. Lesión golpe contra golpe producto de un traumatismo indirecto

Lesiones secundarias

Hacen referencia a los cambios biomoleculares y fisiológicos seguidos de la lesión primaria, donde se incluyen principalmente isquemias cerebrales, fallas de autorregulación, metabolismo anaeróbico, aumento de lactato en tejido, falla en la energía celular así como liberación de aminoácidos excitatorios y pérdida de la integridad de la membrana celular (Greve y Zink, 2009).

Por otra parte, después de un traumatismo craneoencefálico se producen daños mecánicos lo que conlleva a una reducción del flujo sanguíneo en el cerebro, y esto conduce a muerte celular mediada por excitotoxicidad (Algattas & Huang, 2014).

1.3 Clasificación

Una de las clasificaciones más usadas para medir el grado de la lesión del traumatismo craneoencefálico es la escala de coma de Glasgow (GCS por sus siglas en inglés) la cual fue diseñada para proporcionar un indicador objetivo del grado de consciencia en adultos con TCE. Es de gran utilidad para conocer el grado de disfunción cerebral, también puede servir para fines pronósticos y hacer comparaciones interinstitucionales. Se evalúa tres índices principales de la vigilia los cuales son (Veliz-Pintos y Gámez-Romero, 1998):

- Apertura ocular
- Respuesta verbal
- Respuesta motora

Se clasifica como traumatismo leve cuando la puntuación de la GCS es 14-15, moderado cuando la puntuación es de 9 a 13 y severo cuando es menor a 8 puntos en la GCS (Kolb y Wishaw, 2003).

Tabla 2. Puntuación y valoración según la Escala de Coma de Glasgow (GCS). Tomada y traducida de Hooper, 2013.

Apertura Ocular		Respuesta verbal		Respuesta motora	
Puntos	Valoración	Puntos	Valoración	Puntos	Valoración
4	Espontánea	5	Orientada	6	Responde a órdenes verbales
3	Reacciones al lenguaje no específicas	4	Confusión o desorientación	5	Localiza el dolor
2	Respuesta a estímulos dolorosos	3	Conversación incoherente	4	Retira al dolor
1	Sin respuesta	2	Palabras incomprensibles	3	Flexión anormal (descorticación)
				2	Extensión anormal. (deserebración)
				1	Sin respuesta

Diagrama de la clasificación del TCE

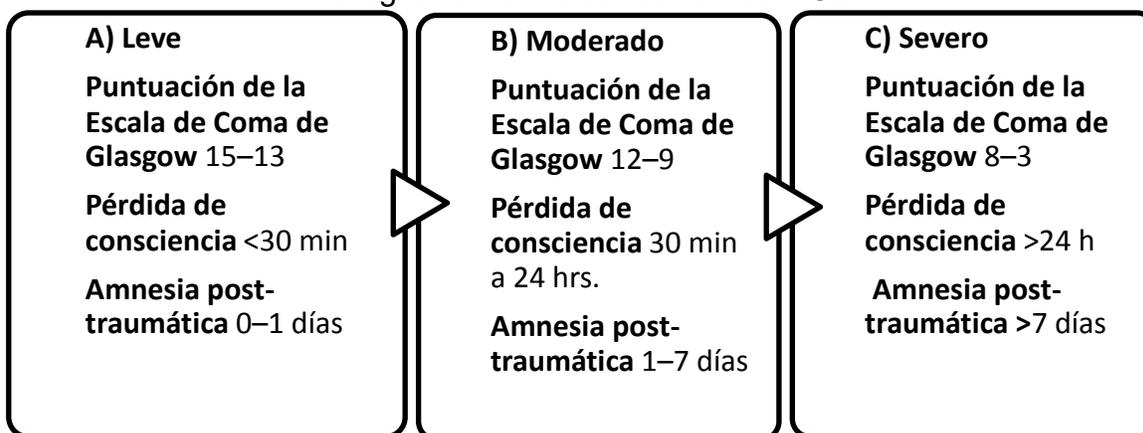


Fig. 1. Diagrama de la escala del TCE. Modificado de Arbour, 2013.

Debido a que la aplicación de la GCS es difícil en algunos pacientes de la población infantil, particularmente en niños que aún no hablan o que están intubados, se han hecho algunas adaptaciones específicas, estas incluyen a la escala Pediátrica de Coma modificada por Simpson y Reilly en 1982 y la Escala de Coma para Niños. Estas escalas siguen la configuración general de la GCS, pero tienen adaptaciones en algunos rubros (Donders, 2008).

Capítulo 2. Toma decisiones

2.1 Toma de Decisiones

Las funciones ejecutivas son habilidades necesarias para dirigir las acciones para conseguir objetivos específicos y pueden definirse como un conjunto de procesos mentales que permiten regular y controlar otras conductas y habilidades. Estos procesos mentales incluyen a la capacidad de iniciar y finalizar acciones, monitorizar y cambiar la conducta si es requerido, planificar la conducta futura al enfrentarse a situaciones nuevas, anticipar las consecuencias de los actos así como adaptarse a cambios situacionales (Redolar, 2014). Los estudios de funciones ejecutivas en humanos se han enfocado en dos aspectos principales: aspectos “fríos” enfocados en funciones cognoscitivas y aspectos “calientes” relacionados a procesos afectivos, dentro de esta rama se encuentra la toma de decisiones cuando tiene consecuencias emocionalmente significativas (Kerr y Zelazo, 2004).

La toma de decisiones es una actividad común que el ser humano lleva a cabo diariamente dentro de diferentes áreas de su vida cotidiana. Una decisión puede ser definida como el resultado de un proceso cognoscitivo dirigido a metas que lleva a la selección de un curso de acción dentro de varias alternativas disponibles incrementando la probabilidad de supervivencia del individuo. Este proceso involucra diferentes niveles de riesgo, incertidumbre, así como recompensas (Bandyopadhyay y Pammi, 2013).

Diversas disciplinas se han enfocado en el estudio de la toma de decisiones a nivel individual, por ejemplo, en economía se evalúa principalmente al individuo como agente enteramente racional a la hora de tomar una decisión, ante estos supuestos surgen teorías psicológicas, como la teoría de las perspectivas de Daniel Kahneman, en la cual se propone que la utilidad depende de los antecedentes del bien/fortuna presente y no solo de esta, así como la heurística del afecto de Slovic donde se plantea que las personas hacen juicios y toman decisiones consultando sus emociones, entre muchas otras (Kahneman, 2014).

Paulus (2005) propone 5 dimensiones importantes que pueden influir en la toma de decisiones de un individuo:

1. La toma de decisiones esta normalmente asociada a condiciones de incertidumbre, es decir, las probabilidades de un resultado asociado a una acción, así como a las asociaciones de una acción y su resultado con experiencias en el pasado. La toma de decisiones bajo condiciones de riesgo se refiere a las decisiones que pueden traer recompensas o castigos sin tener una plena predicción de los resultados (Dong y Lin, 2014).
2. En una situación donde se tiene que tomar una decisión cada opción tiene cierto valor determinado; dicho valor es derivado de la posible recompensa o castigo asociado al resultado de la elección de esa opción. Esto difiere con las teorías tradicionales de utilidad ya que los puntos de referencia, los cuales definen las opciones con mayor preferencia, no siempre son constantes y pueden variar dependiendo de las alternativas disponibles.
3. La toma de decisiones se lleva a cabo a través del tiempo, por lo que las acciones del pasado y sus resultados afectan la evaluación futura de las opciones disponibles.
4. En diversas situaciones donde se requiere tomar una decisión se encuentran relacionados otros individuos o grupos de individuos. Las opciones no solo son evaluadas de acuerdo a los valores positivos o negativos de la persona que tomara la decisión, sino también se basa en los efectos de esa decisión en otros sujetos o grupos, estas posibles consecuencias pueden tener un efecto profundo en el valor atribuido a una opción.
5. La toma de decisiones depende mucho del contexto por lo que es muy difícil concluir que exista una situación genérica de toma de decisiones.

De manera general, la toma de decisiones conlleva dos componentes: el cognitivo y el afectivo (Leijenhorst, 2008).

Cognitivo: Se refiere a la estimación de la probabilidad, es decir, que opción tiene la mayor probabilidad de resultar en una recompensa o ganancia, y la evaluación de la recompensa, la cual está asociada al resultado menos probable, esto es, lo que hace que una recompensa pueda ser clasificada como lo suficientemente buena como para tomar un riesgo (Leijenhurst, 2008).

Afectivo: Durante el proceso de elección, las posibles opciones que se le presentan al sujeto siempre están cargadas de un valor emocional, también llamado valencia. Si se otorga una valencia positiva a un estímulo o evento, los sujetos buscarán obtener dichos estímulos o eventos en situaciones posteriores. Sin embargo, si a cierto estímulo se le otorga una valencia negativa, las probabilidades de elegir nuevamente ese estímulo disminuirán. Además de conceptualizar la valencia, este componente también integra las “corazonadas” o “intuición” propias de un individuo, estas nada tienen que ver con la probabilidad de un evento pero son un componente afectivo y por ende involucran a la emoción (Leijenhurst, 2008).

Se han planteado distintas teorías que explican el proceso de la toma de decisiones en situaciones reales basándose en la influencia emocional sobre el desempeño y funcionamiento del individuo. Bandyopadhyay y Pammi (2013) mencionan que existen dos tipos de influencias afectivas: emociones relevantes e irrelevantes. Las emociones relevantes son aquellas que se originan simultáneas a la toma de decisión, las cuales son percibidas durante el momento preciso de la elección o cuando se experimenta la consecuencia, algunos ejemplos de estas emociones son la decepción y el arrepentimiento. Las emociones irrelevantes son aquellas que vienen de otras fuentes ajenas a la toma de decisiones, estas pueden estar presente en estímulos ambientales distintos o simplemente depender del estado de ánimo basal de la persona, como estar de buen humor o con disposición (Bandyopadhyay y Pammi, 2013).

La teoría del marcador somático (TMS) de Bechara y Damasio (2004) surge como una alternativa ante los modelos económicos que utilizan la teoría de utilidad

esperada sin considerar factores emocionales. Inicialmente el concepto de utilidad fue concebido basado en la idea de que las personas establecían sus valores de riqueza basándose en el placer o dolor, sin embargo dichas nociones de utilidad fueron eliminadas de los modelos económicos subsecuentes. La TMS propone que existe un mecanismo emocional que señala rápidamente las consecuencias prospectivas de una acción y que en consecuencia ayudan a la selección de una respuesta ventajosa; se plantea que existe un número determinado de estructuras y operaciones que son requeridas para la observación normal de la toma de decisiones, el daño en este marcador degradaría la velocidad para deliberar entre opciones y dificultaría la elección de una opción que resulte en mayor ganancia. Esta hipótesis expone que las señales polarizadas provenientes del cuerpo son integradas en regiones cerebrales de orden superior, particularmente la corteza prefrontal ventromedial y así regulan la toma de decisiones en situaciones complejas.

Damasio (2004) define una emoción como una colección de cambios en el cuerpo y estados del cerebro que son activados por un sistema cerebral dedicado a responder a contenidos específicos de la auto-percepción, actual o pasada, y que está relacionada a un objeto o evento en particular, estos son denominados como “estímulos emocionalmente competentes”. Las respuestas corporales o somáticas involucran ciertas modificaciones fisiológicas; estas modificaciones varían desde cambios en el ambiente interno y visceral que no son perceptibles a simple vista (ej. Liberación endocrina y frecuencia cardiaca) hasta cambios en el sistema musculo esquelético que pueden ser obvios para un observador externo (ej. Expresión facial y postura). Las respuestas que son destinadas al cerebro conllevan a que el sistema nervioso central libere ciertos neurotransmisores (ej. Dopamina, serotonina, acetilcolina y noradrenalina), haya una modificación activa del estado de los mapas somatosensoriales tales como la corteza insular y que se modifique la transmisión de una señal desde el cuerpo hasta regiones somatosensoriales. El ensamble de todas estas respuestas en el cuerpo y el cerebro constituyen una emoción. Este ensamble de las señales marcadas en

regiones somatosensoriales del cerebro proveen los ingredientes esenciales de lo que en última instancia es percibido como un sentimiento, fenómeno que es percibido por el sujeto que lo está generando.

Los estados somáticos pueden ser inducidos por:

- 1) Inductores primarios: Estímulos innatos o aprendidos que causan estados de placer o aversión. Una vez presentes en el ambiente impulsan una respuesta somática automática y obligatoria. También pueden ser conceptos o conocimientos que a través del aprendizaje pueden provocar una respuesta emocional ej. Escuchar que ganaste un premio.
- 2) Inductores secundarios: Entidades generadas por el recuerdo de un evento emocional hipotético ej. pensamientos o memorias.

Los estados somáticos se han visto relacionados con la toma de decisiones ya que hay una influencia de las señales somáticas en los contenidos mostrados en la memoria de trabajo que ayudan a aprobar o rechazar los “objetos” o “respuesta ante los objetos” que vienen a la mente a la hora de ponderar una decisión. Estos estados interfieren con la selección de una respuesta y por lo tanto hacen que la ocurrencia de un determinado comportamiento sea más probable o menos probable. Esta hipótesis apoya la idea de que la toma de decisiones es guiada por señales emocionales (somáticas) que son generadas ante la anticipación de eventos futuros, por lo tanto si no tuviéramos la capacidad de generar estas señales no podríamos evitar elegir las opciones que conducen a mayores pérdidas (Bechara y Damasio, 2004).

Por otra parte existen estudios que refutan esta hipótesis y explican como el conocimiento consciente guía el comportamiento ventajoso en la Tarea de apuestas de Iowa (Maia y McClelland, 2004). Los otros mecanismos que pudieran proporcionar una explicación de los deficits de comportamiento encontrados en el desempeño de toma de decisiones son la memoria de trabajo, dificultad en la reversión del aprendizaje (cambiar la preferencia aprendida de estímulos inicialmente gratificantes y que posteriormente conyevan castigos), un cambio en

la conducta de riesgo (las alteraciones en el comportamiento de selección pueden simplemente reflejar las diferencias individuales en la preferencia por riesgo en lugar de un comportamiento de toma de decisiones basado en los conceptos "bueno" o "malo"), insensibilidad a los resultados gratificantes o de castigo, por último se propone a la apatía o falta de motivación (Dunn, 2006).

2.2 Neurobiología de la Toma de Decisiones

Los procesos neurobiológicos que subyacen al procesamiento para tomar una decisión, son objeto constante de investigación y se han propuesto diversos modelos que tratan de explicar cómo la elección de una respuesta se da en una situación en donde se debe llevar a cabo una decisión. Cada uno de los procesos involucrados en la toma de decisiones están relacionados con la actividad de distintos sistemas neuronales que integran tanto circuitos cognoscitivos como emocionales (Ernst y Paulus, 2005). En estudios, como el de Miller y Cohen (2001), se ha demostrado el papel necesario de la corteza prefrontal para controlar el proceso de pensamiento y acción. La toma de decisiones en la vida cotidiana se ve alterada cuando existen lesiones en la amígdala y en algunas áreas de la corteza prefrontal, principalmente en áreas ventromediales, dorsolaterales y orbitofrontales (Fig. 2), las cuales desencadenan conductas en donde se eligen reforzadores grandes e inmediatos pero que a largo plazo resultan desventajosos (Crone y Van Der Molen, 2010).

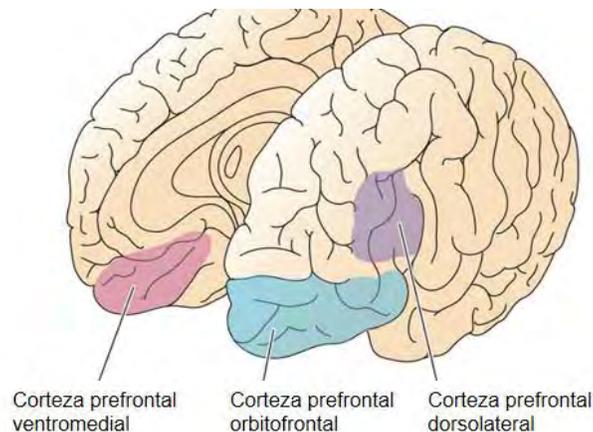


Fig. 2. Áreas de la corteza prefrontal asociadas a la toma de decisiones.

Corteza Ventromedial

Damasio (1996) sugiere que la corteza prefrontal ventromedial juega un papel importante en la toma de decisiones del adulto debido a que es un sustrato neuronal necesario para activar estados emocionales de los llamados inductores secundarios del marcador somático, en este caso la corteza ventromedial uniría el conocimiento de los eventos con los patrones de estados somáticos relacionados con los “sentimientos” relacionados con el evento. Los pacientes con lesiones en esta área presentan una preferencia por reforzadores inmediatos combinado con una sensibilidad reducida para predecir consecuencias futuras tanto positivas como negativas así como problemas en la expresión emocional, paradójicamente estos pacientes conservan un nivel intelectual normal (Bechara y Damasio, 2004).

Corteza dorsolateral

La corteza dorsolateral está asociada a los procesos de memoria de trabajo, fluidez, planificación solución de problemas complejos, flexibilidad mental, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación (Stuss y Alexander, 2000). Las porciones más polares de la corteza prefrontal dorsolateral se encuentran relacionadas con procesos de mayor jerarquía cognitiva como la metacognición, permitiendo la autoevaluación o monitorización y el control de la actividad en base al desempeño continuo. También se ha visto que participa en la cognición social y el autoconocimiento, haciendo una integración de las experiencias emocionales y cognitivas de un individuo por lo cual apoya aspectos computacionales a la hora de tomar decisiones (Stuss y Alexander, 2000).

Corteza orbitofrontal

La corteza orbitofrontal (COF) participa en la regulación de las emociones, en las conductas afectivas y sociales, así como en la toma de decisiones basadas en estados afectivos (Damasio, 1998). La COF está relacionada con la codificación y representación de algunos reforzadores primarios como el gusto y el tacto, asocia estímulos con estos reforzadores primarios. Se encuentra

involucrada en el procesamiento de la información relacionada con la recompensa y el castigo, permitiendo la detección de cambios en las condiciones de reforzamiento, necesarias para realizar ajustes durante el desarrollo de una conducta (Elliott y cols., 2000; Rolls, 2004).

Un rol especial de la COF es que provee una valencia a los estímulos que recibe de los sistemas sensoriales, lo que la convierte en una reguladora del comportamiento motivacional. Su porción caudal recibe estrechas conexiones desde la amígdala (Rolls, 2004). Las conexiones con el hipotálamo y la sustancia gris periacueductal permiten a la corteza orbitofrontal y ventromedial integrar las respuestas emocionales con la cognición, así asociando los marcadores somáticos propuestos por Bechara y Damasio con la representación de eventos actuales o pasados.

Como ya se había mencionado, la amígdala manda conexiones a la porción caudal de la corteza orbitofrontal, este sustrato límbico es necesario para activar estados somáticos de los llamados inductores primarios que menciona Damasio en su teoría del marcador somático. La amígdala relaciona a un estímulo que provoca una respuesta emocional con su valor afectivo, cuando esta área es lesionada en humanos se reduce la respuesta automática a una gran variedad de estímulos estresantes o emocionales. Con respecto a la toma de decisiones las lesiones de la amígdala alteran la respuesta emocional a la información compleja aprendida que a través del aprendizaje ha adquirido propiedades que de forma automática provocan respuestas emocionales. Ejemplos de este tipo de información cognitiva son conceptos aprendidos como "ganar" o "perder". Los pacientes con daños en la amígdala muestran una respuesta baja en la conductancia de la piel al ganar o perder diversas cantidades de dinero. Estudios recientes han demostrado que los participantes con daño amígdala reducen la aversión a la pérdida monetaria. Los estudios de neuroimagen funcional también han apoyado la idea de que la amígdala está involucrada en la relación recompensa/castigo y la valencia. El aumento de la activación de la amígdala se ha encontrado en la reacción al ganar y perder dinero. La amígdala también se ha

visto activada cuando los sujetos eligen opciones asociadas con magnitudes de recompensa grandes, cuando toman opciones que reflejan evitación con culpa o cuando se valora el riesgo en contextos tanto de ganancia como de pérdida (Gupta y cols, 2010).

No sólo la amígdala está involucrada en vincular los estímulos con atributos afectivos a la hora de tomar decisiones (Bechara, Damasio y Damasio, 2000), también se ha identificado la participación de las cortezas somatosensorial e insular, el hipocampo, la corteza anterior del cíngulo así como el núcleo accumbens (Bechara y Damasio, 2004; Euston, Gruber y McNaughton, 2012).

Además de los factores emocionales que intervienen a la hora de tomar una decisión se han propuesto que procesos que involucran la atención y la memoria de trabajo son claves a la hora de tomar decisiones, también se incluyen otros aspectos como la personalidad (Levine, Black y Cheung, 2005).

2.3. Desarrollo de la toma de decisiones en niños

Con base en distintas investigaciones se han desarrollado paradigmas conductuales para estudiar la capacidad de los niños para tomar decisiones y su entendimiento sobre la probabilidad de sus consecuencias. Al respecto Schlottman y Anderson (1994) sugieren que los niños a los 5 años de edad pueden entender el concepto de valor esperado, es decir, que tienen la noción de que existe una relación entre el valor de una recompensa y la probabilidad de obtener dicha recompensa. Sin embargo, en otros estudios se ha encontrado que los niños pequeños, de entre 4 y 5 años, basan sus decisiones cuando los elementos de elección están asociados con probabilidades de recompensa diferente al número absoluto de la ganancia de elementos sin tener en cuenta cuantos elementos pierde (Crone y Van der Molen, 2004). En un estudio realizado por Garon y Moore (2004) no se encontraron diferencias en el desempeño de una tarea de elección bajo riesgo en niños entre 3 y 6 años, únicamente en la

consciencia que los niños tenían sobre las estrategias de la tarea, siendo los más grandes los que lograron anticipar mejor las consecuencias de sus decisiones.

Conforme los niños van creciendo, van adoptando una estrategia que abarca correctamente las proporciones de pérdida y ganancia; la mayor parte de los niños de 11 años o más utilizan esta estrategia casi a la perfección, logrando anticipar mejor los resultados de sus decisiones y eligiendo opciones con beneficios a largo plazo (Crone y Van der Molen, 2004).

La toma de decisiones bajo circunstancias de incertidumbre no permite hacer un análisis rápido y guiado por reglas simples, como sumas y multiplicaciones de costo y beneficio. Los estudios mencionados facilitan las probabilidades de recompensa a los niños, mientras que en la vida real las probabilidades deben de ser inferidas y aprendidas por experiencias pasadas. A su vez, las características de la tarea utilizada para evaluar elecciones de riesgo en niños puede ser uno de los factores que influye en la relación de la edad con aprender a diferenciar entre opciones ventajosas y desventajosas.

Crone y Van der Molen (2004) consideran que existen diversas funciones cognitivas que contribuyen a las diferencias en el desarrollo de la habilidad de toma de decisiones. Una de ellas es la memoria de trabajo, la cual es importante para que el niño pueda ser capaz de recordar los resultados de sus elecciones; esta función sirve para integrar la nueva información que pueda ser potencialmente relevante con la información previa.

2.4 Evaluación de la toma de decisiones

Para poder detectar las deficiencias en la toma de decisiones de pacientes con lesión en la corteza prefrontal ventromedial Bechara y sus colaboradores (1994) diseñaron una tarea análoga a una situación de toma de decisiones en la vida real, esta prueba es conocida como la tarea de apuestas de Iowa (IGT). Esta tarea se ha usado para investigar los procesos cognitivos y emocionales

asociados a la toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre. La tarea consiste en elegir entre cuatro barajas con las letras A, B, C y D respectivamente, cada vez que el participante seleccione una carta puede ganar o perder dinero. El objetivo del juego es ganar tanto dinero como sea posible.

Las barajas A y B se consideran desventajosas, ya que las pérdidas superan a las ganancias, obteniendo así, una pérdida neta; mientras que las barajas C y D se consideran ventajosas por que las ganancias superan a las pérdidas, obteniendo una ganancia neta. Asimismo, las barajas A y C tienen castigos frecuentes, pero pérdidas bajas, mientras que las barajas B y D tienen castigos poco frecuentes, pero con pérdidas altas.

Conforme los sujetos avanzan en la tarea de IGT, paulatinamente empiezan a comprender las reglas que la rigen; hay barajas más ventajosas que otras. Se describen tres etapas para dicha comprensión de las reglas, en la primera fase los sujetos no tienen idea de qué barajas les conviene más, durante la segunda etapa comienzan a tener “corazonadas” o presentimientos acerca de qué barajas pueden ser las más ventajosas y en la etapa final la mayoría de los sujetos saben cuáles son las cartas que son más convenientes para obtener la mayor cantidad de puntos posibles. Se les pregunta al final de la tarea si saben cuáles eran las cartas más ventajosas para obtener puntos, cuáles eran las menos ventajosas y si creen haber perdido o ganado.

Debido a su utilidad para evaluar la toma de decisiones, la IGT se ha adaptado a diversas poblaciones, particularmente en niños, tanto en la etapa preescolar como escolar. Una de ellas es la realizada por Kerr y Zelazo (2004) llamada “Children’s Gambling Task” las modificaciones en esta versión incluyen emplear dos mazos de cartas en lugar de 4, en lugar de utilizar dinero como recompensa se usaron dulces, había cantidades menores de ganancia y pérdida, las ganancias eran representadas con caritas felices y las pérdidas eran representadas con caritas tristes en lugar de utilizar texto escrito y por último se utilizaron 50 ensayos en lugar de 100. Otra versión resaltante es la “Iowa Gambling task for children”

(Garon y Moore, 2004), en esta adaptación se utilizó dinero de juguete llamado “smarties”, durante 40 ensayos en lugar de 100, con una contingencia de ganancia y pérdida que variaba cada 5 cartas en lugar de cada 10 cartas esto para compensar las diferencias del número de ensayos.

Crone y van der Molen (2004) desarrollaron una versión modificada de la IGT apropiada para niños de edad escolar, que en contraste con la “Children’s Gambling Task”, mantiene la complejidad de la prueba original al presentar 4 opciones en lugar de dos. En esta versión computarizada se les presenta a los participantes cuatro puertas y se les da la instrucción de seleccionar la puerta donde ganen más manzanas para un “burrito hambriento”, que está ubicado en la parte inferior de la pantalla, teniendo en cuenta que las manzanas con tache significan pérdida de unidades. Al igual que en la IGT, dos de las puertas se encuentran en desventaja a largo plazo, debido a que la magnitud de recompensas y castigos son mayores, mientras las otras dos puertas tienen ventajas a largo plazo, ya que aunque dan recompensas pequeñas en cada ensayo, también tienen pérdidas menores (Crone, 2004).

En este sentido todos los participantes pudieron realizar la tarea estándar que contenía 100 ensayos. El mejor rendimiento futuro de cada puerta variaba, ya que las ganancias eran mayores en las puertas de altas ganancias (A y B), y menores en las puertas de baja remuneración (C y D). La frecuencia de castigo de cada puerta variaba, ya que la frecuencia de castigo fue mayor para las puertas A y C (50% de los ensayos) e inferior para las puertas B y D (10% de los ensayos). Al seleccionar las puertas A o B resultaba en la ganancia de cuatro manzanas, mientras que la selección de las puertas C o D resultaba en la ganancia de dos manzanas. Al elegir la opción A el participante podía recibir 40 manzanas después de seleccionar la puerta 10 veces o recibir cinco castigos imprevistos ya sea de 8, 10, 10, 10, o 12 manzanas, con un costo total de 50 manzanas, terminando con una pérdida neta de 10 manzanas. Si seleccionaba 10 puertas B recibía 40 manzanas pero también tenía una pérdida imprevista de 50 manzanas, finalizando con una pérdida neta de 10 manzanas. Al seleccionar 10 puertas C

recibía una ganancia de 20 manzanas y cinco pérdidas imprevistas de 1, 2, 2, 2, o 3 manzanas (10 manzanas) teniendo una ganancia neta de 10 manzanas. El mismo proceso ocurría en la puerta D, excepto que en lugar de encontrarse con cinco derrotas tenía una pérdida imprevista de 10 manzanas, finalizando con una ganancia neta de 10 manzanas. En resumen, las puertas A y B fueron equivalentes en términos de pérdida total general durante los ensayos, teniendo como diferencia la probabilidad de pérdida frecuente pero de menor magnitud en la puerta A, mientras que en la puerta B la probabilidad de pérdida era infrecuente pero de mayor magnitud. Las puertas C y D fueron equivalentes en términos de ganancia global neta. En la puerta C, la probabilidad de pérdida era frecuente y de menor magnitud mientras que en la puerta D la probabilidad de pérdida era infrecuente, pero con mayor magnitud (Crone y van der Molen, 2007).

En esta versión de la tarea las consecuencias a largo plazo de las puertas están cruzadas con la frecuencia de los castigos, con la finalidad de que una de las puertas desventajosas y una de las ventajosas resulten en pérdidas frecuentes pero pequeñas, mientras que las otras dos puertas tengan una mayor magnitud de pérdida pero con frecuencia variadas. Con respecto a la edad, el desempeño en la tarea de "Hungry Donkey" cambia en dos aspectos importantes. En primer lugar los niños de 6 a 18 años de edad gradualmente van aprendiendo a seleccionar puertas ventajosas en un menor número de ensayos. Los niños más jóvenes en este rango de edad tienden a seleccionar opciones desventajosas. Se propone que esto se debe a que se ven atraídos por recompensas grandes e inmediatas, por lo que presentan una especie de "miopía para el futuro". El segundo aspecto hace referencia a las comparaciones del rendimiento de los niños en esta prueba con adolescentes mayores y adultos, los niños muestran una aversión a las puertas que tengan castigos más frecuentes. Por lo que se infiere que inicialmente son más propensos a preferir puertas con pérdidas menos frecuentes, particularmente si presentan recompensas inmediatas, sobre las puertas de pérdidas frecuentes, tanto grandes como pequeñas. Con el paso de la maduración se ha observado que los niños comienzan a tener consciencia de las

consecuencias a futuro de sus decisiones así como la estimación de la proporción de las pérdidas o ganancias (Carlson y Zayas, 2009; Dong y Lin, 2014; Huizenga y cols., 2007).

Se ha reconocido una toma de decisiones más arriesgadas en los niños y adolescentes en comparación con los adultos, ya que tienen dificultades para tomar en cuenta las consecuencias futuras de su comportamiento en situaciones inciertas donde nuestras acciones no sólo tienen una consecuencia inmediata sino que también pueden llevar a una consecuencia positiva o negativa a largo plazo. Aunque las conductas de elección en promedio mejoran con la edad, existen notables diferencias individuales en la niñez como la agresión, uso de sustancias y selección de pares nocivos en la adolescencia que pueden influir sobre variables adaptativas (Carlson y Zayas, 2009). Existen estudios que demuestran que los prescolares que fueron más exitosos a la hora de esperar en situaciones gratificantes a largo plazo, resultaron ser adolescentes con niveles más altos de atención y concentración así como mayor auto control y tolerancia a la frustración, también eran percibidos por sus padres y compañeros como más competentes en ámbitos interpersonales (Garon y Moore, 2004).

3. TCE sobre toma de decisiones en niños

Como se ha mencionado anteriormente, los niños con traumatismo craneoencefálico presentan diversas dificultades en dominios neuropsicológicos distintos; principalmente en la memoria de trabajo, inhibición cognoscitiva y conductual, así como funciones ejecutivas de alto orden, como son la solución de problemas y la toma de decisiones (Schmidt y Hanten, 2011). Kurowski (2013) menciona que después de sufrir un TCE, los padres de los niños y adolescentes, reportan que presentan secuelas cognitivas, entre las que se encuentran las funciones ejecutivas.

En algunos estudios con población adulta se ha descrito que los individuos al presentar un daño en la corteza orbitofrontal o ventromedial persisten en tomar elecciones que ofrecen recompensas inmediatas más grandes pero también pérdidas mayores a largo plazo, esto a pesar de haber tenido un *insight* o consciencia verbal sobre las opciones que más les convenían a largo plazo. De igual manera se dice que los niños con una lesión focal en áreas ventromediales y orbitofrontales son insensibles ante contingencias de reforzamiento y castigo, presentan dificultades a la hora de tomar decisiones y tienen un desarrollo deficiente tanto académico como psicosocial (Schmidt y Hanten, 2011).

Los hallazgos de la relación entre el TCE y problemas en la toma de decisiones se han obtenido de los estudios con adultos. Sin embargo son escasas las investigaciones en población infantil. A continuación se describen los estudios encontrados.

Hanten y Schiebel (2006) realizaron un estudio para comparar las habilidades de toma de decisiones en niños y adolescentes con traumatismo craneoencefálico crónico (más de un año de haber presentado el evento); evaluaron a 11 niños y adolescentes de entre diez y diecisiete años de edad, 9 con lesión en amígdala y 2 con lesión en la corteza prefrontal ventromedial. Los resultados mostraron que los pacientes con lesiones ventromediales tendían a seleccionar la baraja con opciones ventajosas, mientras que los niños con lesiones en la amígdala elegían

las barajas con opciones desventajosas durante los bloques de la prueba o distribuían por igual sus elecciones entre las barajas ventajosas y desventajosas. También encontraron que los niños que tuvieron el TCE en edades más tempranas, mostraron mayores deficiencias en esta tarea en comparación a los que presentan un TCE en edades más tardías, por lo tanto es importante considerar este factor como primordial a la hora de hacer análisis en estudios posteriores. Estos resultados se deben interpretar con cautela ya que el tamaño de la población en ambos grupos es pequeña y heterogénea (Hanten y Schiebel, 2006).

En un estudio más reciente, Schmidt y colaboradores (2011) analizaron longitudinalmente la habilidad de toma de decisiones de un grupo de niños y adolescentes (6 a 17 años de edad) con TCE moderado y severo, comparado con un grupo de niños con lesiones ortopédicas. Fueron evaluados con una versión modificada de la IGT, a los 1, 3, 12, 18 y 24 meses posteriores a la lesión. Los niños con TCE mostraron una menor variabilidad en cuanto a la evolución positiva de la habilidad de toma de decisiones, ya que tuvieron un incremento en el desempeño (puntaje) en el primer mes posterior a la lesión pero conforme pasaban los meses el desempeño se mantenía plano e incluso se mostró un decremento en la última revaloración. El desempeño de los participantes mejoró conforme pasaban los bloques en una misma sesión, teniendo un patrón de ganancias constante durante los primeros tres bloques, este patrón no mostró diferencias entre ambos grupos, sin embargo los participantes del grupo con TCE, principalmente los más pequeños, mostraban mayor deterioro en la línea base (las primeras evaluaciones). Esta trayectoria menos dinámica durante el tiempo sugiere una atenuación en la trayectoria del desarrollo esperado. Estos resultados concuerdan con otros estudios que siguen la trayectoria de recuperación en otras funciones cognitivas de niños con TCE, en donde aunque se observan cambios positivos con el tiempo, estos son significativamente menos profundos a lo esperado a lo largo del curso de desarrollo de la estructura cerebral en los niños (Levine, 2005; Hanten y Menefee, 2008; Schmidt y Hanten, 2012).

Levin y Hart (2003) proponen que la toma de decisiones está influenciada por otros factores como la timidez, la impulsividad y la tristeza que tienen los niños, y está influenciada por el comportamiento que tienen sus padres a la hora de tener que tomar decisiones.

4. Justificación

La toma de decisiones es una función ejecutiva primordial para diversas áreas de la vida cotidiana. Existen diversas áreas cerebrales relacionadas con la toma de decisiones que pudieran verse involucradas después de presentar un traumatismo craneoencefálico (ej. Corteza prefrontal ventromedial); los niños que sufren lesiones en áreas relacionadas con el funcionamiento de las habilidades para tomar una decisión pueden tener barreras que impiden la interacción social apropiada para su edad e incrementan la probabilidad de tener problemas a la hora de tomar decisiones por ejemplo hacer elecciones impulsivas y mal planeadas en el futuro (Schmidt y Hanten, 2012).

En estudios con población adulta se han encontrado deficiencias a la hora de tomar decisiones posterior a una lesión por traumatismo craneoencefálico, sin embargo, existen pocos estudios sobre cómo el traumatismo craneoencefálico en su etapa sub-aguda afecta este procesamiento en los niños. En esta investigación se analizarán las diferencias entre la ejecución y tiempos de respuesta en la tarea del burrito hambriento (TBH) por parte del grupo con traumatismo craneoencefálico (TCE) y el grupo control con traumatismo músculo-esquelético (TME), así como las diferencias en la ejecución dependiendo la edad en que ocurrió el traumatismo craneoencefálico (TCE) y diferencias de ejecución dependiendo el grado de severidad del traumatismo craneoencefálico (TCE) para así, poder tener una mejor comprensión de las secuelas en esta función ejecutiva durante etapas tempranas de la patología.

Preguntas de investigación

- ¿Habrá una diferencia en el desempeño de la tarea de toma de decisiones entre el grupo con TCE en comparación con el grupo control con TME?
- ¿La edad en la que ocurrió el TCE será un factor ante el desempeño de la tarea de toma de decisiones?
- ¿Habrá una diferencia en el desempeño de la tarea de toma de decisiones dependiendo del grado (leve, moderado y severo) de severidad del TCE?

- ¿Existirá una diferencia en los tiempos de reacción entre el grupo con TCE en comparación con el grupo con TME?

5. Objetivos

General

Analizar el desempeño en una tarea de toma de decisiones en niños después de haber sufrido un traumatismo craneoencefálico durante su fase aguda, comparado con un grupo control (niños con lesión músculo-esquelética).

Específicos

- Analizar la habilidad de toma de decisiones en niños con TCE en comparación al grupo con lesiones músculo-esqueléticas mediante la ejecución en la Tarea del Burrito Hambriento.
- Identificar si existe relación entre la habilidad de toma en niños con TCE y la edad en la que ocurrió la lesión.
- Analizar los efectos de la severidad del TCE sobre la toma de decisiones mediante la Tarea del Burrito Hambriento.
- Analizar el promedio en tiempo de reacción en niños con TCE en comparación al grupo con lesiones músculo-esqueléticas.

6. Hipótesis Específicas

- H1: El grupo de niños con TCE tendrá un rendimiento general menor en la Tarea del Burrito Hambriento con respecto al grupo control con TME.
- H2: A menor edad de ocurrencia del TCE, será mayor la alteración sobre el desempeño en la Tarea del Burrito Hambriento.
- H3: Los niños con TCE severo y moderado tendrán una puntuación general menor en la Tarea del Burrito Hambriento en comparación con los niños con TCE leve.
- H4: Habrá diferencias al comparar el promedio de tiempo de reacción del grupo de niños con TCE y niños con TME.

7. Metodología

7.1. Variables, tipo de estudio y diseño del estudio

Variable dependiente

Toma de decisiones. Se refiere a la elección de un curso de acción dentro de varias alternativas. La ejecución será medida por la resta de los puntos obtenidos en las puertas menos los castigos proporcionados por las puertas de la TBH durante los 100 ensayos (Crone, Bunge, Latenstein y vander Molen, 2005).

Tiempo de reacción. Tiempo de respuesta en donde el participante elige una opción dentro de varias alternativas. El tiempo será medido en milisegundos durante los 100 ensayos de la TBH.

Variable independiente

Traumatismo craneoencefálico: alteración en la función cerebral u otra evidencia de patología cerebral causado por una fuerza externa (Menon y Schwab, 2010).

TCE leve: puntuación entre 13 y 15 en la escala de coma de Glasgow.

TCE moderado: puntuación entre 9 y 12 en la escala de coma de Glasgow, pérdida de la conciencia mayor de 10 minutos y menor a una hora.

TCE severo: puntuación entre 3 y 8 en la escala de coma de Glasgow, pérdida de la conciencia mayor a 24 horas.

Traumatismo músculo-esquelético (TME): El traumatismo ortopédico incluye heridas, contusiones, desgarres, esguinces y fracturas. Así por ejemplo, las que requieren hospitalización son las relacionadas con lesiones en ligamentos y estructuras óseas según el reporte médico-clínico sustentado en radiografía y entrevista con el padre o tutor.

Tipo de estudio y diseño

Es un estudio comparativo entre grupos con TME y TCE, así como correlacional, según la edad en que ocurrió el TCE.

Diseño transversal, descriptivo, cuasi experimental, ya que se recolectaron los datos en un solo momento y tiempo único comparativo sin realizar una manipulación de la variable dependiente. Su propósito será comparar la ejecución en toma de decisiones entre el grupo con lesiones músculo esqueléticas y el grupo con TCE.

7.2. Participantes

La muestra intencional estuvo conformada por un total de 28 niños de 4 a 8 años de edad, los cuales fueron seleccionados dentro del Hospital General Regional No. 2 "Villa Coapa" del IMSS, así como los que asistieron de manera voluntaria al Laboratorio de Neuropsicología y Cognición de la Facultad de Psicología de la UNAM. El grupo de TCE está conformado por 14 niños de ambos sexos de entre 4 y 8 años de edad con TCE leve, TCE moderado y TCE severo en fase sub aguda, los cuales recibieron el diagnóstico y grado de severidad por un médico internista al momento de ingreso a la unidad de urgencias del hospital. El grupo control fue conformado por 14 niños de ambos sexos con lesiones músculo-esqueléticas, pareados por edad y sexo con el grupo de TCE. La participación de los niños fue voluntaria, se les explicó a sus padres o tutores en qué consiste el estudio y posteriormente se les pidió a estos últimos que firmaran una carta de consentimiento informado. Ambos grupos cumplen con los criterios de inclusión y exclusión determinados para cada grupo.

Criterios de inclusión del grupo control

- Tener un traumatismo músculo esquelético, por ejemplo en ligamentos: Por sus características anatómicas y funcionales, se manifiestan los síntomas

de dolor, movimiento anormal a la exploración física (inestabilidad), que permiten establecer el grado de lesión, desde una distensión ligera hasta la ruptura total. Las articulaciones más afectadas son tobillo, rodilla y hombro.

- Pareados por edad, sexo, grado de escolaridad y tiempo de la lesión (sub-aguda) con participantes del grupo con TCE
- Tener entre 4 y 8 años de edad
- Tener un desarrollo típico
- Tener un desempeño cognitivo dentro del rango normal
- Contar con vista y/o audición normal o corregida
- Lengua materna español
- Estar cursando el preescolar o la primaria

Criterios de exclusión

- Tener antecedentes de problemas intrauterinos o perinatales.
- Tener obesidad, diabetes, cardiopatías, padecer alguna enfermedad neurológica (que no sea consecuencia del TCE) y/o autoinmune.
- Tener o haber padecido alguna enfermedad neurológica (tumores, encefalitis, meningitis, epilepsia, lupus eritematoso, traumatismo craneoencefálico moderado o severo, etc.).
- Tener enfermedades heredofamiliares de importancia o enfermedad psiquiátrica incluyendo depresión.
- Tener alguna enfermedad psiquiátrica como psicopatía, trastorno antisocial de la personalidad, esquizofrenia.
- Estar en tratamiento psicoterapéutico durante un periodo mayor a un mes.
- Tener problemas moderados o severos del aprendizaje (lectura, escritura, cálculo, comprensión) previos al traumatismo.
- Tener un trastorno conductual previo al traumatismo.
- Comisión de actos ilegales.
- No tener el consentimiento de su padre o tutor.

Criterios de inclusión para el grupo con TCE

- Estar en la etapa sub aguda de la lesión (primer mes)

Grupo TCE Leve

- Puntuación en la Escala de Coma de Glasgow de 13 a 15
- Diagnóstico del expediente médico
- Sin pérdida de conciencia
- Sin periodos de confusión y amnesia postraumática
- Neuroimagen con alteraciones cerebrales (hematoma, edema, laceración, isquemia)

Grupo TCE Moderado

- Puntuación en la Escala de Coma de Glasgow de 9 a 12
- Diagnóstico del expediente médico
- Pérdida de conciencia menor a 1 hora
- Periodos de confusión y amnesia postraumática menor a 24 horas.
- Alteraciones neurológicas focales
- Neuroimagen con alteraciones cerebrales (hematoma, edema, laceración, isquemia) que confirmen el daño

Grupo TCE Severo

- Puntuación en la Escala de Coma de Glasgow de 3-8 puntos
- Diagnóstico del expediente médico
- Pérdida de conciencia mayor a 1 hora
- Periodos de confusión y amnesia postraumática mayor a 24 horas.
- Neuroimagen con alteraciones cerebrales (hematoma, edema, laceración, isquemia) que confirmen el daño

Criterios de exclusión

- Tener obesidad, diabetes, cardiopatías, padecer alguna enfermedad neurológica (que no sea consecuencia del TCE) y/o autoinmune
- Tener antecedentes de problemas intrauterinos o perinatales

- Tener problemas moderados o severos del aprendizaje previo al TCE (lectura, escritura, cálculo, comprensión).
- Tener promedio menor a 8.00
- Tener un trastorno conductual previo al TCE
- Tener alguna enfermedad psiquiátrica como psicopatía, trastorno antisocial de la personalidad, esquizofrenia
- Estar durante más de un mes bajo tratamiento farmacológico para Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad o Trastorno Depresivo Mayor
- Estar en tratamiento psicoterapéutico durante un periodo mayor a un mes.
- Comisión de actos ilegales
- No tener el consentimiento de su padre o tutor

7.3. Instrumentos

Historia clínica

Se utilizó una historia clínica impresa para recabar datos generales del paciente y los padres, composición familiar, datos clínicos (antecedentes pre y peri natales, desarrollo psicomotor, enfermedades actuales, antecedentes heredofamiliares) antecedentes y datos escolares, conductuales y socio afectivos.

Carta de consentimiento informado

Se hizo entrega de un consentimiento informado para padres con el fin de explicar el objetivo del proyecto y las áreas que serían evaluadas, así como el procedimiento de las evaluaciones y revaloraciones ya que este trabajo forma parte de un proyecto mayor llamado “Factores de Recuperación en Niños con TCE, Aspectos Neuropsicológicos y Electrofisiológicos” (Ver anexo 1).

Hoja para preguntas de comprensión de la tarea

Preguntas antes de comenzar con la prueba para evaluar el nivel de entendimiento de las instrucciones y el objetivo principal de la tarea así como

preguntas posteriores a la tarea para identificar la comprensión de las opciones ventajosas o desventajosas presentadas (Ver anexo 2).

Tarea del burrito hambriento (TBH)

Se utilizó una versión computarizada de la tarea propuesta por Crone y Van der Molen (2004) “Hungry Donkey Task” o “Tarea del burro hambriento” (TBH), adaptada para niños mexicanos cuya lengua materna es el español (De Gyves, 2015). Para la aplicación de la prueba TBH se usó una computadora portátil a una distancia aproximada de 65 cm del niño, el cual debió permanecer sentado durante la prueba. En primer lugar el evaluador les explicó a los participantes las instrucciones utilizando como apoyo unas imágenes de ejemplo de la tarea así como las instrucciones escritas, y posteriormente se les hicieron unas preguntas para medir el nivel de comprensión de la tarea (anexo 1). Posteriormente se les pidió a los niños que comenzarán con la tarea la cual está conformada por 4 puertas donde un “burro”, ubicado en la esquina inferior izquierda de la pantalla, gana estímulos (manzanas) o pierde estímulos (manzanas con tache) según la elección de la puerta, en la parte inferior también se encuentra una barra que muestra el color rojo cuando va perdiendo y verde cuando va ganando, la duración aproximada de la tarea fue de 15 a 20 minutos (Fig. 3). Al final de la prueba el niño respondió un cuestionario respecto a su desempeño en la tarea (anexo 1).



Fig. 3 Gráficos de la TBH, se observa como al hacer *click* en la puerta 3 (B) se da una recompensa de dos manzanas.

La tarea consiste en la presentación en una computadora de una imagen en la cual se muestra en la parte superior cuatro puertas y en la parte inferior un burro. El niño elige la puerta que desea abrir seleccionándola con un *click*. Cada puerta representa las ganancias (ganancias de manzanas) o las pérdidas (pérdida de manzanas). Las puertas 1 (C) y 2 (V) son desventajosas ya que hay una pérdida neta al final de la prueba (recompensas inmediatas de mayor magnitud/castigos con mayor magnitud) y las puertas 3 (B) y 4 (N) son ventajosas ya que hay una ganancia neta al final de los ensayos (recompensas inmediatas de menor magnitud/castigos con menor magnitud). En cuanto a la frecuencia de pérdidas las puertas 1 (C) y 3 (B) respectivamente tienen una pérdida con una frecuencia del 50% de los ensayos, mientras que las puertas 2 (V) y 4 (N) tienen una frecuencia de pérdida del 10% de los ensayos (tabla 3). Cada ensayo inicia con la presentación de la serie de puertas a seleccionar, seguida por la respuesta del participante, así como una barra en la parte inferior que muestra el color rojo si el niño va perdiendo y verde si va ganando. Posterior a la respuesta del participante,

se presenta una pantalla con la retroalimentación (ganancias o pérdidas de manzanas) durante 500 ms, después se presenta el siguiente ensayo. Hay un total de 100 ensayos.

Tabla 3. Comparación de contingencias (ganancia y pérdida) entre la tarea original de IOWA y la tarea del burro hambriento (TBH).

	Baraja/Puerta 1	Baraja/Puerta 2	Baraja/Puerta 3	Baraja/Puerta 4
IOWA Original	Ganancia: 100 (100%) Pérdida: 200/250/300 (50%) Puntaje neto: 1000-1250= -250	Ganancia: 100 (100%) Pérdida: 1250 (10%) Puntaje neto: 1000-1250= -250	Ganancia: 50 (100%) Pérdida: 25/50/75 (50%) Puntaje neto: 500-250= 250	Ganancia: 50 (100%) Pérdida: 10 (10%) Puntaje neto: 500-250= 250
TBH	Ganancia: 4 (100%) Pérdida: 8/10/12 (50%) Puntaje neto: 40-50= -10	Ganancia: 4 (100%) Pérdida: 50 (10%) Puntaje neto: 40-50= -10	Ganancia: 2 (100%) Pérdida: 1/2/3 (50%) Puntaje neto: 20-10= 10	Ganancia: 2 (100%) Pérdida: 10 (10%) Puntaje neto: 20-10= 10

Tomado y traducido de Crone, 2005.

Para el análisis posterior de la toma de decisiones se tomaron en cuenta las puntuaciones directas de la TBH, medidas por la fórmula $[(B+N)-(C+V)]$, es decir que se le restan el total de las opciones desventajosas al total de las opciones ventajosas elegidas. La aplicación de la fórmula es por cada uno de los 5 bloques (20 ensayos cada uno) y para la puntuación total de los 100 ensayos. El tiempo de respuesta es medido por la reacción en milisegundos durante cada ensayo de la tarea TBH, esta información es proporcionada automáticamente por el programa computarizado de la tarea.

7.4. Procedimiento

La presente investigación forma parte de un proyecto titulado “Factores de Recuperación en Niños con TCE, Aspectos Neuropsicológicos y Electrofisiológicos” en el cual se realizan evaluaciones de diferentes áreas (cognitivas, sociales y emocionales). Se entregó una carta de consentimiento informado a los familiares de los participantes que decidieron formar parte en la evaluación, en donde se les explicó en qué consistía la investigación, también se les pidió a los familiares que llenaran una historia clínica estructurada para obtener información del traumatismo craneoencefálico y lesiones músculo esquelético. La evaluación se realizó de manera individual, en la Facultad de Psicología de la UNAM en un cubículo cerrado, con condiciones ambientales adecuadas así como en el Hospital General Regional No.2 “Villa Coapa” del IMSS, así como el Hospital General “Dr. Maximiliano Ruiz Castañeda” en Naucalpan de Juárez, México.

7.5. Análisis de los datos

Los datos fueron capturados y analizados mediante el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) versión 22 para Windows 8.1 y el programa GraphPad Prism versión 5 para Windows 8.1.

- ▶ Se obtuvo la estadística descriptiva de las variables demográficas (sexo, edad, escolaridad y el tiempo de evolución), así como un análisis para evaluar la distribución normal y homogeneidad de varianzas con una prueba Kolmogorov-Smirnov.
- ▶ Se aplicó una prueba paramétrica t de Student para grupos independientes o varianzas entre grupos desiguales para comparar los resultados (puntaje y tiempo de reacción) del grupo con TCE y el grupo TME.
- ▶ Se realizó un análisis de correlación de Pearson entre la edad en que ocurrió el traumatismo craneoencefálico de los niños con TCE y la puntuación en la TBH.
- ▶ Se realizó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis para comparar la ejecución de los participantes del grupo TCE según su grado de severidad.

8. Resultados

Variabes demográficas

Se evaluaron un total de 28 pacientes dividido en dos subgrupos: TME y TCE. La edad promedio fue de 6.21 en ambos grupos, con un tiempo de evolución aproximado de 1 mes, como se observa en la Tabla 4. No se observaron diferencias significativas entre las variables demográficas de ambos grupos.

Tabla 4. Variables demográficas de los grupos con traumatismo musculoesquelético (TME) y craneoencefálico (TCE).

	Sexo		Edad		Escolaridad		Tiempo de evolución	
	H	M	Media	D.E.	Media	D.E.	Media	D.E.
TME (14)	6	8	6.29	1.49	3.93	1.59	1.23	0.59
TCE (14)	6	8	6.14	1.56	3.71	1.77	1.07	0.26

H: hombres; M: mujeres; D.E.: desviación estándar.

El tipo de lesiones presentadas en los niños con TCE se observa en la figura 4 en donde el 29% no presentaron alteraciones cerebrales visibles en la tomografía axial computarizada (TAC), en un 15 % no se obtuvo la información y el resto presentó distintas lesiones resultado del traumatismo craneoencefálico.

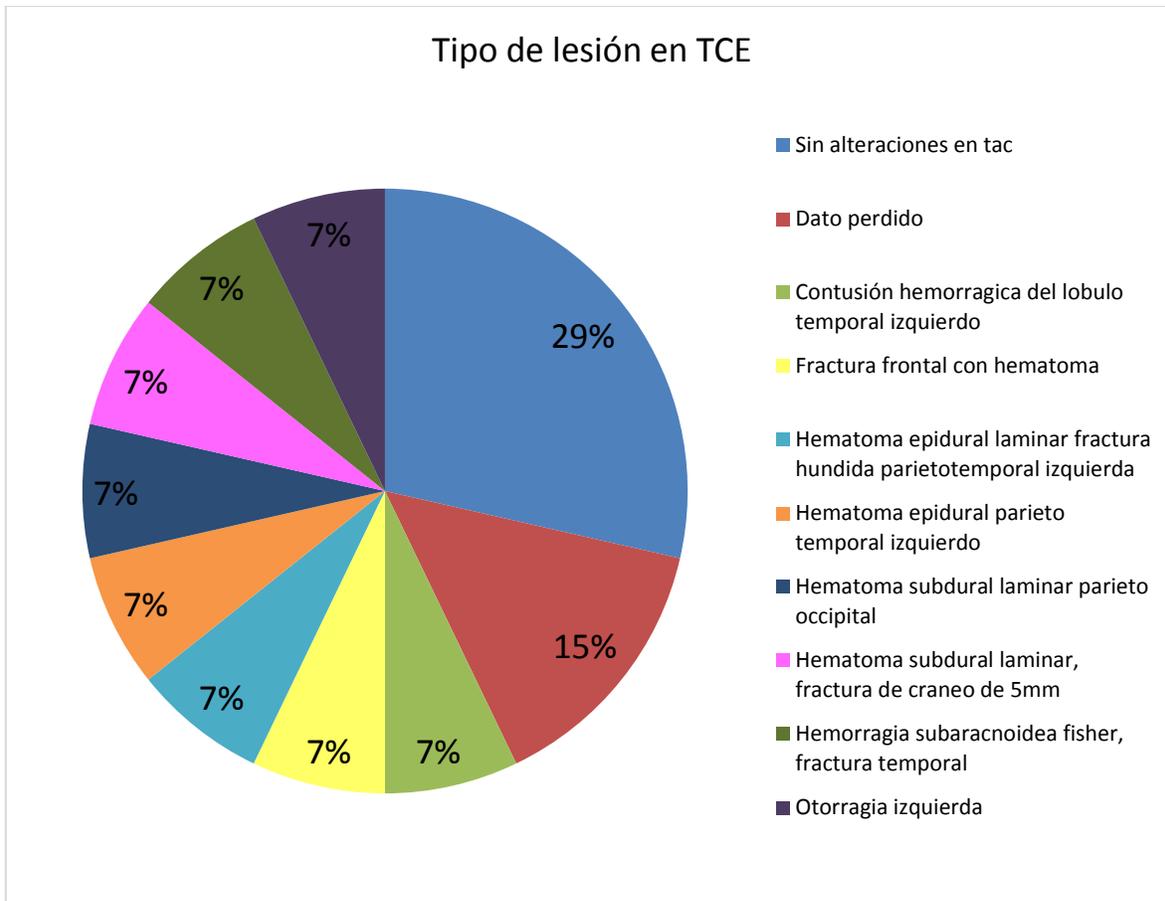


Fig. 4. Porcentaje de los diferentes tipos de lesiones resultado del traumatismo craneoencefálico, obtenido a través de una tomografía y reportado en el expediente médico.



Fig. 5. Porcentaje de la severidad del TCE

Tabla 5. Descripción de las alteraciones cerebrales presentadas en los pacientes con TCE (leve, moderado y severo).

Tipo TCE	Edad	Sexo	Alteraciones Cerebrales
<i>Leve</i>	4	Masculino	Dato perdido
<i>Leve</i>	4	Masculino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	4	Femenino	Hematoma epidural laminar, fractura hundida parieto-temporal izquierda
<i>Leve</i>	5	Masculino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	6	Femenino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	6	Masculino	Dato perdido
<i>Leve</i>	6	Femenino	Hematoma subdural laminar, fractura de cráneo de 5 mm
<i>Leve</i>	7	Femenino	Sin alteraciones en TAC
<i>Leve</i>	8	Masculino	Hemorragia subaracnoidea Fisher, fractura temporal
<i>Moderado</i>	5	Femenino	Hematoma subdural laminar, parieto-occipital
<i>Moderado</i>	8	Masculino	Hematoma epidural, parietotemporal izquierdo
<i>Moderado</i>	8	Femenino	Otorragia izquierda
<i>Severo</i>	7	Femenino	Contusión hemorrágica del lóbulo temporal izquierdo
<i>Severo</i>	8	Femenino	Fractura frontal con hematoma

TAC: Tomografía axial computarizada.

Pruebas de normalidad y homogeneidad

Se realizó una serie de pruebas Kolmogorov-Smirnov para verificar la distribución normal y homogeneidad de varianzas en los datos de puntuación total (TCE: $d = 0.12$, $p < 0.10$; TME: $d = 0.14$, $p < 0.10$) y tiempos de respuesta totales (TCE: $d = 0.15$, $p < 0.10$; TME: $d = 0.20$, $p < 0.10$) de ambos grupos.

Comparación del desempeño en toma de decisiones

Se realizó una prueba t de Student para comparar las medias de las puntuaciones totales (PT= total ventajosas-total desventajosas) de la TBH entre ambos grupos (TME y TCE). Los resultados muestran una diferencia significativa ($t_{(26; 0.05)} = 2.059$, $p < 0.05$), como se observa en la figura 6.

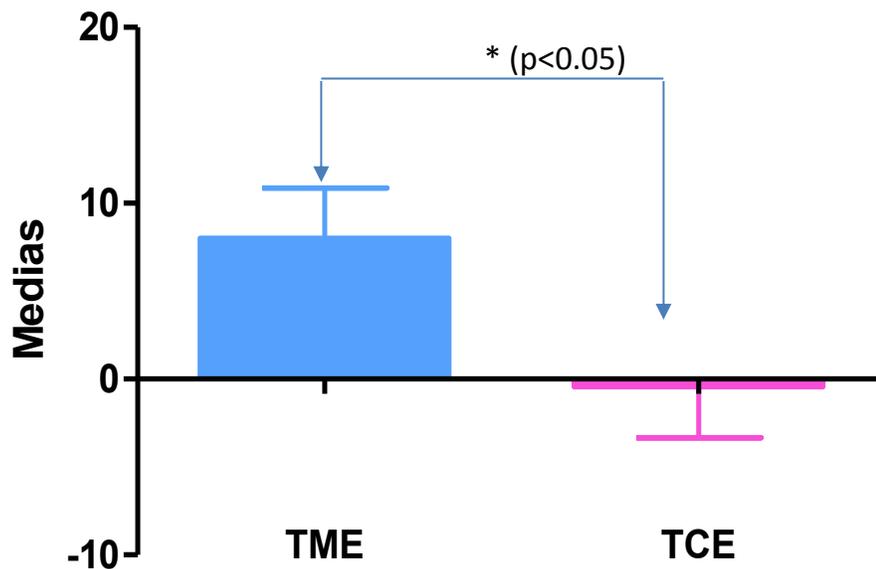


Fig. 6. Puntaje total. Puntuaciones totales en la tarea del burrito hambriento (TBH). Comparación de las medias \pm error estándar del puntaje total entre el grupo control con traumatismo músculo-esquelético (TME) y el grupo con traumatismo craneoencefálico (TCE).

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar la ejecución de los 5 bloques (20 ensayos por bloque) entre ambos grupos, con la prueba t de Student. Como se observa en la figura 7, en el bloque 1 ($t_{(26; 0.05)} = 0.29$, $p = 0.77$) el grupo con TCE, tiene una puntuación de $\bar{x} = -1.00$; $E.E.M. = 1.12$ (media \pm error estándar de la media); menor a la del grupo TME con $\bar{x} = -0.57 \pm 0.53$. En el bloque 2 ($t_{(26; 0.05)} = 2.52$, $p = 0.02$) el grupo control muestra un mejor desempeño, mientras que el grupo con TCE mantiene la misma puntuación (TCE: $\bar{x} = -1.00 \pm 1.18$; TME: $\bar{x} = 3.00 \pm 1.55$), durante el bloque 3 ($t_{(26; 0.05)} = 1.18$, $p = 0.25$) existe un incremento en la puntuación del grupo con TCE y un ligero decrecimiento por parte del grupo control (TCE: $\bar{x} = 0.57 \pm 0.90$; TME: $\bar{x} = 2.42 \pm 1.75$), se observa un decremento en la puntuación del grupo TCE durante el bloque 4 ($t_{(26; 0.05)} = 1.75$, $p = 0.10$) (TCE: $\bar{x} = -0.57 \pm 0.87$; TME: $\bar{x} = 1.28 \pm 0.87$), finalmente en el bloque 5 ($t_{(26; 0.05)} = 0.37$, $p = 0.71$) hay una recuperación discreta en ambos grupos (TCE: $\bar{x} = 1.14 \pm 1.37$; TME: $\bar{x} = 1.85 \pm 1.80$).

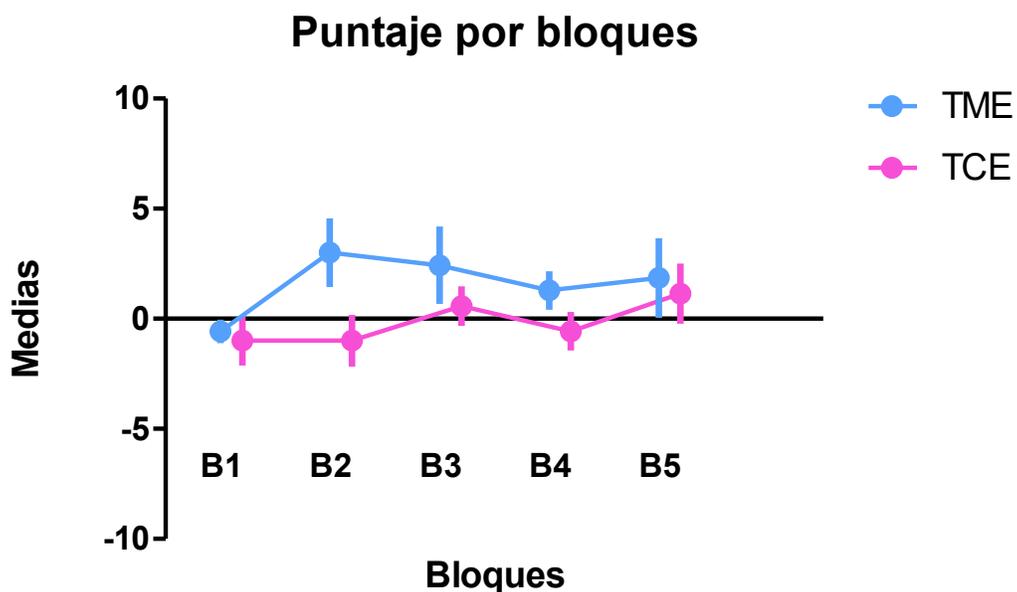


Fig. 7. Se muestra el promedio de la ejecución y error estándar de cada bloque para el grupo control con traumatismo musculo-esquelético (TME) y el grupo con traumatismo craneoencefálico (TCE). 5 bloques compuestos por 20 ensayos cada uno.

Tabla 7. Respuestas cualitativas posteriores a la prueba. Las puertas 1 y 2 son desventajosas y las puertas 3 y 4 ventajosas.

Tipo TCE	Puntuación total	Comprensión de la instrucción	Mejor puerta	Peor puerta
<i>Leve</i>	2	Dato perdido	Dato perdido	Dato perdido
<i>Leve</i>	22	si	2 y 3	1
<i>Leve</i>	0	si	2 y 3	4
<i>Leve</i>	0	si	3	3
<i>Leve</i>	-10	Dato perdido	Dato perdido	Dato perdido
<i>Leve</i>	-2	si	1 y 3	2
<i>Leve</i>	-14	si	1 y 2	3 y 4
<i>Leve</i>	0	si	3	1
<i>Leve</i>	-6	Dato perdido	Dato perdido	Dato perdido
<i>Moderado</i>	16	si	4	1
<i>Moderado</i>	8	Dato perdido	Dato perdido	Dato perdido
<i>Moderado</i>	-8	si	3	2
<i>Severo</i>	-18	si	4	1
<i>Severo</i>	4	Dato perdido	Dato perdido	Dato perdido

Relación entre toma de decisiones y edad de presentación del TCE

No se encontró una relación significativa ($r = -0.33$; $p = 0.24$) con la correlación de Pearson entre la edad de presentación del traumatismo craneoencefálico (TCE) y su puntuación total. En la tabla 8 se observa la puntuación obtenida en la prueba por grupo de edad en que ocurrió el traumatismo craneoencefálico (TCE).

Tabla 8. Se muestran las medias de la puntuación general por edad en que ocurrió el TCE

Edad	N	MEDIA PT	D.E.
4	3	8.00	12.17
5	3	2.00	13.11
6	2	-8.00	8.48
7	2	-9.00	12.73
8	4	-0.50	7.72

N: población; PT: puntuación total; D.E.: desviación estándar.

Relación entre toma de decisiones y el grado de severidad del TCE

Para verificar si el grado de severidad del traumatismo craneoencefálico (TCE) influyó sobre la habilidad de toma de decisiones en este grupo, se realizó una prueba no paramétrica Kruskal-Wallis ($H_{(9,3,2;0.05)} = 1.150$; $p = 0.562$) en donde no se encontraron diferencias significativas. Es importante resaltar que el número de participantes es diferente en cada grado de severidad. Ver tabla 9 y figura 8.

Tabla 9. Medias de la puntuación total (PT) por grado de severidad del TCE

TCE	N	MEDIA PT	D.E.
Leve	9	-.88	10.10
Moderado	3	5.33	12.22
Severo	2	-7.00	15.55

N: población; PT: puntuación total; D.E.: desviación estándar.

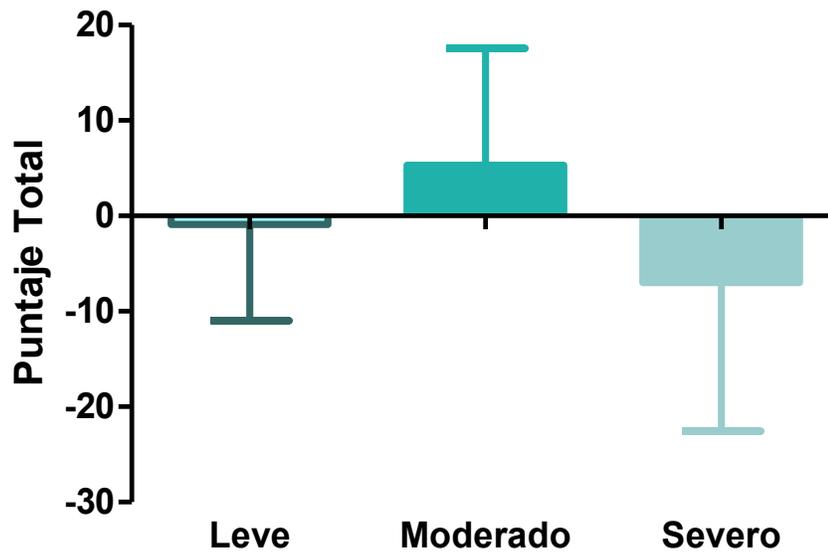


Fig. 8. Se muestran las medias y error estándar de la puntuación total de los niños con traumatismo craneoencefálico (TCE) divididos por grado de severidad (leve, moderado, severo).

Comparación de los promedios de tiempo de respuesta durante la TBH

Se realizó una prueba *t* de Student para comparar las medias de los promedios de tiempo de respuesta durante los ensayos de la tarea del burrito hambriento (TBH) entre ambos grupos (TCE: $\bar{x} = 3474 \pm 342.7$; TME: $\bar{x} = 2847 \pm 265.4$) ($t_{(26;0.05)} = 1.44$, $p = 0.159$), sin encontrar diferencias estadísticamente significativas. Los resultados pueden observarse en las figuras 9 y 10.

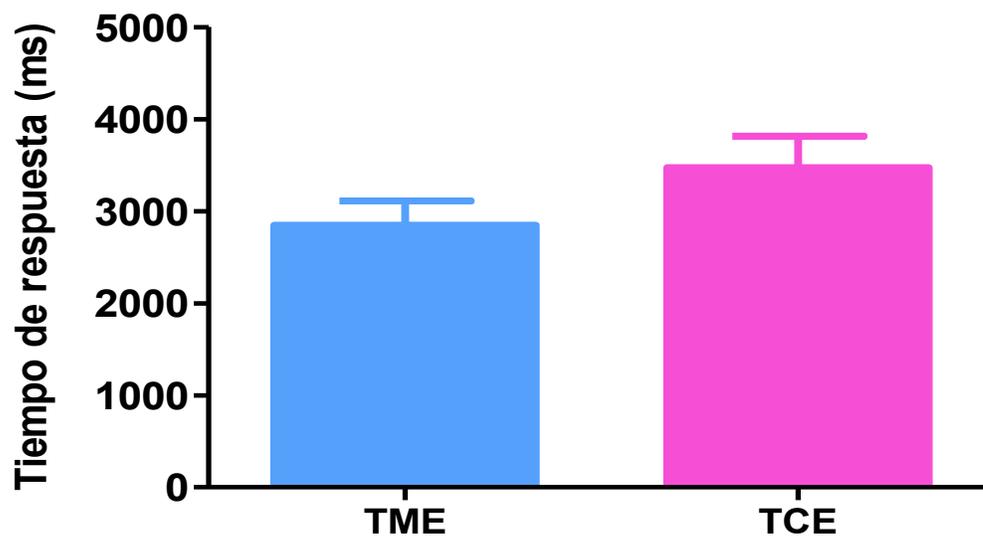


Fig. 9 Se muestran las medias del tiempo de respuesta total (milisegundos) entre el grupo con TME y el grupo con TCE.

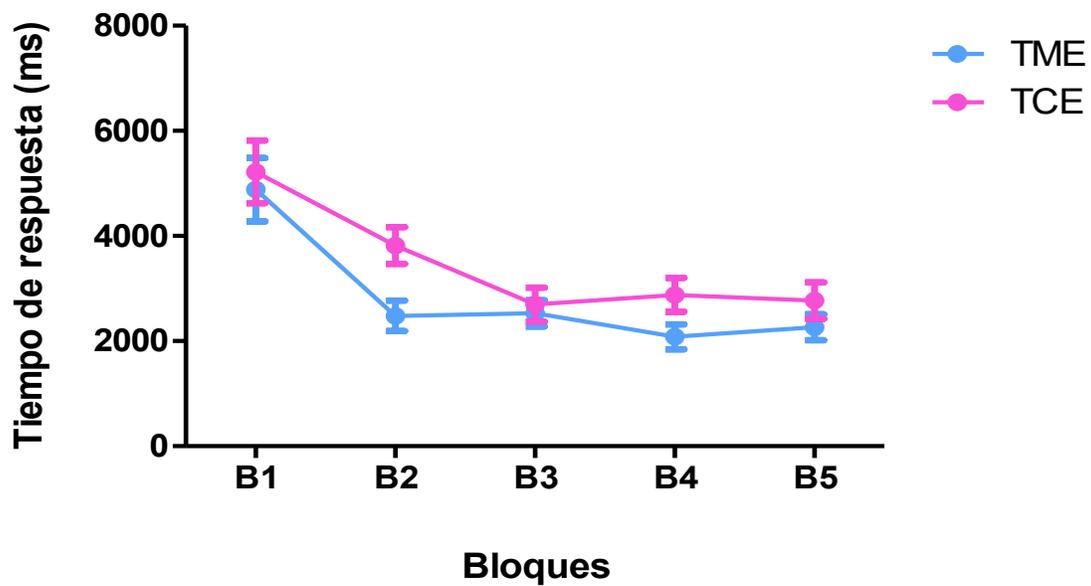


Fig. 10. Se muestran los promedios de tiempo de respuesta (milisegundos) y error estándar por bloques del grupo TCE y TME.

9. Discusión

El objetivo general del presente trabajo fue analizar la habilidad de toma de decisiones bajo circunstancias de incertidumbre en niños de 4 a 8 años después de haber sufrido un traumatismo craneoencefálico, la evaluación fue realizada con una prueba basada en un modelo que intenta apegarse de manera más natural al proceso de toma de decisiones en un ambiente real para que los resultados pudieran tener mayor validez ecológica (Crone, 2007; Schmidt y Hanten, 2012). También se analizó la relación entre la edad donde se presentó el TCE y el rendimiento en la tarea y la influencia del grado de severidad en la ejecución de la misma.

La primera hipótesis indicaba que el grupo de niños con TCE tendría un menor rendimiento en la Tarea del Burrito Hambriento con respecto al grupo control, esto resultó tener una diferencia significativa cuando se compararon las puntuaciones totales entre ambos grupos, siendo el grupo con TCE el que presentó un puntaje general negativo en la mayoría de los casos. Estos resultados concuerdan con estudios realizados con población adulta en donde se conjuntan los tres grados de severidad, con diferentes áreas de lesión, en un solo grupo y se comparan con el grupo control obteniendo diferencias significativas en las puntuaciones totales, encontrando diferencias significativas en la puntuación total de la tarea de toma de decisiones (Levine y cols., 2005), lo cual sugiere que varias áreas cerebrales participan en esta habilidad, contrario a lo propuesto por Bechara y colaboradores quienes atribuyen esta habilidad a la corteza prefrontal ventromedial, en donde habría un proceso automático y pre consciente previo al análisis de la contingencia de una recompensa o castigo (Bechara, Tranel, Damasio y Damasio, 1996).

Una gran variedad de autores también relacionan las alteraciones de las regiones frontales del cerebro con dificultades funcionales y conductuales como inatención, apatía, desinhibición, falta de control de impulsos entre otras (Donders, 2008;

Levine y Black, 2005; Verdejo-García y Bechara, 2006) estas funciones tienen una relación directa con el control y funcionamiento de la toma de decisiones.

En la comparación del desempeño por bloques entre grupos, no se encontraron diferencias significativas, sin embargo se puede observar una tendencia de desempeño más bajo por parte del grupo con TCE, esto puede ser interpretado como una dificultad para poder identificar los elementos de contingencia y magnitud de los castigos en los primeros bloques de la tarea. Schmidt y Hanten (2012) encuentran un patrón de aprendizaje similar ya que aunque ambos grupos lograban tener un desempeño positivo al final de la prueba, el grupo con TCE mostraba una trayectoria de desempeño menos dinámica que su grupo control.

Al hacer un análisis por caso dentro del grupo de TCE y tomando en cuenta las preguntas que se hicieron al principio y al final de la tarea se observa que en la mayoría de los casos hubo una comprensión inicial de las generalidades de la tarea, lo que significa que entendían las instrucciones así como el objetivo principal que era alimentar al “burrito” con el mayor número de manzanas posibles, de modo que la comprensión general de la tarea no influyó directamente con los resultados. En el caso de las respuestas posteriores a la prueba donde se les preguntaba cual consideraban la mejor y la peor puerta, se observa que sólo en el caso de una niña de 6 años con TCE leve se mencionan a las puertas desventajosas como las mejores y a las ventajosas como las peores, siendo estas respuestas congruentes con su puntuación total (-14). En el caso de la puntuación más baja (-18) que corresponde a una niña de 7 años con TCE severo, las respuestas posteriores a la prueba indican que tuvo un entendimiento final sobre que puertas resultaban ventajosas y cuáles no. Estos datos cualitativos permiten tener un mejor entendimiento del desempeño del paciente al hacer una relación entre la comprensión de los objetivos, la valencia atribuida a las puertas y la puntuación obtenida.

Por lo tanto, es importante tener en consideración el desempeño individual basando la interpretación no solo en la puntuación total de la tarea sino también

tomando en cuenta su desempeño a lo largo de los bloques así como el entendimiento del niño acerca de las reglas de la tarea y las preguntas que se le realizan sobre la consciencia de su rendimiento al finalizar la prueba.

La segunda hipótesis postulaba que a menor edad en donde se presentaba el TCE, sería mayor la alteración sobre el desempeño en la Tarea del Burrito Hambriento, sin embargo no se encontró una correlación entre la edad de adquisición del TCE y un peor o mejor desempeño en la TBH. En el presente estudio el grupo con TCE de niños de 4 y 5 años muestra un mejor desempeño que los niños en edad escolar (6, 7 y 8 años), esta prueba fue realizada por sus adaptadores como una tarea pro-social para que los niños tuvieran mayor interés y motivación a la hora de ejecutar la tarea, por lo tanto esto podría relacionarse con mayores niveles de empatía y motivación por parte de los niños más pequeños con la figura del “burrito hambriento”, además los niños más grandes (6, 7 y 8 años) pueden verse influenciados por un proceso atencional en donde se tiene un mayor enfoque a las diferentes opciones lo que dificultaría una selección intuitiva y rápida. Las elecciones en este grupo de edad no están relacionadas directamente con la idea de una mayor pérdida o ganancia a futuro, esto concuerda con estudios en niños en condiciones normales, tanto en etapas prescolares como escolares, donde muestran resultados fluctuantes que son interpretados de manera general como una incapacidad para interpretar las consecuencias a futuro “miopía al futuro” (Kerr y Zelazo, 2004; Garon y Moore, 2004; Crone y Van der Molen, 2005 2010) lo cual es consistente con la hipótesis de la maduración relativamente tardía de la corteza prefrontal. Huizenga y Crone (2007) plantean que es hasta después de la adolescencia donde se hacen más sofisticadas las reglas de razonamiento proporcional de las pérdidas y las ganancias.

Se debe considerar que la evaluación fue hecha en la etapa aguda de la lesión por lo que las diferencias dependiendo de la edad pudieran presentarse en la etapa crónica del TCE. La muestra por edades es muy pequeña y

desproporcionada por lo tanto es un factor a considerar a la hora de interpretar los resultados.

La influencia del grado de severidad sobre la ejecución en la toma de decisiones fue la tercera hipótesis planteada en la presente investigación, al hacer la comparación de las puntuaciones generales entre los tres grados de severidad (leve, moderado y severo) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Esto es contrario a lo reportado en otros estudios referentes a toma de decisiones y funciones ejecutivas en adultos con TCE, en donde los pacientes con TCE severo mostraban deficiencias significativas en comparación a los otros dos grados (Catroppa y Anderson, 2006; MacNeill, Soper, y Reynolds, 2010). Uno de los principales factores que pudieron influenciar estos resultados fue la diferencia del número de población en los tres grados, siendo en su mayoría TCE leves.

Con respecto a los grados de severidad de la muestra, es importante señalar que al momento de explorar en el historial clínico las características individuales de la lesión y las puntuaciones en la Escala de Coma de Glasgow se encontraron discrepancias para determinar el grado de severidad, ya que en algunos casos se tomaba en cuenta el daño estructural y óseo presentado en los estudios de imagen, sin importar si coincidía o no con la puntuación en la Escala de Coma de Glasgow, y en otros casos se apegaba exclusivamente a dicha escala, es decir había casos que ameritaban tener un grado de severidad moderado pero se asignaba un grado leve, esto explicaría el hecho de que el grupo con TCE leve tuvo un rendimiento general menor comparado con el grupo con TCE moderado.

Con respecto a los tiempos de respuesta presentados durante los ensayos de la tarea, a pesar de no haberse encontrado diferencias estadísticamente significativas se observa una tendencia por parte del grupo con TCE a mostrar mayor latencia para elegir una opción, esto puede estar asociado a otros estudios que mencionan una disminución en tareas de velocidad de procesamiento inclusive 10 años después de la lesión las debilidades en este ámbito pudieran

impactar al niño a medida que avanza a la adolescencia y la edad adulta en donde se requiere una velocidad de procesamiento óptimo para manejar situaciones en las que se imponen restricciones de tiempo por ejemplo en exámenes escolares, actividades laborales etc. (Anderson, 2012). Hasta el momento no hay estudios que evalúen directamente los tiempos de respuesta en una tarea de apuestas o toma de decisiones en pacientes con traumatismo craneoencefálico infantil, por lo que no hay parámetros de comparación.

Es importante considerar la posibilidad de que los mecanismos emocionales propuestos por Bechara y Damasio (1996) se encuentren en vías de desarrollo durante la etapa infantil por lo que no sean el dominio específico a la hora de tomar una decisión durante esta etapa a diferencia de la etapa adulta. Por otro lado Levine y colaboradores plantean la consideración de la influencia de los recursos de dominio general (atención, memoria de trabajo, auto regulación) al interpretar el desempeño de pacientes con déficits neuropsicológicos tan complejos como el traumatismo craneoencefálico (Levine, 2005).

Finalmente, cuando se estudian habilidades ejecutivas en desarrollo, como lo es la toma de decisiones, es muy importante resaltar su heterogeneidad y la de una patología tan compleja como es el traumatismo craneoencefálico, sobre todo cuando se presenta en infantes. La corteza prefrontal, relacionada con el funcionamiento ejecutivo, muestra un crecimiento considerable durante el curso de la niñez y hacia la adolescencia, hay cambios en la mielinización, la interconectividad hemisférica, en la densidad sináptica así como cambios en la actividad eléctrica y metabólica, por lo que una lesión externa con características distintas dependiendo del caso, puede causar diferentes formas en las que se manifiestan las secuelas. Por lo tanto las lesiones primarias que afectan a las regiones implicadas en procesos de funcionamiento ejecutivo, es decir la corteza ventromedial, la corteza orbitofrontal y la corteza dorsolateral, pueden ser focalizadas y localizadas fácilmente mediante las técnicas de imagen más comunes utilizadas en hospitales (radiografía, TAC, etc.), sin embargo otro tipo de lesiones como el daño axonal difuso (DAD) no son perceptibles con este tipo de

estudios, haciendo que no se le dé la importancia a las posibles disfunciones frontales como desinhibición, apatía, inatención y fallas en funciones ejecutivas. Las principales fallas en funciones ejecutivas que se presentan posteriores a un TCE son fallas en atención dividida, concentración, inhibición de respuestas, así como en la toma de decisiones, entre otros. Estas consecuencias son una de las manifestaciones más comunes después de un daño difuso, en este punto radica la importancia del uso de pruebas neuropsicológicas y cognitivas, ya que pueden funcionar como evaluaciones de soporte para identificar una posible interrupción o deterioro en el desarrollo de habilidades cognitivas, del comportamiento y sociales cuando otros estudios no sean suficientes (Hanten, 2006; Catroppa, 2006; Anderson, 2012). La tarea del burrito hambriento muestra señales de sensibilidad ante el traumatismo craneoencefálico infantil, lo que invita a seguir realizando futuras investigaciones para mejorar las características de dicha prueba y sus elementos involucrados.

Limitaciones y sugerencias

Se debe tener un mejor control sobre variables que pueden influir en la toma de decisiones como el nivel socio económico, escolaridad de los padres y estilos de crianza.

Una limitante importante de este estudio fue con respecto al tamaño de la muestra, ya que no se tuvieron suficientes participantes para poder hacer un análisis paramétrico para medir los efectos tanto de la edad donde se presentó el TCE como del grado de severidad.

Se debe llegar a un consenso entre los médicos especialistas para el criterio en la asignación del grado de severidad de los traumatismos craneoencefálicos, para de esta manera facilitar las investigaciones de las posibles secuelas de esta patología y mejorar el criterio de diagnóstico y tratamiento.

Otra limitante importante fue la falta de un grupo control sin lesiones traumáticas.

Es necesaria una estandarización de la prueba para niños de 4 y 5 años, ya que solo fue hecha para la población de 6 a 8 años.

Es importante que en investigaciones futuras se relacione o compare el desempeño de la TBH con tareas de memoria de trabajo (regresión de dígitos) y funciones ejecutivas, así como la utilización de estudios de imagen funcional en caso de realizar revaloraciones.

10. Conclusiones

De acuerdo a los resultados del presente estudio, se concluye que:

- Los niños que presentan traumatismo craneoencefálico entre los 4 y 8 años presentan mayor preferencia por opciones desventajosas en el proceso de toma de decisiones en comparación con niños que presentan traumatismo músculo-esquelético.
- No se encontraron diferencias significativas en la ejecución por bloques entre ambos grupos.
- No existe una correlación entre la edad donde se presenta el TCE y el rendimiento en la tarea de apuestas.
- Al comparar las ejecuciones de los pacientes según el grado de severidad del TCE no se encontraron diferencias significativas, sin embargo, no se pueden dejar de lado factores como la diferencia en el tamaño de la muestra por severidad, así como las incongruencias diagnósticas en el historial clínico del paciente.
- Al comparar los tiempos por respuesta, se encontró que los niños con TCE en comparación con el grupo control tienen una tendencia a demorar más a la hora de elegir entre las opciones.
- La presente investigación contribuye con el uso de una prueba estandarizada y de fácil acceso como lo es la TBH para una evaluación sensible ante las deficiencias mostradas en la población con TCE.

11. Referencias

- Algattas, H. y Huang, J. (2014). Traumatic Brain Injury Pathophysiology and Treatments: Early, Intermediate, and Late Phases Post-Injury. *International Journal of Molecular Science*, 15(1), 309-341.
- Anderson, V. (2012). 10 years outcome from childhood traumatic brain injury. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30(3), 217-224.
- Andruszkow, H., Deniz, E., Urner, J., Probst, C., Grün, O., Lohse, R. & Hildebrand, F. (2014). Physical and psychological long-term outcome after traumatic brain injury in children and adult patients. *Health and Quality of Life Outcomes*, 12-26.
- Arbour, R. B. (2013). Traumatic Brain Injury Pathophysiology, *Monitoring, and Mechanism Based Care*. 25(2), 297-319.
- Bandyopadhyay, D. y Pammi, V. C. (2013). Role of affect in decision making. *Progress in Brain Research*, 202, 37-53.
- Bechara, A. y Damasio, A. (2004). The somatic marker hypothesis; A neural theory of economic decision. *Games and Economic Behavior*, 52(2005), 337-368.
- Bechara, A., Damasio, H. y Damasio, A. R. (2000). Emotion, Decision Making and Orbitofrontal Cortex. *Cerebral Cortex*, 10(3), 295-307.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., y Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 7-15
- Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H. y Damasio, A. (1996). Failure to respond autonomically to anticipated future outcomes following damage to prefrontal cortex. *Cerebral Cortex*, 6(2), 215-225.
- Carlson, S. y Zayas, V. (2009). Neural Correlates of Decision Making on a Gambling Task. *Child Development*, 80(4), 1076-1096.
- Catroppa, C. y Anderson, V. (2006). Planning, problem-solving and organizational abilities in children following traumatic brain injury: Intervention techniques. *Pediatric Rehabilitation*, 9(2), 89-97.

- Crone, E. y van der Molen, M. (2007). Development of Decision Making in School-Aged Children and Adolescents: Evidence from Heart Rate and Skin Conductance Analysis. *Child Development*, 78(4), 1288-1301.
- Crone, E. y van der Molen, M. (2004). Developmental Changes in Real Life Decision Making: Performance on a Gambling Task Previously Shown to Depend on the Ventromedial Prefrontal Cortex. *Developmental Neuropsychology*, 25(3), 251-279.
- Crone, E., Bunge, S., Latenstein, H. y van der Molen, M. (2005). Characterization of children's decision making: sensitivity to punishment frequency, not task complexity. *Child Neuropsychology*, 11(3), 245-263.
- De Gyves, G. (2015). Elecciones riesgosas en niños de 6 a 9 años: Una aproximación neuropsicológica (págs. 1-126). Biblioteca Central.
- Donders, J. (2008). *Textbook of clinical neuropsychology*. New York: Taylor & Francis.
- Dong, G. y Lin, X. (2014). Decision-making after continuous wins or losses in a randomized guessing task: implications for how the prior selection results affect subsequent decision making. *Behavioral and Brain Functions*, 10(11), 1-11.
- Elliott, R., Dolan, R. J. y Frith, C. D. (2000). Dissociable Functions in the Medial and Lateral Orbitofrontal Cortex: Evidence from Human Neuroimaging Studies. *Cerebral Cortex*, 10(3), 308-317.
- Paulus, M. P. (2005). Neurobiology of Decision Making: Quo vadis?. *Society of Biological Psychiatry*, 23(5), 2-10.
- Euston, D. R., Gruber, A. J. y McNaughton, B. L. (2012). The Role of Medial Prefrontal Cortex. *Neuron*, 76(6), 1057-1070.
- García, H., Reyes, D. y Diegopérez, J. (2003). Traumatismo craneal en niños: frecuencia y algunas características epidemiológicas. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 41(6), 495-501.
- Garduño Hernández, F. (2000). Traumatismo craneoencefálico en niños. Mecanismos de lesión, restauración cerebral y prevención. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 57(6), 342-350.

- Garon, N. y Moore, C. (2004). Complex decision-making in early childhood. *Brain and Cognition* , 55(1), 158-170.
- Greve, M. y Zink, J. B. (2009). Pathophysiology of Traumatic Brain Injury. *Mount Sinai Journal of Medicine*, 76(1), 97–104.
- Gupta, R., Kosciak, T., Bechara, A. y Tranel, D. (2010). The amygdala and decision making. *Neuropsychologia*, 49(4), 760-766.
- Hanten, G., A., W. E., Menefee, D. S., Li, X., Lane, S., Vasquez, C. y Levin, H. S. (2008). Correlates of social problem solving during the first year after traumatic brain injury in children. *Neuropsychology*, 22(3), 357-370.
- Hanten, G., Schiebel, R., Li, X. y Levin, H. (2006). Decision-making after Traumatic Brain Injury in Children: A Preliminary Study. *Neurocase*, 12(4), 247-251.
- Hooper, S. R. (2013). Assessment Practices and Procedures in Children and Adolescents with Traumatic Brain Injury. En S. R. Hooper, *Assessment Practices and Procedures in Children and Adolescents with Traumatic Brain Injury* (págs. 1-126). Youngsville: Lash & Associates Publishing/Training INC.
- Huizenga, H., Crone, E. y Jansen, B. (2007). Decision-making in healthy children, adolescents and adults explained by the use of increasingly complex proportional rules. *Developmental Science*, 10(6), 814-825.
- Kahneman, D. (2014). *Pensar rápido, pensar despacio*. Barcelona: Debate.
- Kennedy, M. y Coelho, K. (2008). Intervention for executive functions after traumatic brain injury: A systematic review, meta-analysis and clinical recommendations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18(3), 257-299.
- Kerr, A. y Zelazo, P. D. (2004). Development of “hot” executive function: The children's gambling task. *Brain and Cognition*, 55(1), 148-157.
- Kocka, A. y Gagnon, J. (2014). Definition of Impulsivity and Related Terms Following Traumatic Brain Injury: A Review of the Different Concepts and Measures Used to Assess Impulsivity, Disinhibition and other Related Concepts. *Behavioral Sciences* , 4(4), 352-370.

- Kolb, B. y Wishaw, I. (2003). *Fundamentals of Human Neuropsychology*. New York: Worth Publishers.
- Kurowski, B. G., Wade, S. L., Kirkwood, M. W., Brown, T. M., Stancin, T., Cassedy, A. y Taylor, H. G. (2013). Association of Parent Ratings of Executive Function With Global- and Setting-Specific Behavioral Impairment After Adolescent Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(3), 543-550.
- Leijenhorst, V. L. y Westenberg, M. (2008). A Developmental Study of Risky Decisions on the Cake Gambling Task: Age and Gender Analyses of Probability Estimation and Reward Evaluation. *Developmental Neuropsychology*, 33(2), 179-196.
- Leshem, R. y Glicksohn, J. (2012). A Critical Look at the Relationship Between Impulsivity and Decision-Making in Adolescents: Are They Related or Separate Factors? *Developmental Neuropsychology*, 37(8), 712-731.
- Levin, I. y Hart, S. S. (2003). Risk Preferences in Young Children: Early Evidence of Individual Differences in Reaction to Potential Gains and Losses. *Journal of Behavioral Decision Making*, 16(5), 397-413.
- Levine, B., Black, S. y Cheung, G. (2005). Gambling Task Performance in Traumatic Brain Injury. *Cognitive Behavioural Neurology*, 18(1), 45-54.
- Lin, X., Zhou, H. y Xiaoxia, D. (2014). Decision-making after continuous wins or losses in a randomized guessing task: implications for how the prior selection results affect subsequent decision-making. *Behavioral and Brain Functions*, 1-11.
- MacNeill, A., Soper, H. y Reynolds, C. (2010). Executive Functions in Children with Traumatic Brain Injury. *Applied Neuropsychology*, 17(2), 99-103.
- Maia, T. y McClelland, J. (2004). A reexamination of the evidence for the somatic marker hypothesis: What participants really know in the Iowa Gambling Task. *Proceedings of the National Academy of Science*, 101(45), 16075-16080.

- Martínez, T. y Bonifaz, O. (2008). Traumatismo Craneoencefálico en la Unidad de Terapia Intensiva Pediátrica del Hospital Universitario de Puebla. *Trauma*, 11(3), 73-85.
- Menon, D. K., Schwab, K., Wright, D. y Maas, A. I. (2010). Position Statement: Definition of Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11), 1637-1640.
- Pagulayan, K. y Temkin, N. (2006). A Longitudinal Study of Health-Related Quality of Life After Traumatic Brain Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(5), 611-618.
- Patrick, M. y Blair, C. (2008). Executive function, approach sensitivity, and emotional decision making as influences on risk behaviors in young adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(4), 449-462.
- Rámirez, M., Ostrosky, F. y De la Rosa, N. (2010). Relevancia de las pruebas neuropsicológicas de atención y memoria en el traumatismo craneoencefálico. *Revista Mexicana de Psicología*, 27(2), 301-308.
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia Cognitiva*. Barcelona: Panamericana.
- Rolls, E. (2004). The functions of the orbitofrontal cortex. *Brain and Cognition*, 55(2004), 11-29.
- Schlottmann, A. y Anderson, N. H. (1994). Children's judgments of expected value. *Developmental Psychology*, 30(1), 56-66.
- Schmidt, A. y Hanten, G. (2012). Decision making after pediatric traumatic brain injury: trajectory of recovery and relationship to age and gender. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 30(2012), 225-230.
- Stuss, D. y Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. *Psychological Research*, 63(3-4), 289-298.
- Taylor, G. y Maegan, D. (2008). Traumatic brain injury in young children: Postacute effects on cognitive and school readiness skills. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 14(15), 734-745.
- Vázquez-Solís, M. y Villa-Manzano, A. (2013). Pronóstico del traumatismo craneoencefálico pediátrico. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 51(4), 372-377.

- Veliz-Pintos, R. y Gámez-Romero, E. (1998). Correlación entre las calificaciones de las escalas de Glasgow y Morray en niños con traumatismo craneoencefálico. *Revista Mexicana de Pediatría*, 66(5), 207-213.
- Verdejo-Garcia, A. y Bechara, A. (2006). Executive dysfunction in substance-dependent individuals during drug use and abstinence: An examination of the behavioral, cognitive, and emotional correlates of addiction. *International Neuropsychological Society*, 12(3), 405-415.
- Wood, R. L. y McHugh, L. (2013). Decision Making after Traumatic Brain Injury: A Temporal 2 Discounting Paradigm. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 19(2), 1-8.
- Zeeb, F. y Floresco, S. (2010). Contributions of the orbitofrontal cortex to impulsive choice: interactions with basal levels of impulsivity, dopamine signalling, and reward-related cues. *Psychopharmacology*, 211(1), 87-98.

ANEXO 1



CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PADRES



El estudio “Factores de recuperación en niños con TCE, aspectos neuropsicológicos y electrofisiológicos” PAPIIT: IN307613-3, se realiza en la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo la dirección de la Dra. Maura Ramírez. El proyecto tiene la finalidad de evaluar las secuelas en el funcionamiento cognoscitivo (memoria, atención, lenguaje, funciones ejecutivas), habilidades sociales y en emociones, medidas con pruebas neuropsicológicas en niños de 4 a 8 años de edad que hayan sufrido de Traumatismo Craneoencefálico y en niños de la misma edad con Lesiones Ortopédicas que no comprometan la cabeza.

Aproximadamente se requerirán de 4 sesiones una vez por semana con una duración de 90 minutos. Posterior a la primera fase de evaluación se hará un seguimiento meses posteriores para conocer el tipo de cambios de los procesos cognoscitivos.

La participación es totalmente voluntaria y no habrá repercusión de ningún tipo en caso de que usted o el niño (a) no desee seguir participando en esta investigación. Usted es libre de detener su participación en el momento que lo desee, y en tal caso sus datos no serán tomados en cuenta para mayores investigaciones.

Si tiene alguna duda o aclaración puede contactar al grupo de investigadores a través del siguiente correo electrónico: tce.psicologia.unam@gmail.com

He leído y comprendido los fines de la presente investigación, y otorgo mi consentimiento para participar en el estudio y que mis datos sean utilizados con fines de investigación.

Fecha y lugar _____

Nombre del niño: _____

**Nombre completo y firma del
Padre o Tutor del participante**

ANEXO 2

Nombre del niño _____

Edad _____ Fecha _____

Preguntas sobre la tarea toma de decisiones

Preguntas después de leer las instrucciones
¿De qué se trata el juego?
¿Qué significa una manzana con un tache?
¿Qué color aparece en la barra cuando ganas?
¿Cuál es el objetivo del juego? (¿Cómo ganas el juego?)
Preguntas realizadas al finalizar la tarea
¿En qué puertas ganabas más manzanas?
¿En qué puertas perdías más manzanas?
¿Cuál era la mejor puerta?
¿Cuál era la peor puerta?
¿Crees que ganaste o perdiste?