



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Psicología

**EVALUACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE REALIDAD
VIRTUAL PARA LA REHABILITACIÓN COGNITIVA ANTE EL
TRAUMATISMO CRANEOENCEFÁLICO**

TESIS

Que para obtener el título de:

Licenciado en Psicología

Presenta

Mario Derian Mandujano Torres

Directora de Tesis

Dra. Georgina Cárdenas López



Ciudad Universitaria, Cd Mx. 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, por ser esas figuras de apoyo, de amor y de comprensión durante más de 25 años. Sin duda alguna, sin sus sacrificios y sin ese soporte incondicional no estaría aquí. Asimismo, dedico esta tesis a todas aquellas personas que en la neuropsicología encuentran un camino de libertad y de realización.

Agradecimientos

A mis padres, por su apoyo, por la confianza que han depositado sobre mí. Les agradezco por estar siempre desde que tengo memoria, sin duda su respaldo, su escucha, y sobretodo esos grandes esfuerzos tuvieron efectos positivos; espero que puedan cosechar lo que con tanto amor han cultivado en mí y en mis hermanos.

A mis abuelos, por su inmensurable cariño, por cada palabra y por cada atención que recibo de su parte, son cómo mis segundos padres, jamás podre retornarles cada cuidado.

A mis hermanos, porque aunque no estuvieran mostrándome su apoyo 24/7, me daban su soporte, e hicieron que el proceso de titulación fuera muchísimo más llevadero.

A la Universidad, por hacerme crecer cómo profesional y ayudarme a encontrar mi camino en todo este campo llamado psicología. Por brindarme un espacio de crecimiento y libertad.

A la Dra. Cárdenas, por las oportunidades que me ha brindado durante todo el tiempo que nos conocemos y por abrirme las puertas de mi segunda casa.

Al LEVyC, en específico a sus miembros, porque sin sus palabras, sin los momentos de liberación y sin esa guía académica, este trabajo no hubiera sido lo que es hoy en día.

A Gely, Angy y Ruth, por estar aquí, por ser mis hermanas de vida, por ser mi espacio seguro, por tanta risa y por tanto desahogo, les quiero por y para siempre.

A mis amigos de corazón, porque sin esos momentos de felicidad, de esparcimiento, de distracción no hubiera podido llevar tan favorablemente este proceso, pero también por esos momentos de seriedad, y de apoyo en todo sentido.

A Bryan, por ser mi fiel compañía durante todo este trayecto. Me acompañaste durante cada proceso, en algunos un poco más de cerca. Gracias por tu amor, por tu cariño, pero por

sobre todo por el apoyo y la confianza que tiene sobre mí.

A mis tíos, a mis primos, por siempre darme aliento a seguir trabajando, porque a pesar de que tengan un alto estándar sobre mí, siguen confiando y brindándome un soporte.

A Derian a mí, por permitirme confiar en mí, en mis capacidades, por dejarme crecer, y por seguir construyéndome y deconstruyéndome para ser un mejor individuo, un mejor profesionalista.

Índice

Resumen	1
Introducción	2
Capítulo 1. Generalidades del traumatismo craneoencefálico	5
Capítulo 2. Realidad Virtual	12
Capítulo 3. Telerrehabilitación	17
Método	22
Resultados	31
Discusión	44
Conclusión	51
Bibliografía	51

Resumen

Pese a que ha habido avances enormes en el área de la rehabilitación cognitiva (especialmente en dominios de atención, memoria y funciones ejecutivas), aún resultan insuficientes los recursos destinados y generados para este tipo de intervenciones principalmente en cuanto a accesibilidad, infraestructura y menor costo monetario. Asimismo, el auge y desarrollo de las tecnologías ha permitido el desarrollo de mundos virtuales interactivos e inmersivos, mismos que han sido implementados desde la psicología, presentando grandes ventajas en comparativa con las técnicas tradicionales de intervención principalmente en la instrumentación e implementación; un ejemplo de estos escenarios es la plataforma System Lisboa Battery, la cual fue desarrollada para la rehabilitación cognitiva para traumatismo craneoencefálico; los resultados de dicha plataforma en el extranjero se han reportado como positivos. En ese sentido, el objetivo de este trabajo es evaluar la eficacia de dicho recurso ante un programa de rehabilitación de la atención y memoria en pacientes con traumatismo craneoencefálico; a grandes rasgos los resultados posterior al programa de rehabilitación a través de uso de la plataforma fueron en su mayoría positivos, pues se reportaron mejorías leves sobretodo en la atención y algunos componentes ejecutivos - afectivos, demostrando así la efectividad de la plataforma sobre la atención.

Palabras Clave: rehabilitación, telepsicología, atención, memoria, intervención, cognición.

Introducción

El traumatismo craneoencefálico es causa significativa de mortalidad y morbilidad, pues un 8% de la población mundial (hasta 2016) (De Luca, 2019) moría a causa de este, mientras que a nivel nacional es la quinta causa de muerte, precedida por padecimientos cardio-respiratorios y el cáncer. Las principales causas de traumatismo craneoencefálico engloban violencia, caídas y accidentes de tránsito, de trabajo, y en menor instancia la guerra y accidentes inusuales.

A nivel Latinoamérica y Caribe, se presenta una alta incidencia de lesión intracraneal, principalmente en la población masculina (Guzmán-Gonzales, 2016).

El daño cerebral causado a raíz de un traumatismo craneoencefálico es una de las principales causas de discapacidad en las sociedades modernas, puesto que quien presenta un evento de este tipo sufre de consecuencias funcionales, emocionales y cognitivas, éstas últimas presentadas a través de dificultades en la atención, la memoria y las funciones ejecutivas aunque la afectación es global. La gravedad se diagnostica a través de la pérdida de conciencia y habla, la amnesia y la desorientación (Barragan-Hervella, 2016).

La rehabilitación abarca desde lo motriz hasta lo cognitivo, dependiendo del área que haya sido lesionada, sin dejar de lado las áreas no lesionadas. Dado que la recuperación posterior a un evento cerebral es lenta, la importancia de una buena rehabilitación es algo en lo que se ha puesto énfasis durante los últimos años.

Anteriormente la fase de recuperación era considerada como un periodo estático, pero actualmente se le considera como un periodo de activación cerebral en el cual el cerebro está continuamente remapeando sus áreas cerebrales, por lo que es necesario el mantenimiento de una adecuada actividad durante esta fase (Zampolini, 2018).

Para llevar a cabo la rehabilitación cognitiva es necesaria una evaluación inicial, la cual se centra en determinar las áreas en donde se da este daño, así como la duración y la severidad del mismo. Tradicionalmente se da a través de la utilización de lápiz y papel, así como mediante técnicas que no contemplan del todo las consecuencias físicas posteriores a un traumatismo craneoencefálico, cómo lo son algunas paresias.

Los recursos destinados a la rehabilitación cognitiva a nivel nacional son reducidos en comparación a los recursos destinados a la rehabilitación física, ya que esta última se implementa desde centros de salud hasta hospitales de primer nivel, teniendo en cada uno de ellos un equipo de trabajo amplio, compuesto por neurólogos, ortopedistas y rehabilitadores, mientras que la rehabilitación cognitiva solamente recae en un número pequeño de especialistas, en hospitales de segundo y tercer nivel, ubicados generalmente en las zonas más céntricas de las ciudades donde se brinda el servicio, por lo que no es accesible en las zonas periféricas y de provincia. Por otra parte, datos proporcionados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (2016), indican que cada paciente atendido bajo la condición de Traumatismo Craneoencefálico a nivel nacional gasta 1,033,019 pesos al año, en consultas, análisis de laboratorio, materiales de cuidado, transporte y medicamentos (Barragan-Hervella et al, 2016).

Dada la situación anterior, se han implementado técnicas y métodos alternativos y novedosos para la rehabilitación del traumatismo craneoencefálico, tales como el uso de telerrehabilitación, así como el uso de la realidad virtual, tanto en conjunto cómo por separado.

La implementación de la realidad virtual durante la última década ha avanzado enormemente en campos diversos, tales como la arquitectura, la medicina, la educación y claramente la psicología, siendo la base del primer simulador de vuelo y base para el entrenamiento vocacional. En el caso de la psicología, los psicólogos clínicos han explotado el potencial de la

realidad virtual, ya que se han utilizado ambientes virtuales para desensibilizar a pacientes fóbicos hacia los objetos o situaciones asociados a esa fobia; las fobias incluyen la agorafobia, la claustrofobia, el miedo a volar y el miedo a hablar en público.

La realidad virtual es una tecnología innovadora basada en la interacción y la inmersión, que trae consigo ventajas, tales como reducción en los costos de los pacientes, y una mayor efectividad en el tratamiento respecto a intervenciones clásicas. La efectividad de la realidad virtual se debe a la correspondencia espacial en 3D, respecto a los movimientos dentro de los ambientes virtuales y los movimientos generados en ambientes naturales (Gamito, 2011).

Los beneficios del uso de la realidad virtual pueden clasificarse en beneficios neuromusculares, así como posteriores al evento traumático, y en las funciones cognitivas, en donde se engloba la motivación del paciente, la versatilidad por parte del programa lo que le permite adaptarse a la educación de cada paciente, así como mayor transferencia del aprendizaje entre algunos otros más.

Se han observado efectos positivos a nivel funcional, así como modificaciones estructurales a nivel cerebral, puesto que investigaciones y teorías recientes indican que la realidad Virtual tiene efecto gracias a la plasticidad cerebral, ya que en conjunto con ambientes enriquecedores permite la reconstrucción de sinapsis y circuitos neuronales (García-Betances et al, 2015).

Por otra parte, el uso de la Telerrehabilitación se remonta a 1997, como parte de un conjunto de propuestas y prioridades sobre Rehabilitación, surgidas dentro del Departamento de Educación de Estados Unidos. Es un término que engloba la consulta, diagnóstico y la monitorización remota, el entrenamiento a distancia, así como los cuidados, la prevención y autocuidados del paciente otorgados desde distintas locaciones, tales como el hogar, la comunidad y el área de trabajo.

La telerrehabilitación tiene varias vertientes, entre las que destacan: la evaluación funcional del paciente, la práctica clínica a distancia, el manejo de programas de rehabilitación a distancia y seleccionados previamente por el cuidador, la teleconsulta, así como también la educación de profesionales y cuidadores (Zampolini, 2018) (Pastora, 2017).

Los principales beneficios de la telerrehabilitación van desde la integración de la familia y cuidadores del paciente, la versatilidad en su uso (las intervenciones terapéuticas involucran tanto la utilización de redes de contacto cómo la educación y el entrenamiento de estas redes) así como beneficios económicos (reduce el capital y el tiempo que un paciente esté invirtiendo en su intervención). Estos beneficios han demostrado alta efectividad y eficacia por parte de la intervención, en especial para aquellas poblaciones que se encuentren más lejanas a los centros de intervención, así como en poblaciones cuyas afecciones les impiden la utilización óptima de los métodos y técnicas utilizados durante la intervención (Pastora, 2017).

1- Generalidades del Traumatismo Craneoencefálico

Según cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se estima que aproximadamente un 10% de la población mundial ha experimentado alguna forma de discapacidad expresada a través de enfermedades crónicas, accidentes, enfermedades mentales y neurológicas, así como defectos de nacimiento, y problemas de comunicación (Hailey, 2010).

El traumatismo craneoencefálico es definido como una lesión en la cabeza, resultado de fuerzas mecánicas con al menos una de las siguientes condiciones: alteraciones en la conciencia, cambios neuropsicológicos y neurológicos, así como diagnóstico de falla craneal o intracraneal, mostrando ante ello un funcionamiento incorrecto del cerebro (Escobedo, 2013; García-Molina, 2010).

Mundialmente afecta a millones de personas por año ya que ocurren 200 casos por cada 100 mil personas. Es la segunda causa de muerte y la octava causa de discapacidad en personas de edad avanzada y la primera causa de mortalidad e incapacidad en jóvenes (García-Molina, 2010, García-Molina, 2011). A nivel nacional es la tercera causa de muerte con una tasa de mortalidad de 38,8 de 100.000 personas.

Las estadísticas indican que un tercio de las personas que sufren traumatismo craneoencefálico muere dentro del mes siguiente, mientras que otro tercio tiene una caída estrepitosa en su independencia y calidad de vida. El tercio restante logra recuperar sus funciones básicas y llevan una vida lo más normal posible.

El traumatismo afecta las funciones normales y propias del sistema nervioso central, con consecuencias complejas que van desde la discapacidad motora, hasta déficits cognitivos expresados a través de las funciones ejecutivas, en la memoria de trabajo y las habilidades semánticas, limitando así la capacidad para la realización óptima de tareas mentales (Cooper, 2008). Estas discapacidades son permanentes y aumentan la mortalidad a largo plazo además de que reducen la esperanza de vida.

Las manifestaciones clínicas del traumatismo craneoencefálico son atribuibles a la complejidad cerebral, así como al tipo y extensión del daño. Los síntomas para identificar una sospecha de lesión intracraneal van desde la presencia de vómito, cefalea intensa, pérdida de consciencia, déficit neurológico, amnesia, crisis convulsivas y algunos cambios en el comportamiento.

El traumatismo craneoencefálico ha sido dividido en 2 periodos distintos: el traumatismo cerebral *primario* y el traumatismo cerebral *secundario*. El traumatismo primario se refiere al resultado de fuerzas mecánicas comprimiendo tejidos neuronales, gliales y vasculares cuyas consecuencias recaen en la disrupción física de las membranas celulares, así como en la

alteración de la homeostasis iónica, la cual nos lleva a una hinchazón neuronal y glial, así como una cascada de eventos neurotóxicos provenientes de un aumento en el calcio intracelular.

Respecto al traumatismo craneoencefálico secundario este es el resultado de desórdenes fisiológicos tales como isquemia, reperfusión, así como hipoxia; existe evidencia científica de que el grado de traumatismo primario puede ser modulado por manipulación subsecuente mientras que el traumatismo secundario puede comenzar al inicio del mecanismo de desorden.

El traumatismo craneoencefálico se define dada la intensidad del evento cómo leve, moderado y severo. La mayor parte del traumatismo craneoencefálico es clasificado como leve, y alrededor del 8 o 10% es clasificado como moderado o severo. Los pacientes con traumatismo craneoencefálico leve poseen un buen pronóstico, en comparación a los pacientes con traumatismo severo, en donde a pesar de ser una minoría, el pronóstico es menos alentador.

Las lesiones producidas por el evento cerebral se dividen en:

A. **Focales:** Aquellas suficientemente grandes para ser vistas a simple vista.

B. **Difusas:** Aquellas que no ocupan un volumen intracraneal bien definido.

Las lesiones **focales** son las más comunes actualmente y se presentan principalmente en los polos frontales y los polos temporales. Los principales síntomas son depresión, alteraciones ejecutivas, déficit atencional, déficit de la memoria, y alteraciones del lenguaje (González, 2004).

La evaluación temprana es crucial para decidir el diagnóstico e intervención, en donde el examen neurológico es obligatorio (Esparragosa, 2018). La evaluación antes de la hospitalización se realiza para establecer en donde ha ocurrido el daño cerebral. La evaluación objetiva se realiza una vez ocurrido el traumatismo, fuera del hospital, y comprende una evaluación neurológica general así como una evaluación en la fase de rehabilitación la cual incluye la evaluación física, así como la evaluación de la comunicación y claramente evaluación neuropsicológica.

En la evaluación neurológica general se explora la condición del paciente, su historia médica, así como la medicación y resultados de exámenes previos; también incluye evaluación subjetiva en la que se abarca la vida cotidiana y social del paciente, así como evaluación objetiva en donde se preste atención a la visión, audición y dolor, además de las funciones de postura, balance, movimiento tanto voluntario como involuntario, el tono y los reflejos, entre algunas otras más.

La Escala de Coma de Glasgow es una de las herramientas más utilizadas para evaluar conciencia durante las distintas fases de la evaluación. Fue ideada en 1974 por Teasdale y Jennet como una escala práctica para describir objetivamente la profundidad del coma. Originalmente contaba con 14 puntos, aunque se la han hecho varias modificaciones. Puntúa de entre 3 y 15, siendo 3 el puntaje más bajo y 15 el más alto; se compone de 3 parámetros: respuesta ocular, respuesta verbal y respuesta motora, ya que el tamaño de la pupila y la reactividad pueden ser afectadas por una variedad de mecanismos asociados con el trauma cerebral.

Por lo general los pacientes con traumatismo leve presentan puntajes de 14-15 mientras que aquellos que presentan trauma moderado y severo obtienen puntajes de 9 a 13 y de 3 a 8 respectivamente (Escobedo, 2013; Moppet, 2017).

La prueba diagnóstica predilecta es la tomografía computarizada, específicamente en los casos donde la puntuación en la Escala de Glasgow es menor a 15 puntos y en donde se presentan signos de alarma. Se deberá seguir durante 2-4 horas al paciente, y en caso de que los síntomas aumenten y disminuya el puntaje en la Escala de Glasgow se deberá llamar a Neurología para proceder lo más rápido posible (Esparragosa, 2018).

Retomando la recuperación cognitiva después de un traumatismo craneoencefálico, esta es lenta, difícil y en la mayoría de los casos involucra el entrenamiento de las actividades de la vida diaria, principalmente aquellas que fueron afectadas, involucrando el reaprendizaje de estas. Es

importante mencionar que las consecuencias del traumatismo no sólo se reducen al contexto individual y personal de quien lo sufre, sino que también pueden reducir la participación en actividades sociales afectando de manera negativa la vida cotidiana de la persona (Gabriele, 2009) a través de una sensación de soledad, pérdida de identidad, enojo y aislamiento social (Diamond, 2003).

También se ha encontrado una relación común entre el traumatismo craneoencefálico y el desarrollo de enfermedades y desórdenes psiquiátricos tales como la depresión, la ansiedad, el abuso de sustancias entre otros, especialmente cuando el traumatismo ocurre a edades más tempranas. Además, es sospechoso de contribuir en una variedad de procesos neurodegenerativos, incluyendo la enfermedad de Alzheimer, y de Parkinson (Kara et al, 2015).

Un gran desafío asociado con el tratamiento es la diversidad de mecanismos patológicos y patogénicos que comienzan a operar posterior a la lesión, como lo son la ruptura de la barrera hematoencefálica y la unidad neurovascular, la muerte neuronal sucedida en las meninges y el parénquima cerebral, la constricción y ruptura de fibras axonales, el daño en las uniones entre materia blanca y materia gris así como la hipotensión sistémica ocurrida en algún punto posterior a la lesión y la hipoxia temprana (Corps, 2015; Esparragosa, 2018).

La rehabilitación motora se enfoca en la recuperación musculoesquelética posterior a la lesión, así como en los tratamientos post-trauma, mientras que la rehabilitación cognitiva se enfoca en los déficits en las funciones cognitivas, tales como la memoria, la atención y el lenguaje, surgidos a raíz del traumatismo.

La rehabilitación cognitiva [neuropsicológica] es definida como el uso de la información y las tecnologías de la comunicación en la aplicación de técnicas y procedimientos, así como la implementación de apoyo que permita a los individuos con daño cognitivo funcionar sana-

productiva e independientemente en relación con el ambiente (García-Molina, 2011; Van der Liden, 2018). En la fase aguda debe ser manejada de manera estructurada y libre de distracciones ambientales; facilitando a su vez la generalización de estrategias y habilidades para las actividades cotidianas y significativas.

Los individuos con déficits cognitivos surgidos por un evento cerebral reciben rehabilitación cognitiva funcional, misma que debe considerar las características del paciente anteriores al evento traumático, su estado de desarrollo, así como las actividades significativas en los distintos contextos del paciente.

La discapacidad cognitiva es definida como la limitación en la capacidad de tareas mentales y por lo general se asocia con un déficit en las funciones cognitivas (Gamito et al, 2011).

Los métodos tradicionales de rehabilitación cognitiva se centran en la implementación de estrategias de organización, el uso de ayudas/estemas de memoria, imaginaria visual, desvanecimiento de pistas, así como estimulación cognitiva, además de técnicas sustitutivas, cuyo abordaje es factible.

También se promueve una intervención integrativa, en donde se utilicen figuras de apoyo, tales como la familia, a las cuales se les brinda estrategias y técnicas tales como la psicoeducación, así como orientación cognitivo-conductual y entrenamiento de situaciones conflictivas.

Cabe destacar que tradicionalmente las intervenciones se realizan a lápiz y papel, con recursos de apoyo tangibles así como con protocolos que pueden ser utilizados en el futuro (Hill et al, 2006; Gervasi, 2010).

Para iniciar un proceso de rehabilitación es necesario una evaluación comprensiva, con el fin de detectar las áreas en donde exista algún daño, identificando las facultades intactas que deberán ser entrenadas durante la rehabilitación así como las áreas afectadas y el trabajo a realizar en

estas. La evaluación inicial se realiza para identificar las funciones cognitivas afectadas, además de determinar la severidad y duración, así como los cambios emergentes a lo largo del tiempo.

Algunos instrumentos que se han utilizado para la evaluación de las distintas formas de memoria son la Escala de Memoria de Wechsler, el test del Reconocimiento y Memoria, entre otros más.

Las estrategias para remediar la memoria se dividen en aquellas que se encargan de restaurar la función memorística y la información relacionada a ella, aquellas que se encargan de la reorganización de la información y aquellas que ofrecen compensación conductual para las funciones que resultaron dañadas.

La restauración de la memoria parte de la premisa del entrenamiento repetitivo de la función que resultó dañada, mientras que la reorganización parte más del uso de técnicas de compensación de los sistemas funcionales intactos para apoyar o reemplazar la función afectada (Brooks, 2003).

La duración de la rehabilitación es importante, aunque se ha observado que es un gran problema para aquellas personas ubicadas en zonas rurales remotas o en áreas urbanas marginadas.

Asimismo, la rehabilitación conlleva a una saturación de los servicios en clínicas y hospitales, por lo que una adecuada intervención puede llevarse a cabo en casa, después de una evaluación inicial dentro de una clínica (Caminero, 2017; Popescu, 1999).

Por otra parte, las estrategias de tratamiento en ocasiones presentan fallas ya que se basan en guías que promueven la intervención en un tipo de paciente, dejando de lado todo el dinamismo que representa el traumatismo craneoencefálico, por lo que es necesario individualizar cada intervención, poniendo énfasis en el grado de traumatismo.

En el panorama mexicano, la rehabilitación ha tenido avances considerables durante los últimos años, ya que tanto el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, y las Instituciones de Seguridad Social, así como algunas instituciones privadas como la Asociación

Pro Personas con Parálisis Cerebral y los Centros de Rehabilitación Teletón se han empeñado en brindar la atención adecuada para la población con alguna deficiencia; respecto a la rehabilitación cognitiva, esta se brinda actualmente en algunos centros de atención sanitaria de tercer y segundo nivel así como en hospitales y clínicas privadas; relacionado a esto, la infraestructura en salud y educación se centra principalmente, aunque no exclusivamente, en 3 zonas principalmente: la Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey. En la Ciudad de México los servicios de Rehabilitación se han localizado principalmente en la zona metropolitana.

2- Realidad Virtual

El uso de la realidad virtual en combinación con un internet de banda ancha es una alternativa viable para cualquier tipo de intervención clínica (Gamito, 2010). Esta es definida como una tecnología de computadora de última generación, innovadora, cuyos orígenes se centran en un sistema visualmente acoplado, un ambiente generado a través de la computadora, basado en una simulación por computadora, con retroalimentación multisensorial en tiempo real (Man, 2016). Hacia 2001, era definida por Schultheis y Rizzo como el modo en que los humanos visualizaban, interactúan y manipulaban con las computadoras y su información compleja.

Sus características principales se componen de la navegación, interacción, presencia e inmersión, sustentándose a su vez en 3 pilares: la repetición, la motivación y la retroalimentación (Gamito, 2010; Holden, 2003).

Posee validez ecológica, además de que permite el registro y medición de respuestas conductuales surgidas durante su utilización, así como la implementación posible de algún tipo de monitoreo fisiológico.

El uso de ambientes virtuales en 3D ofrece la posibilidad de retroalimentación en tiempo real acerca de la posición y progresión del sujeto (Sveistrup, 2004). Sus propiedades inmersivas e

interactivas son utilizadas para la creación de simulaciones de ambientes de la vida real (Brooks y Rose, 2003).

La realidad virtual es usualmente presentada en una plataforma multimodal con varios tipos de pistas generalmente inmersivas, tales como imágenes y sonidos, por lo que los pacientes están más predeterminados a engancharse y afrontar la intervención. La realidad virtual puede aplicarse de 2 maneras, ya sea de manera inmersiva y la no inmersiva:

- **Realidad virtual inmersiva:** Los aspectos auditivos y visuales son entregados al usuario a través de pantallas y audífonos situados en la cabeza del paciente, así como con el uso de guantes especiales para los aspectos táctiles.
- **Realidad virtual no inmersiva:** Utiliza un monitor de computadora para los aspectos visuales, mientras que para los aspectos auditivos emplea algunas bocinas o dispositivos de salida de audio.

El nivel de inmersión y coste de los ambientes virtuales se sitúa desde las simulaciones inmersivas completas de ambientes de la vida real, hasta simulaciones más económicas pueden realizarse desde una computadora normal. Las primeras claramente expresan un mayor realismo, aunque conllevan efectos adversos, tales como náusea, dolores de cabeza y desorientación (Kennedy et al, 1989, citado en Brooks, 2003).

Por otro lado, los ambientes menos inmersivos presentan varias ventajas, tales como mayor facilidad de uso en una PC, costos reducidos, además de la portabilidad y la reducción de efectos adversos (Brooks et al, 2003).

Es importante la presencia de un terapeuta, ya que provee de una evaluación con mayor validez, y confiabilidad, además de reforzar y estructurar las habilidades de automanejo residuales propias de un ambiente simulado. Este puede y debe proveer entrenamiento ambiental, en donde

la repetición, así como la retroalimentación visual y auditiva puedan ser manipuladas simultáneamente de acuerdo con las diferencias individuales.

La práctica repetitiva es también un aspecto importante en el entrenamiento con realidad virtual, ya que pone a prueba el desempeño de los pacientes discapacitados (Chen, 2004) y permite lograr un aprendizaje posterior a la lesión.

Pruebas realizadas basadas en la interacción virtual han evidenciado que pueden ser tan eficaces como los tratamientos tradicionales y pueden aportar además otras ventajas para el usuario y fisioterapeuta.

Cómo rehabilitación tradicional, la realidad virtual consiste en la evaluación del paciente, la clasificación de metas, las terapias hechas a la medida del paciente, incluyendo ejercicio, así como la colaboración interdisciplinaria entre diferentes profesionales de la salud.

La realidad virtual en sus distintas modalidades ha sido utilizada en contextos de rehabilitación ortopédica (Burdea et al, 2000), así como en el aprendizaje del procesamiento del lenguaje (Jack et al, 2001), además de la rehabilitación motora y la rehabilitación encaminada a la modificación de la postura, principalmente en la Enfermedad de Parkinson (Gandolfi et al, 2017). También se tiene registro del uso de la rehabilitación virtual para actividades instrumentales como lo son el aprender a manejar y hablar en público.

Asimismo, la realidad virtual también ha sido aplicada a la rehabilitación de pacientes que han sufrido traumatismo craneoencefálico, los cuales están usualmente enfocados en la rehabilitación motora posterior al daño cerebral y sobre el entrenamiento en personas con discapacidad intelectual.

El uso de aplicaciones de realidad virtual en la rehabilitación puede ser efectivo debido a la correspondencia espacial en 3D entre los movimientos en el mundo real y los movimientos en el mundo virtual, lo que facilitará el desempeño de la retroalimentación en tiempo real.

Una de las explicaciones del porque la realidad virtual es efectiva, funcional y con resultados positivos se centra en la plasticidad cerebral, resultante de los estímulos ambientales, esencial a su vez para el desarrollo de estrategias terapéuticas y varios desórdenes cerebrales, ya que induce la organización cortical y la recuperación motora surgida posterior a un evento cerebral. A pesar de las ventajas ofrecidas por cada tipo de modalidad de la realidad virtual, su eficacia y eficiencia ha sido demostrada en ambos tipos de realidad virtual (Man, 2016).

Los beneficios obtenidos a partir de la utilización de la realidad virtual se clasifican en 3:

- **Beneficios neuromusculares:** Rehabilitación desde casa, mayor compromiso con la aplicación, resolución el tiempo dictaminado, así como reuniones en línea.
- **Beneficios posteriores al traumatismo:** Mayor motivación con la intervención, repetición intensiva, adaptabilidad a la educación de cada paciente, posibilidad de uso en fases crónicas además de la implementación de actividades de la vida diaria.
- **Beneficios en las funciones cognitivas:** Evaluación más realista, costo de terapia reducidos, un aumento de la seguridad del paciente y la transferencia de aprendizaje.

Algunas desventajas surgidas a raíz de la implementación de realidad virtual son el costo del equipo, la necesidad de tener a un experto cerca para manipular los ambientes, así como contar con un ambiente seguro en casa y contar a su vez con una conexión a internet [en caso de intervenciones a distancia] (Man, 2016).

Retornando a la rehabilitación cognitiva mediante realidad virtual en 3D, ésta provee de un camino flexible para simular situaciones diversas en las que los pacientes podrán realizar tareas en cadena de valor ecológico, tal y como debería realizarlos, pero sin riesgo alguno de lesión. Algunos resultados previos demuestran que las personas que poseen discapacidades son capaces de aprender a través de la realidad virtual, replicar el aprendizaje en la vida real y generalizarlo a otras actividades (Rábago, 2011).

Usualmente los escenarios reproducen situaciones de la vida real tales como supermercados, y cocinas, reforzando así la sensación de presencia incluyendo estimulación multimodal tales como interacciones auditivas, aumentando con ello la sensación de presencia.

La rehabilitación cognitiva, a través de la realidad virtual, está siendo aplicada con más frecuencia. Algunas plataformas internacionales realizadas con anterioridad, tales como el PREVIRNEC y el Nu!RehaVR, se desarrollaron como softwares, producto de la colaboración entre neuropsicólogos y científicos computacionales, equilibrando con ello los requerimientos de la neuropsicología y las limitaciones tecnológicas (Tost, 2009).

En México, el uso de la rehabilitación tanto física como cognitiva a través del uso de realidad virtual está avanzando a pasos agigantados; en la Universidad Nacional Autónoma de México se ha incluido dentro de los contenidos de la licenciatura de Neurociencias.

Por otro lado, hacia 2013, VirtualWare en colaboración con Grupo Dabsa desarrollaron el primer centro de rehabilitación virtual en México, el cual fue denominado Meridia. Dicho centro ofrece servicio a pacientes que requieren rehabilitación cognitiva y física a través de tecnologías basadas en videojuegos y captura de movimiento, mejorando así la calidad de vida de los mayores y sus familias. A su vez se proporciona asistencia, cuidados y salud integral a los mayores tanto en su domicilio como a distancia bajo el concepto de Atención Vive+.

Algunos resultados previos de la utilización de la realidad virtual para la rehabilitación cognitiva datan de 1998, con los trabajos de Christiansen en atención y Realidad, los cuales arrojaron resultados positivos para la rehabilitación. Posteriormente en el 2009, así como en el 2012, Caglio y colaboradores implementaron realidad virtual en dos pacientes con traumatismo craneoencefálico, teniendo resultados positivos en las tareas de memoria (evocación y memoria espacial) y en funciones frontales. Para el 2013, Yip et al, utilizaron realidad virtual en 37 pacientes con traumatismo craneoencefálico, cuya intensidad iba de leve a moderado; los resultados de esta intervención se reflejaron en mejoras en memoria (memoria prospectiva y memoria de trabajo), así como también en funciones ejecutivas.

Hacia 2014, Gamito y colaboradores, evaluaron una plataforma de realidad virtual en un paciente con traumatismo craneoencefálico, siendo los resultados una mejora en memoria, principalmente en memoria de trabajo, y en niveles atencionales. A la par, en 2015, Gottshall junto con sus compañeros implementaron una plataforma de realidad virtual para la rehabilitación cognitiva y física tras un traumatismo, en donde los resultados indican que ocurrieron mejorías en cognición y movimiento físico.

3- Telerrehabilitación

Las tecnologías de la información y comunicación aplicadas al campo sanitario se han revelado como un instrumento potencialmente útil para mejorar la autonomía personal y la integración social de las personas con algún tipo de discapacidad.

La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación permite:

1. Ahorro de gastos innecesarios.
2. Extender los procesos terapéuticos más allá del hospital
3. Romper las barreras geográficas, probando con ellos la calidad del servicio.

4. Seguir el objetivo de la asistencia centrada en el paciente, facilitando la comunicación (García-Molina, 2011)

La telesalud ha aparecido como un campo envolvente que está llamando la atención dada su potencialidad, la implementación de bajos costos y su efectividad (Putrino, 2014). Una de sus principales ramas se enfoca en los demandados servicios de rehabilitación.

El auge de subáreas de la telesalud como la telemedicina ha sido uno de los mayores avances en la sociedad. Esta es definida como el uso del intercambio de información clínica de un sitio electrónico a otro, a través de las telecomunicaciones. Su principal motivación es ofrecer tratamiento accesible a individuos que se encuentran distantes del centro de salud, así como a individuos con discapacidades físicas, para los cuales les sea más complicado el traslado.

A nivel nacional la telemedicina, enfocada en la rehabilitación ha tenido distintas aplicaciones; algunas investigaciones se han centrado en la telerrehabilitación cognitiva en pacientes geriátricos, mientras que algunas otras intervenciones se han enfocado en la rehabilitación motora de pacientes con parálisis o paresias en algunos miembros de su cuerpo.

Algunas de las aplicaciones de las tele-tecnologías en rehabilitación han sido la evaluación de los resultados de programas de rehabilitación, así como la evaluación de las necesidades del paciente en rehabilitación. Respecto a la tecnología de banda ancha, esta provee de una aplicación móvil y remota de los ambientes virtuales en 3D a través de la telerrehabilitación.

La telerrehabilitación por tanto es la rama de la telesalud encargada de proveer servicios de salud y rehabilitación a distancia, utilizando las herramientas y la tecnología en telecomunicaciones como medio de entrega (Hailey, 2010; Rabin, 2009). Se enfoca en la aplicación clínica de servicios de consulta, evaluación, prevención, de diagnóstico y terapéuticos, especialmente en poblaciones con discapacidades, tanto motoras como cognitivas – afectivas.

Su implementación hace capaz al terapeuta de comunicar, controlar y monitorear los ejercicios de los pacientes remotamente; representa la oportunidad de transmitir intervenciones de rehabilitación a distancia, en sujetos que experimentan muchas discapacidades.

El concepto de telerrehabilitación se comenzó a utilizar desde 1997, a partir de un conjunto de propuestas y prioridades para un nuevo centro de investigación en Ingeniería de Rehabilitación, emitido por el Instituto Nacional de Búsqueda en Discapacidad y Rehabilitación de Estados Unidos (Pastora, 2017). Los primeros usos de las tele-tecnologías en rehabilitación se dieron en la evaluación de la salida de programas de rehabilitación, así como la evaluación de las necesidades del paciente (Gervasi, 2010).

Por lo general un sistema de telerrehabilitación cuenta con una cámara que permite al fisioterapeuta tener contacto con el usuario en tiempo real; los sistemas complejos incluyen sensores que pueden registrar los movimientos del usuario, los cuales permiten el seguimiento y apoyo de sesiones de fisioterapia realizados.

Las sesiones también pueden ser videograbadas, así como la vía de los algoritmos automatizadas, los cuales guían la paciente a través de un programa de ejercicios.

La telerrehabilitación ofrece una diversidad de aplicaciones, las cuales incluyen:

1. Consulta para rehabilitación clínica
2. Servicios de tecnología asistida
3. Terapia remota
4. Rehabilitación remota.

El objetivo final de todo proceso de rehabilitación es regresar a la persona a su familia y contexto familiar en su máximo potencial alcanzable, por lo que la repetición y una gran variedad de estímulos juegan un papel importante en la rehabilitación.

La asistencia por parte de un especialista se da a distancia, aunque en ocasiones se necesita un primer acercamiento in vivo.

De acuerdo con algunas revisiones acerca de la efectividad de la telerrehabilitación, el 71% de las aplicaciones en telerrehabilitación han sido exitosas, 11% con resultados variables y el 18% restante con resultados no tan favorecedores (Gamito et al, 2014).

La evidencia indica que la telerrehabilitación ha sido efectiva para la rehabilitación cardíaca, la rehabilitación en pacientes con algún evento cerebral, la rehabilitación posterior al cáncer, así como la intervención en pacientes con problemas reumatológicos y en menor medida en obesidad infantil, y la terapia del lenguaje. También se ha observado beneficio en los pacientes que presentaban Parkinson y Alzheimer en etapa inicial, así como en aquellos que presentaban algunas demencias leves.

Respecto a la rehabilitación neuropsicológica y su aplicación en la intervención psicológica, la telerrehabilitación ha beneficiado a los pacientes con enfermedades cerebrovasculares y trauma craneoencefálico, en los cuales se observó inicialmente alteraciones en memoria, lenguaje, atención, y orientación principalmente.

El PREVIRNEC es un sistema de telerrehabilitación basado en ambientes virtuales, cimentado en 4 pilares principalmente:

- Alto grado de programabilidad
- Monitoreo de la rehabilitación del paciente
- Integración de las tareas en 2D y 3D
- Flexibilidad para añadir más tareas prospectivamente.

Este sistema consiste en 2 aplicaciones interconectadas, una para el neuropsicólogo y otra para el paciente, en donde el profesional planifica las tareas a realizar, las cuales se clasifican en tareas

de 2D y 3D y a su vez en tareas de atención, memoria y/o funciones ejecutivas, todas estas realizadas en plano de primera persona, respetando con ello la validez ecológica (Tost et al, 2009).

Por otro lado, el Nu!RehaVR es un sistema basado en tecnologías X3D y Ajax3, las cuales permiten la posibilidad de realizar ejercicios de Telerrehabilitación específicos para la recuperación de la enfermedad neurológica, tales como la utilización de un elevador, así como cruzar una calle utilizando un semáforo, estimulando con ello su sistema neurológico y a su vez incrementando sus habilidades cognitivas.

La telerrehabilitación ofrece muchas nuevas oportunidades para proveer servicios de rehabilitación de formas alternas y con diferentes recursos clínicos; una de estas aplicaciones novedosas de la telerrehabilitación es su uso en compañía con la realidad virtual.

Justificación

Considerando que las potenciales afectaciones posterior a un traumatismo craneoencefálico en el área cognitiva, física y afectiva se plantea la instrumentación de una plataforma para la rehabilitación cognitiva.

La utilización de este novedoso recurso plantea beneficios importantes en distintas esferas; por ejemplo al utilizar esta intervención se busca una mejoría en el área cognitiva del paciente que lo esté utilizando, especialmente en los dominios de atención, memoria y en las funciones ejecutivas. Asimismo permite economizar tanto dinero como tiempo, ya que al poder realizarse de manera remota se evita el tiempo gastado en los traslados hacia el hospital o centro de salud, así como también se evita que el paciente gaste dinero en trasladarse.

Por otra parte, ante la carencia de este tipo de intervenciones, basadas en evidencia científica a

nivel nacional, la implementación de este recurso permite que un mayor número de personas en esta condición se vea beneficiado, aumentando así su bienestar físico y mental.

MÉTODO:

Objetivo: Evaluar la efectividad de un programa de rehabilitación neuropsicológica a través de una plataforma de realidad virtual (*System Lisboa Battery*).

Objetivos específicos:

- Contrastar las respuestas de los participantes en las evaluaciones previas y posteriores a la intervención.
- Evaluar la efectividad de la intervención a través de realidad virtual sobre las funciones cognitivas.
- Evaluar el impacto de la intervención mediante realidad virtual en la esfera emocional.

Hipótesis

Existirán cambios significativos posteriormente a un programa de rehabilitación cognitiva mediante Realidad Virtual en pacientes con Traumatismo Craneoencefálico con déficits cognitivos.

Variables

- **Variable Dependiente:** Atención y Memoria.
- **Variable Independiente:** Intervención a través de Telerrehabilitación y Realidad Virtual.

Tipo de Estudio: Estudio Longitudinal Descriptivo Pre-experimental

Diseño de investigación: Es un diseño pre-post evaluación.

METODOLOGÍA

Participantes:

Para el proyecto de Telerrehabilitación a través de Realidad Virtual la muestra fue de 2 participantes, los cuales fueron seleccionados mediante los siguientes criterios de inclusión:

- Haber experimentado traumatismo craneoencefálico en un periodo de 5 a 60 meses [primordialmente]; el lugar y la gravedad de la lesión no está dictaminado.
- Presencia de alteraciones subjetivas en el funcionamiento de la atención y memoria
- Tener entre 16 y 65 años de edad
- No estar bajo prescripción farmacológica
- No presentar trastorno mental – psiquiátrico

Criterios de exclusión/eliminación:

- Ausencia a más de 3 sesiones de rehabilitación
- Más de 15 años de haber ocurrido el evento
- Presentar alteraciones motoras muy severas

El proceso de reclutamiento fue a través de redes sociales así como en las áreas de Trauma y rehabilitación de distintos hospitales en la Ciudad de México.

Instrumentos

A continuación, se describen los instrumentos utilizados para la evaluación psicológica y neuropsicológica de ambos participantes:

Historia Clínica: Recurso de trabajo que nos permite recopilar la información relevante por caso, ordenándose en distintas categorías específicas.

Escala de Afectos Positivos y Negativos (1988): PANAS (por sus siglas en inglés) es un test de auto-reporte elaborado por Watson *et al.* estandarizado en México por Minerva Cazarez (Lopez-Gomez, Hervas y Vázquez, 2015). Evalúa los afectos positivos y negativos presentes, a manera de estado o rasgo, el cual consiste de 20 ítems, divididos en 10 adjetivos positivos y 10 negativos.

Escala de Síntomas 90 (1975): El Checklist de Síntomas 90-R, un test creado por Derogatis a mediados de los 70's y revisado por el mismo en 1994; es un test de 90 ítems que mide los síntomas y el estrés psicológicos, usando solamente una hoja de respuestas y pluma negra. Se divide en 3 escalas y 9 dimensiones. Esta estandarizado para población mexicana (Lara, 2005)

Escala Wechsler Memoria (2008): Desarrollada originalmente a mediados de los 60s por Wechsler *et al.*; es una escala que mide las habilidades de repetición y recuperación de la información en un periodo de tiempo. Esta escala se compone de diversas subescalas encargadas cada una de medir aspectos diferentes del mismo constructo. La versión #4 de la prueba fue estandarizada en México por Pedro Sánchez Romero (Rosas et al, 2014).

Figura Compleja de Rey (1942): La Figura Compleja de Rey es un test desarrollado por Rey y estandarizada en México por Galindo en 1982 (Galindo, Cortes y Salvador, 1996) la cual explora la actividad perceptual, el control visomotor la memoria y la atención globalmente. Usando papel, la figura original y un lápiz, se sigue la instrucción de copiar la figura original en el papel, identificando déficits específicos causados por lesiones y otros factores. Su puntuación va del 0 al 32.

Inventario de Depresión de Beck (1961): El Inventario de Depresión es un test de 21 ítems desarrollado por Beck en 1961, mientras que la estandarización en México se dio gracias a Samuel Jurado en 1998 (Jurado et al, 1998). Este mide características, actitudes y síntomas de depresión en población adulta. Como auto reporte evalúa la presencia o no de depresión de acuerdo a 3 rangos; su aplicación dura alrededor de 15 minutos

NEUROPSI (1993): El Neuropsi Breve, es un test confiable, desarrollado por Ardila y Ostrosky hacia 1993. (Ardila y Ostrosky, 2012) que permite evaluar detalladamente los procesos de atención y memoria en pacientes psiquiátricos, geriátricos, neurológicos y pacientes con diversos problemas médicos. Consiste en más de 30 reactivos que permiten obtener índices independientes de atención, memoria, así como una puntuación global de atención y memoria. Incluye protocolos y perfiles de calificación para la evaluación de niños, adultos y población geriátrica.

Test Cognitivo de Montreal (2005): El Test Cognitivo de Montreal (MoCA) es un test desarrollado por Nasreldine et al, capaz de detectar daño cognitivo. Consiste en menos de 25 ítems, los cuales tienen un puntaje entre 0 y 30 en donde 30 puntos es el puntaje más alto y 0 claramente el más bajo. En 10 minutos, la prueba evalúa áreas como la memoria, la atención, el área verbal, las funciones ejecutivas y las habilidades de visoestrucción. (Nasreldine, 2005). Fue estandarizado en población mexicana por Aguilar et al en 2018.

Test de Aprendizaje Auditivo Verbal de Rey (1958): Denominado RAVLT por sus siglas en inglés, es un test creado en 1907 por Eduard Claparède y revisado en 1958 por André Rey; consiste básicamente en repetir en 5 ocasiones una lista de 15 palabras (todos pronombres); mide la memoria verbal además de poner a prueba la memoria de trabajo en un periodo de tiempo determinado. Es aplicable en personas mayores de 16 años.

Test del Dibujo del Reloj (1953): El Test del Dibujo del Reloj es un test que vela por el daño cognitivo y la demencia, además de habilidades visoconstructivas. Fue desarrollado en 1953, por Critchley (Hazan, 2018) y evalúa la comprensión, la percepción, la memoria, la inhibición y las funciones motoras, usando solo una hoja de papel y lápiz. La premisa básica es cómo su nombre lo indica el dibujo de un reloj y sus componentes. Fue estandarizado en 201 en población mexicana gracias a Aguilar et al.

Test de la Tarea del Color (1994): El Color Trails Test es una prueba desarrollada por D'Elía, para personas de 18 a 99 años, el cual, a través de colores en secuencia, evalúa la atención sostenida y la atención dividida. Sus instrucciones no son verbales y existen en 2 modalidades (Rabelo, 2010)

Test de Clasificación de Tarjetas Wisconsin (1948): El test Wisconsin es un test no controlado en tiempo que mide el razonamiento abstracto, la formación de conceptos y la respuesta al cambio. Fue creado por Gant & Berg, y consiste en 128 cartas con 4 formaciones líderes; Posteriormente Milner, lo modifica ya lo lleva a involucrarse más en la evaluación de disfunción prefrontal (Mateo, 2007).

Plataforma Virtual “System Lisboa Battery” (2013)

Desarrollada por Gamito y Oliveira en la Universidade Lusófona. Es una plataforma virtual utilizada para la evaluación y rehabilitación cognitiva a partir de distintos escenarios virtuales; cabe destacar que fue adaptada al contexto mexicano por el Laboratorio de Enseñanza Virtual y Ciberpsicología, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Respecto al escenario virtual, este se compone de una pequeña ciudad, con varias sedes en donde se pueden realizar las actividades a desarrollar durante las sesiones. La sede principal, es un

apartamento que cuenta con cocina, baño, sala y una recamara, en este escenario es donde se inicia las actividades en la mayoría de las sesiones. También cuenta con 2 supermercados, así como con un casino y una Galería de Arte, dichos lugares se van revelando de acuerdo con el avance del proceso de rehabilitación.

Procedimiento

La intervención se dividió en 14 sesiones distribuidas de la siguiente manera.

1. Dos sesiones de evaluación inicial, en las cuales se aplicaron 13 instrumentos [neuro-] psicológicos, así como el otorgamiento del consentimiento informado. Dichas sesiones fueron divididas de la siguiente manera:
 - **Sesión 1:** Otorgamiento de consentimiento informado, y aplicación de las siguientes pruebas. Neuropsi Breve, Escala de Afectos Positivos y Negativos, Inventario de Síntomas 90-R, Inventario de Depresión de Beck, Color Trails Test, Escala de Impulsividad (UPPS-P) y la subescala Wechsler de Memoria.
 - **Sesión 2.** De evaluación. Evaluación Cognitiva Montreal (MoCA) Versión Alterna Mexicana 7.3, Test de Aprendizaje Auditivo-Verbal de Rey, Test de la Figura Compleja de Rey, Test del Dibujo del Reloj, Batería de Evaluación Frontal, y el Test de Clasificación de Cartas de Wisconsin.
2. 12- 14 sesiones de entrenamiento a las que se expuso a los pacientes, con el fin de realizar una gama amplia de tareas de Realidad Virtual, proporcionadas dentro de una plataforma. Dichas tareas se componen de actividades cotidianas tales como elección de comida y la realización de una lista de comida, entre otras.

- **Sesión 3.** De Intervención – Realidad Virtual. En esta sesión el paciente recibió entrenamiento en un ambiente de Realidad Virtual de práctica.
- **Sesiones 4 – 12** - De Intervención – Realidad Virtual. En estas sesiones el paciente completó diferentes tareas en ambientes cotidianos simulados, que requerirán el uso y entrenamiento de funciones cognitivas. Estas sesiones a su vez se dividieron de la siguiente manera:
 - *Sesión 4:* El paciente debía realizar 2 tareas, la primera de ellas era seleccionar algunas prendas de un armario, mientras que la segunda era jugar con un memorama virtual. Los procesos que están involucrados son la memoria de trabajo, la abstracción así como la velocidad de procesamiento.
 - *Sesión 5:* En esta sesión el paciente tenía que realizar un pastel en la cocina a partir de una lista de ingredientes, así como acomodar algunos zapatos en un estante, de acuerdo con el color. Los procesos involucrados fueron la memoria de trabajo, la abstracción, la atención sostenida así como la velocidad de procesamiento.
 - *Sesión 6:* El paciente, guiado por el profesional, debía desplazarse por las calles del escenario virtual, buscando con ello distintos lugares con los que se trabajarán posteriormente. Los procesos involucrados son la memoria a corto plazo, la atención dividida, la atención selectiva así como procesos de inhibición.

- *Sesión 7:* El paciente vió algunos programas en la Televisión que se ubica dentro del apartamento y se le pidió hacia al final de la sesión que respondiera algunas cuestiones relacionadas con esos contenidos. Para esta sesión los procesos involucrados directamente serían la atención sostenida, la atención dividida, la memoria de trabajo así cómo procesos inhibitorios.
- *Sesión 8:* Con previa manipulación del profesional, el paciente buscaba dentro del supermercado La Rosa algunas listas de compras con productos tales cómo huevo, leche, mantequilla, galletas y pan de caja. Los procesos involucrados son la atención sostenida, la atención selectiva, la memoria de trabajo así como procesos de cálculo.
- *Sesión 9:* Relacionado con la sesión anterior, el paciente buscaba algunos productos dentro de la Farmacia, completando algunas listas de compra. Los procesos involucrados son la atención sostenida, la atención selectiva, la memoria de trabajo así como procesos de cálculo.
- *Sesión 10:* Similar a la sesión 8, el paciente realizaba una lista de compras en la Tienda La Güera y efectuaba pagos por los productos que este selecciona. Igualmente durante esta sesión se intervino en procesos de cálculo, atención sostenida y de memoria de trabajo.

- *Sesión 11:* En esta sesión el paciente realizaba algunas actividades predeterminadas dentro de las pinturas ubicadas en la Galería de Arte, en las cuales debían recordar elementos y completar figuras artísticas. Los procesos involucrados son la atención focalizada, la memoria de trabajo, la abstracción y la velocidad de procesamiento.
- *Sesión 12.* El paciente ingresaba al casino, y utilizaba casi en su totalidad las máquinas provistas dentro del mismo, haciendo actividades de apuesta. Los procesos involucrados fueron de inhibición, atención y velocidad de procesamiento.
- **Sesiones 13-14** De evaluación final. En estas sesiones se aplicaron de nueva cuenta las pruebas descritas con anterioridad para observar mejoras en el desempeño; ocurrieron posteriormente a 5 meses de aplicación.

Cabe destacar que la intervención se llevó a cabo en el Laboratorio de Enseñanza Virtual y Ciberpsicología, dentro de la Facultad de Psicología en Ciudad Universitaria en un horario de lunes a sábado de 9 a 18 horas. Las sesiones fueron planificadas para que el paciente acudiera 1 vez a la semana al laboratorio.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de esta tesis, se compararon los resultados pre- y post- de cada participante, en cada una de las pruebas y baterías aplicadas, con el fin de observar la efectividad de la plataforma. Se utilizó el paquete de Análisis Estadísticos SPSS v23, utilizando 2 tipos de análisis de datos: la prueba t-Student para muestras relacionadas, para la significancia estadística, y el Índice de Cambio Confiable para la significancia clínica.

Resultados

Se reportan los resultados de dos pacientes con intensidad grave y tipo de lesión frontal, con diferencias en sexo, edad y periodo posterior a la lesión (uno con ocurrencia reciente, y el otro había ocurrido hace más de 10 años).

Caso 1 -BA

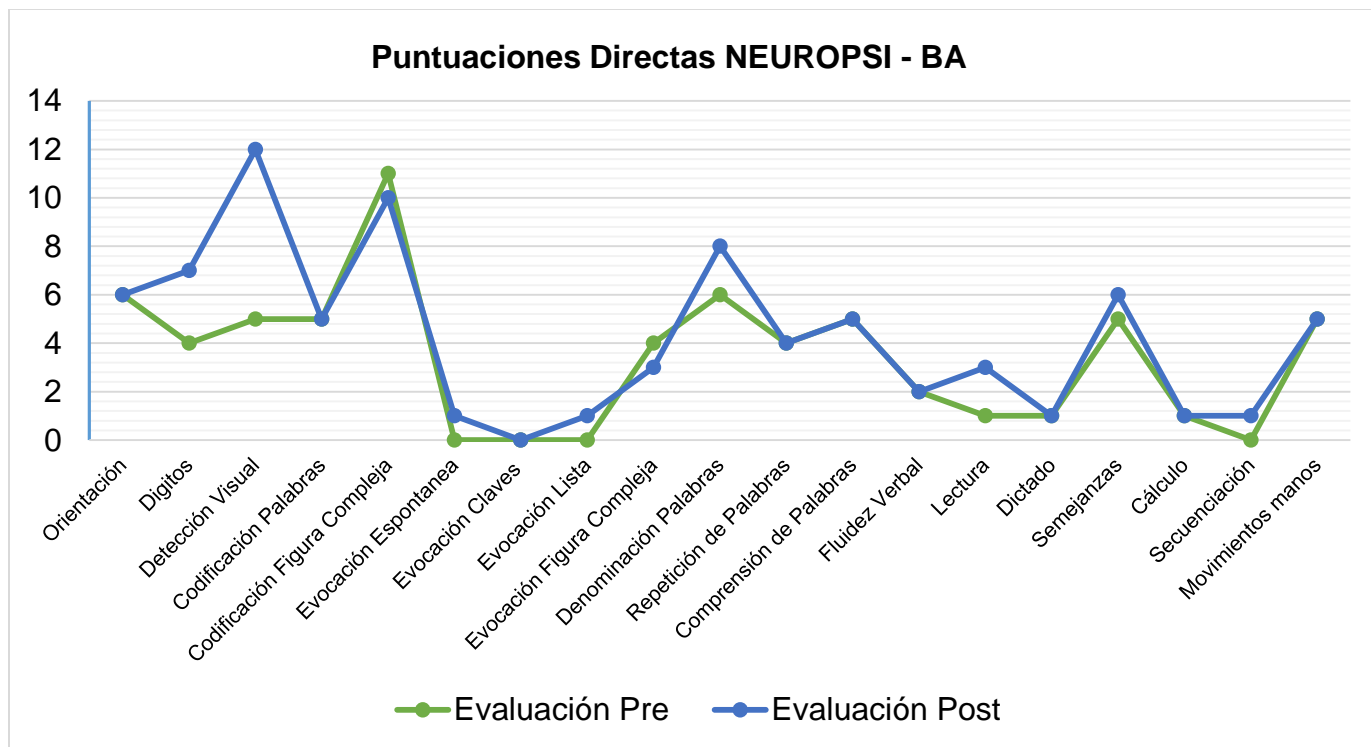
Masculino de 24 años, cuyo traumatismo craneoencefálico se clasifica cómo grave (Escala Glasgow = 3) hacia un año de haber ocurrido el traumatismo (Mayo 2018). La lesión producida se encontró en la región frontoparietal derecha, así como en el área temporal superior; los efectos de dicho traumatismo van desde problemas motores (rigidez + paresias), así como problemas cognitivos (memoria a corto y largo plazo) y algunos problemas en el área emocional, expresados a través de impulsividad.

Caso 2 - LS

Femenina de 54 años, que presento traumatismo craneoencefálico grave, hacia 13 años de antigüedad con lesiones en el área frontal. Los síntomas posteriores al traumatismo craneoencefálico se tradujeron en alexia, problemas del habla, perdida del equilibrio, problemas en la atención y la memoria, así como problemas emocionales, tales como desesperación, depresión y la presencia de trastorno de estrés postraumático.

Participante 1 - BA

FIGURA 1 – PERFILES DE NEUROPSI DE BA



Puntuaciones escalares del NEUROPSI, de acuerdo con baremos indicados. Media= 10 DE= 3

FIGURA 2 – TABLA DE PUNTAJES DIRECTOS EN ESCALA DE AFECTOS POSITIVOS Y NEGATIVOS

	Puntuaciones
Evaluación Pre – Afectos Positivos	35
Evaluación Post – Afectos Positivos	35
Evaluación Pre – Afectos Negativos	18
Evaluación Post – Afectos Negativos	12

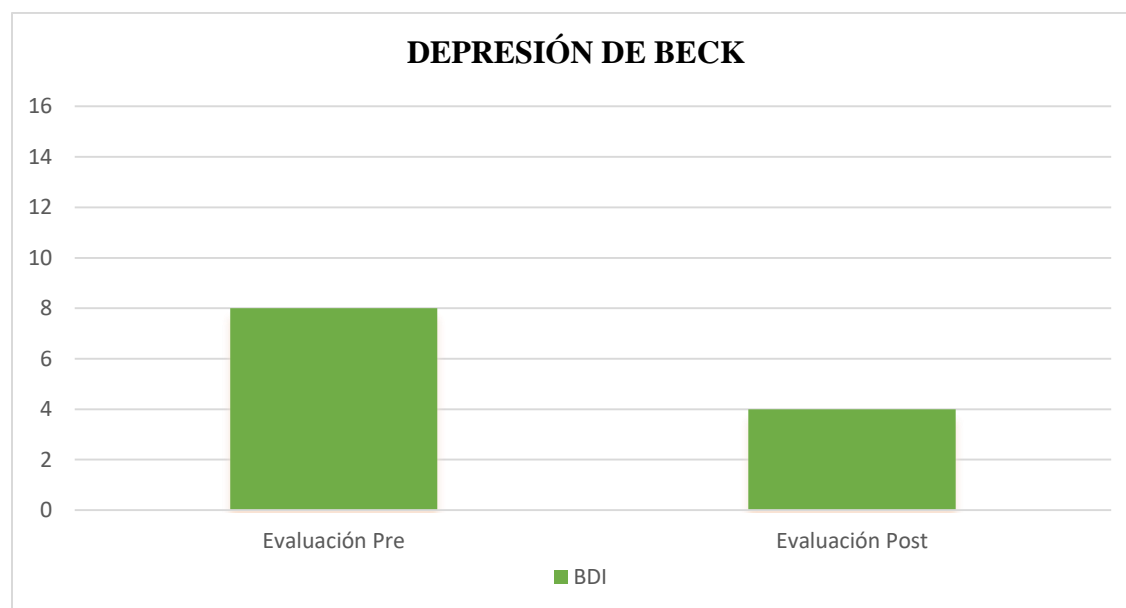
Puntuaciones directas en PANAS.

FIGURA 3 – COEFICIENTES OBTENIDOS DE INVENTARIO DE SÍNTOMAS 90

Dimensiones	Puntajes Pre	Puntajes Post
Somatización	.13	0
Obsesión – Compulsión	.33	.30
Sensibilidad Interpersonal	0	0
Depresión	.43	.30
Ansiedad	0	0
Hostilidad	.33	0
Ansiedad Fóbica	0	0
Psicoticismo	.17	0
Ideación Paranoide	.30	.33

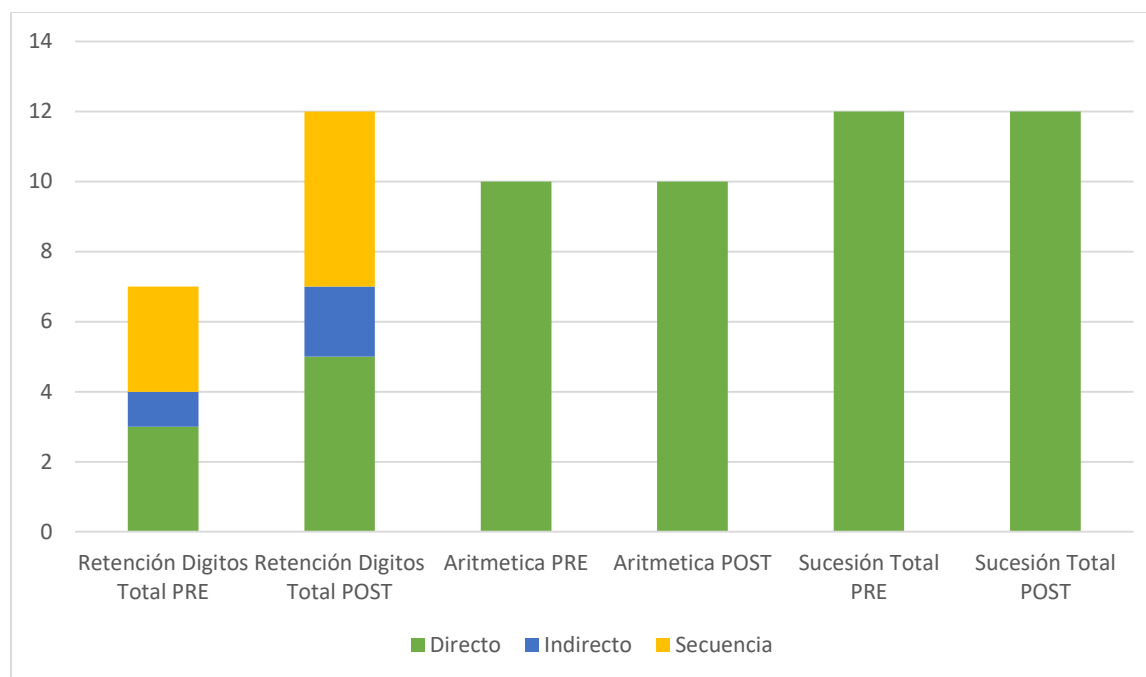
Puntuaciones porcentuales en Escala de Síntomas 90-R

FIGURA 4 – RESULTADOS DEL INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK



Puntuaciones directas en el Inventario de Depresión de Beck. <9 = Presencia baja de sintomatología.

FIGURA 5 – PUNTUACIONES NATURALES EN ESCALA WECHSLER DE MEMORIA PARA ADULTOS



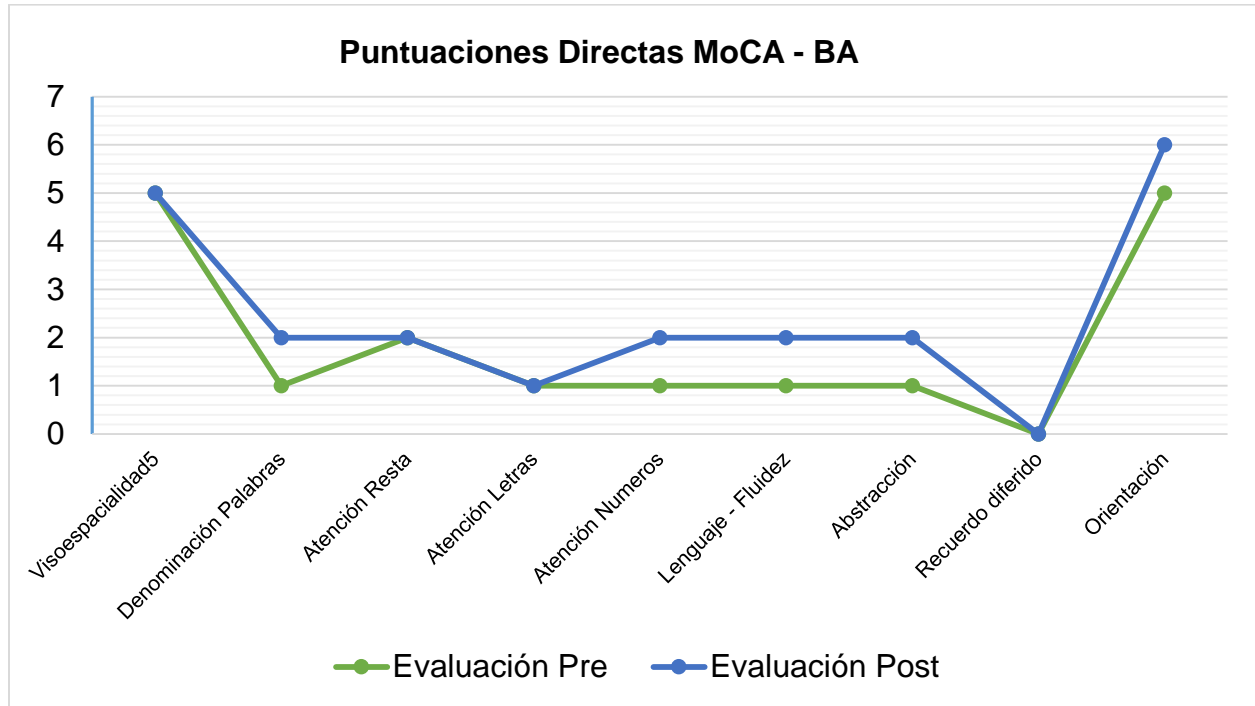
Puntuaciones escalares en WISC-IV antes y después de la evaluación. Media= 10 DE= 3

FIGURA 6 – RESULTADOS DEL TEST DEL COLOR

	Color 1		Color 2	
	Puntajes Pre	Puntaje Post	Puntaje Pre	Puntaje Post
Reactivos correctos	25	25	25	25
Reactivos incorrectos	0	0	0	0
Tiempo de resolución	2:01 minutos	1:54 minutos	3:15 minutos	2:44 minutos

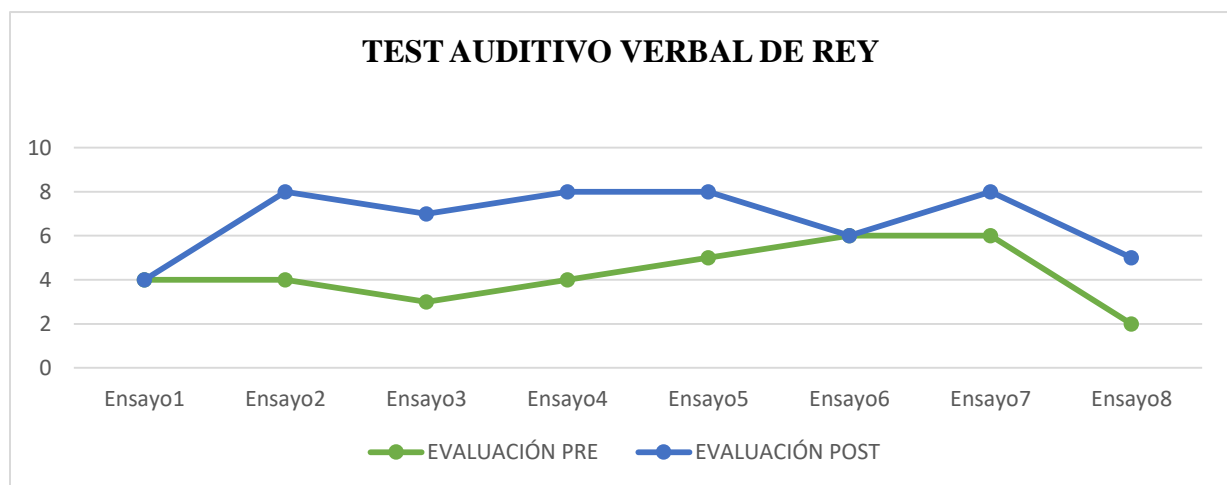
Puntuaciones directas y cronometraje del Color Trail Test antes y después del programa de rehabilitación cognitiva.

FIGURA 7- RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN COGNITIVA DE MONTREAL

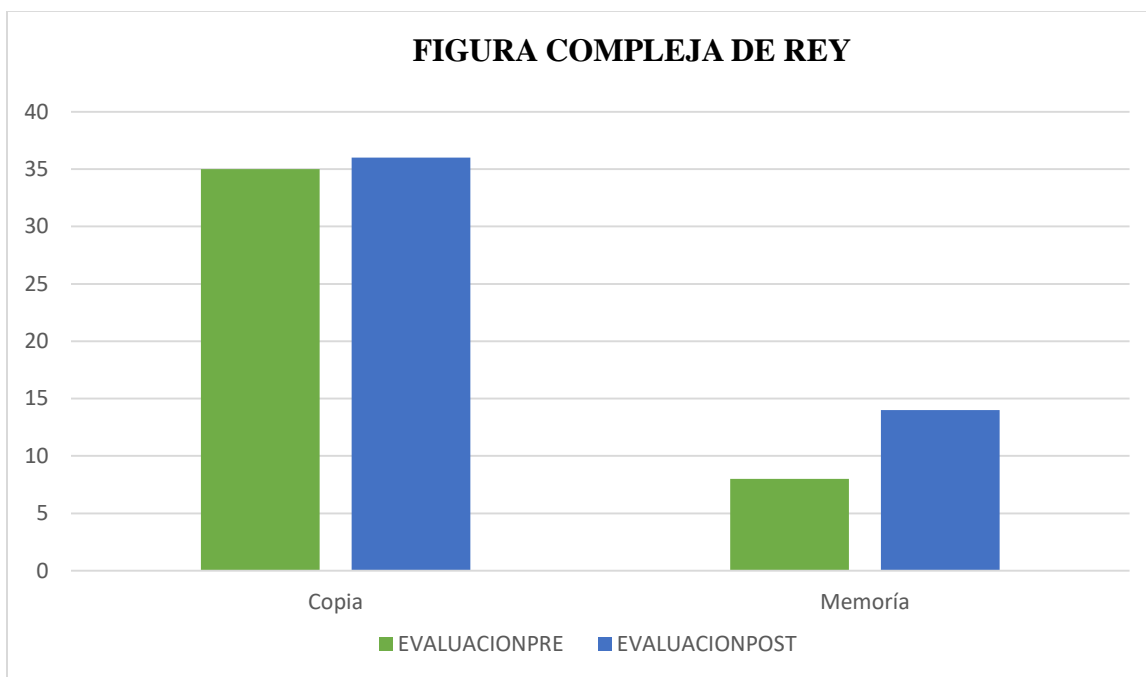


Puntuaciones directas en Evaluación Cognitiva de Montreal antes y después del programa de rehabilitación.

FIGURA 8- RESULTADOS DEL TEST DE APRENDIZAJE AUDITIVO VERBAL



Puntuaciones directas en RAVLT antes y posteriormente del programa de Intervención.

FIGURA 9 – RESULTADOS DE FIGURA COMPLEJA DE REY

Puntuaciones directas en la Figura de Rey ante- y posteriormente al Programa de Rehabilitación. Puntuación máxima=36-

FIGURA 10 – RESULTADOS DE TEST DE WISCONSIN

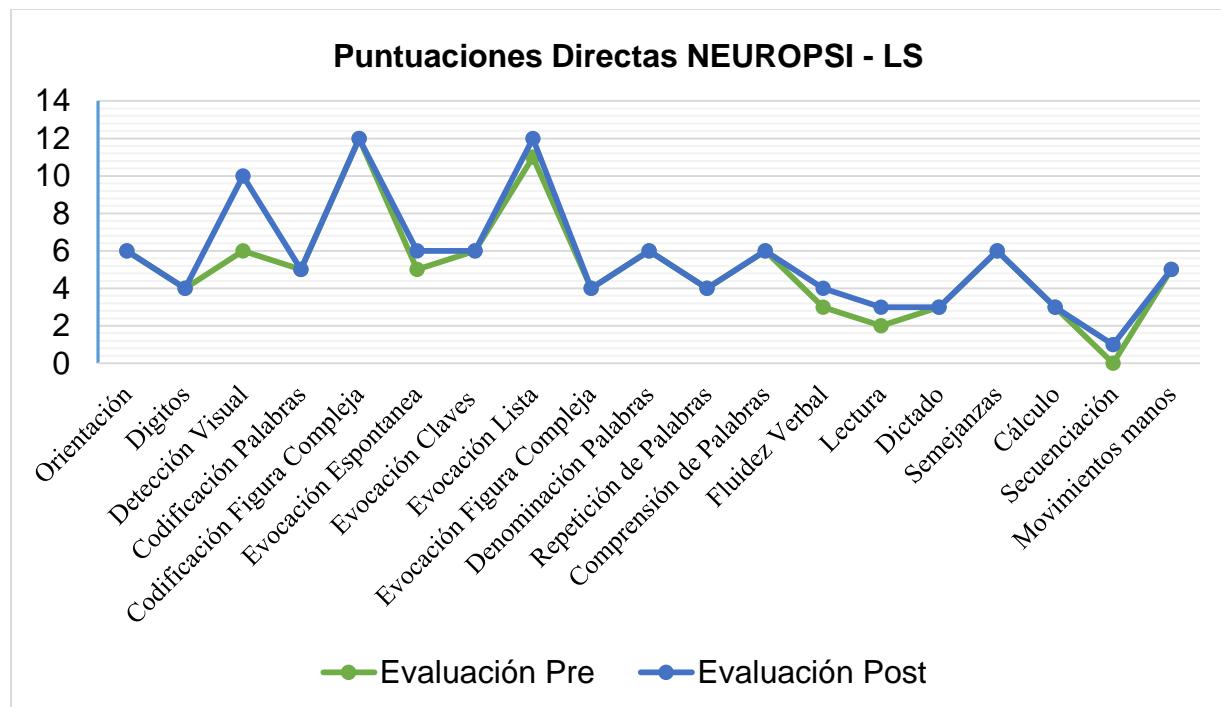
Categoría:	Puntuaciones Pre	Puntuaciones Post
Intentos Aplicados	128	128
Categorías Completas	2	4
Porcentaje de Errores Preservativos	68	19
Porcentaje de Respuestas Perseverativas	89	56
Porcentaje de Errores No Perseverativos	17	27

Porcentaje de Errores	84	53
Porcentaje de Respuestas a Nivel Conceptual	16	49

Puntuaciones directas en Test WISCONSIN antes y posteriormente de la intervención.

Participante 2 - LS

FIGURA 11- PERFILES DE NEUROPSI



Puntuaciones escalares del NEUROPSI, de acuerdo con baremos para grupo de edad y Escolaridad. Media=

10 DE= 3

FIGURA 12 – PUNTAJES EN LA ESCALA DE AFECTO POSITIVO Y NEGATIVO.

	Puntuaciones
Evaluación Pre – Afectos Positivos	33
Evaluación Post – Afectos Positivos	40
Evaluación Pre – Afectos Negativos	15
Evaluación Post – Afectos Negativos	12

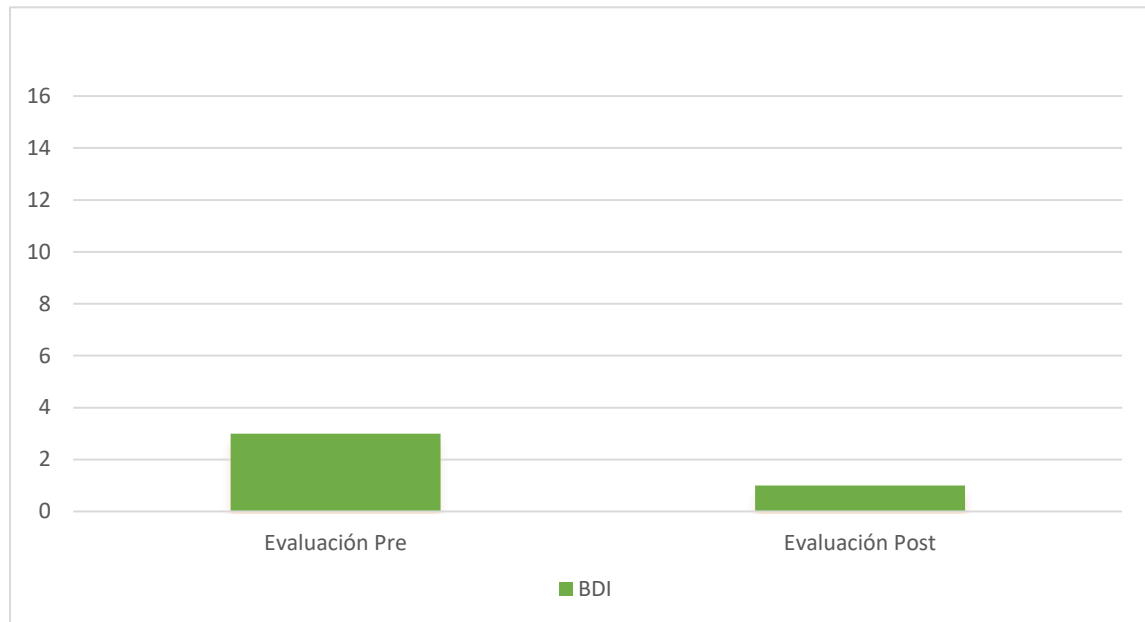
Puntuaciones directas en PANAS.

FIGURA 13 – COEFICIENTES OBTENIDOS DE INVENTARIO DE SÍNTOMAS 90

Dimensiones	Puntajes Pre	Puntajes Post
Somatización	.80	.19
Obsesión – Compulsión	.81	.11
Sensibilidad Interpersonal	.71	.69
Depresión	.59	.15
Ansiedad	0	0.9
Hostilidad	.25	0
Ansiedad Fóbica	0	.11
Psicoticismo	.31	.17
Ideación Paranoide	.10	.21

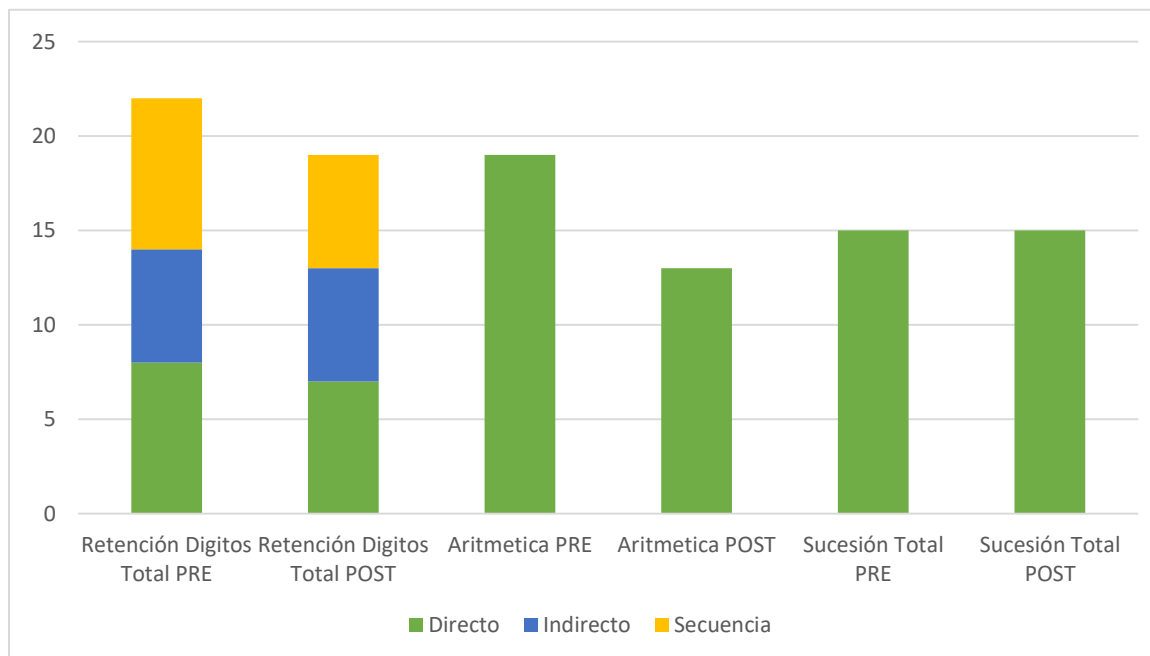
Puntuaciones porcentuales en Escala de Síntomas 90-R

FIGURA 14 – RESULTADOS DEL INVENTARIO DE DEPRESIÓN DE BECK



Puntuaciones directas en el Inventario de Depresión de Beck. <9 = Presencia baja de sintomatología.

FIGURA 15 – PUNTUACIONES NATURALES EN ESCALA WECHSLER DE MEMORIA PARA ADULTOS



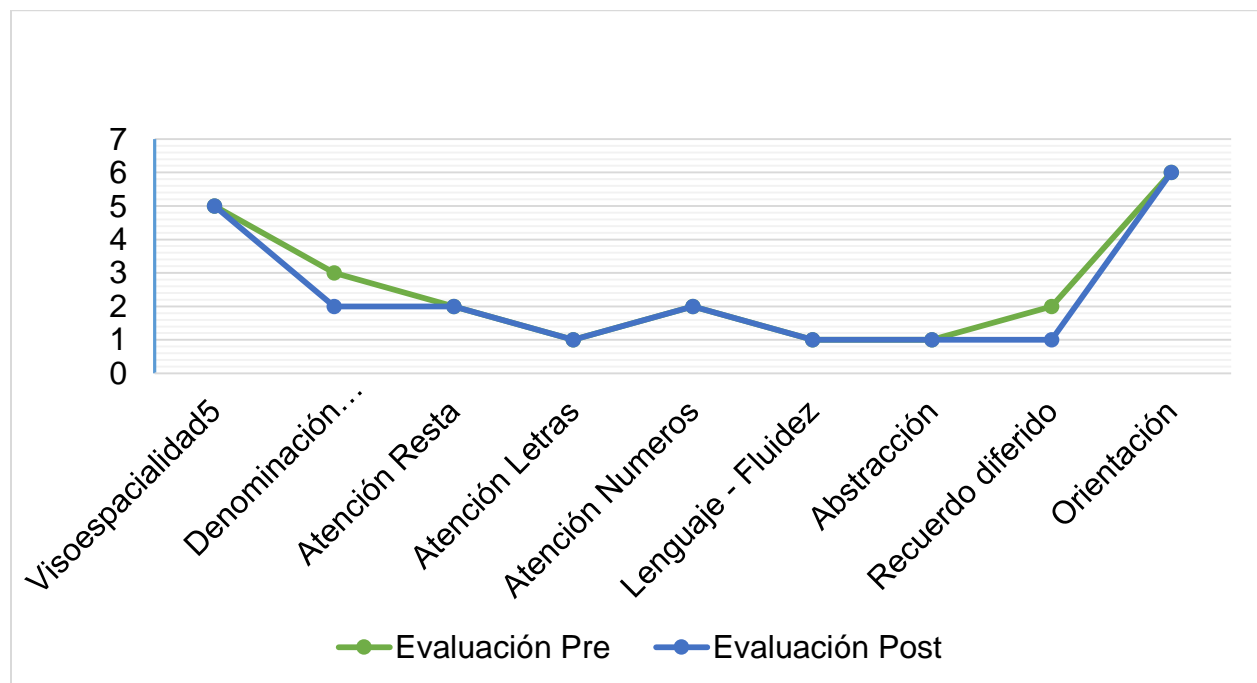
Puntuaciones escalares en WISC-IV antes y después de la evaluación. Media= 10 DE= 3

FIGURA 16 – RESULTADOS DEL TEST DEL COLOR

	Color 1		Color 2	
	Puntajes Pre	Puntaje Post	Puntajes Pre	Puntajes Post
Reactivos correctos	25	25	25	25
Reactivos incorrectos	0	0	0	0
Tiempo de resolución	2:30	0:58	3:40	1:51

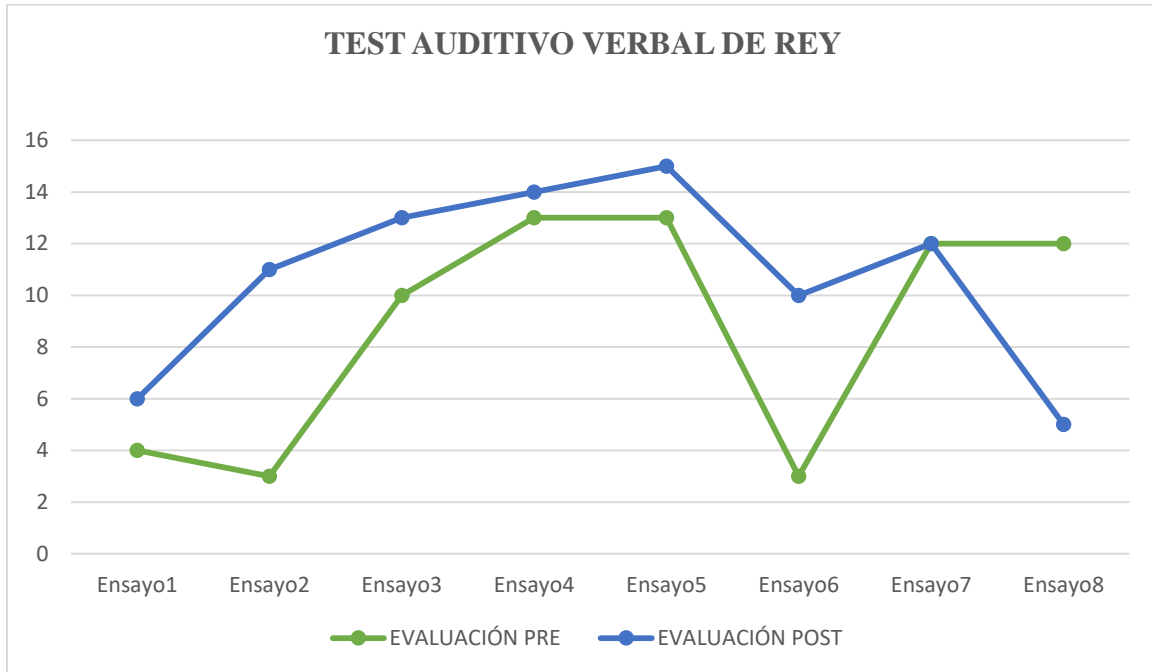
Puntuaciones directas y cronometraje del Color Trail Test antes y después del programa de rehabilitación cognitiva.

FIGURA 17– RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN COGNITIVA DE MONTREAL



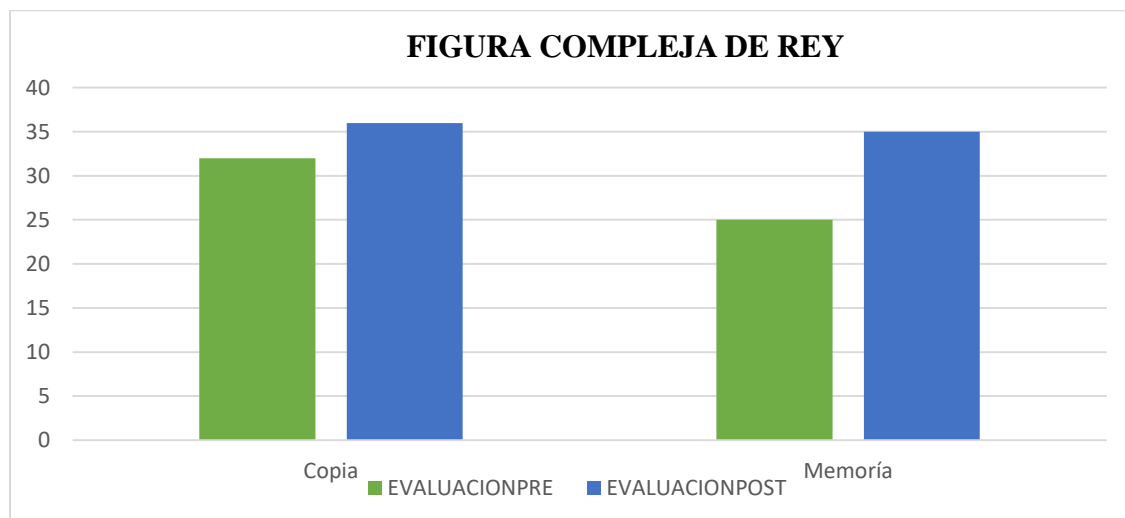
Puntuaciones directas en Evaluación Cognitiva de Montreal antes y después del programa de rehabilitación.

FIGURA 18- RESULTADOS DEL TEST DE APRENDIZAJE AUDITIVO VERBAL



Puntuaciones directas en RAVLT antes y posteriormente del programa de Intervención.

FIGURA 19 – RESULTADOS DE FIGURA COMPLEJA DE REY



Puntuaciones directas en la Figura de Rey ante- y posteriormente al Programa de Rehabilitación.

FIGURA 20 – RESULTADOS DE TEST DE WISCONSIN

Categoría:	Puntuaciones Pre	Puntuaciones Post
Intentos Aplicados	128	64
Categorías Completas	3	4
Porcentaje de Errores Preservativos	28	19
Porcentaje de Respuestas Perseverativas	54	29
Porcentaje de Errores No Perseverativos	37	29
Porcentaje de Errores	55	49
Intentos para Primer Categoría	5	1
Porcentaje de Fallos de Actitud	2	3
Porcentaje de Respuestas a Nivel Conceptual	30	29

Puntuaciones directas en Test WISCONSIN ante- y posteriormente a la Intervención.

Análisis Estadístico

Prueba t - Student para Muestras Relacionadas – Significancia Estadística

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ante un paradigma de Telerrehabilitación después de 12 sesiones de intervención. .

Índice de Cambio Confiable – Significancia Clínica

Para la significancia clínica es necesario tener a la mano el valor del test-retest de cada prueba, la desviación estándar de cada uno de los instrumentos así como de las puntuaciones de las aplicaciones pre- y post- de cada una.

Figura 25 – Puntuaciones Test-Retest por Instrumento

Instrumento	Indice de Test-Retest
NEUROPSI	.96
Escala de Afectos Positivos y Negativos	.71 N, .68 P.
Escala de Síntomas 90-R	.90
Inventario de Depresión de Beck	.68
Escala Wechsler de Memoria	.85
Test del Color	.66
Test de Aprendizaje Auditivo Verbal de Rey	.80
Test de Montreal	.87
Figura Compleja de Rey	.79
Test de Wisconsin	.66
Test del Dibujo del Reloj	.80

Con respecto al NEUROPSI, se encontró significancia clínica positiva en las subpruebas de detección visual, tareas que evalúan la atención, especialmente la atención focalizada. También se encontró significancia clínica positiva en las tareas semánticas y fonológicas, pertenecientes al dominio de memoria verbal. También se presentaron otras 2 significancias clínicas positivas, tanto en semejanzas como en secuenciación, las cuales evalúan la abstracción y la memoria de trabajo.

Por otro lado, se encontraron distintas significancias clínicas en algunas de las dimensiones que evalúa la Escala de Síntomas 90. La primera dimensión en donde se presentó significancia clínica fue en Depresión, en la cual se observó una reducción de la sintomatología depresiva en ambos participantes en la segunda evaluación. Asimismo también se encontró significancia clínica negativa en las dimensiones de Somatización y Obsesión Compulsión a través de una reducción en la sintomatología expresa de ambas dimensiones.

Finalmente, el Test de Montreal presentó significancia clínica positiva en los dominios de atención, lenguaje y abstracción, directamente en las tareas de Restas, Fluidez y Repetición.

Los instrumentos restantes no mostraron significancia clínica.

Discusión

A grandes rasgos se observaron mejoría en gran parte de los instrumentos utilizados; se observaron cambios clínicamente significativos especialmente en las funciones ejecutivas así como en la memoria, tanto visual como auditiva (en los procesos de codificación y evocación) y en el área emocional y de bienestar físico. Con respecto a las funciones ejecutivas, tanto cuantitativamente como de manera cualitativa se pudo observar que manifestaban un menor tiempo de resolución en las tareas, especialmente aquellas que tenían un componente temporal de resolución; asimismo no solamente realizaban la tarea con un menor tiempo sino que también la realizaban de manera correcta. Es importante recordar que los procesos cognitivos evaluados a partir de cada tarea, tienen una correspondencia cerebral, ya que se ubican en el área frontal específicamente en la región prefrontal así como en la región ventromedial, pues cada una de las

funciones ejecutivas yace en distintas ubicaciones dentro de esta estructura frontal aunque no se ubican totalitariamente en esta área.

Con respecto a la memoria, hubo una mejoría clara y significativa en el proceso total, especialmente en la codificación, ya que lograban retener un mayor número de elementos hacia la segunda evaluación; asimismo en la recuperación, lograban evocar un mayor número de elementos especialmente en la evocación verbal, por lo que su curva de aprendizaje se elevó considerablemente. Asimismo también se puede indicar que hubo mejor rendimiento en la memoria de trabajo, ya que lograron manipular de manera más efectiva los elementos, logrando así un mejor desempeño en esas tareas.

Finalmente también se observó una disminución tanto en la sintomatología depresiva así como en la presencia de malestar subjetivo en ambos pacientes. Consideramos que este cambio ocurrió ya que se estimuló indirectamente el área afectivo-emocional, a través de las sesiones, pues ambos pacientes reportaron subjetivamente una mejoría en el bienestar emocional al aumentar su independencia y al observar que mejoraban en cada tarea que realizaban durante el desarrollo de las sesiones. Asimismo es importante mencionar que en ambos casos, las áreas cerebrales, los circuitos relacionados a la presencia de sintomatología depresiva no fueron dañadas; estas áreas se componen por la corteza frontal dorsolateral así como el sistema límbico y la sustancia negra, las cuales no fueron alteradas al momento de cada uno de los siniestros.

La memoria es uno de los campos más comunes de afectación a raíz de un traumatismo craneoencefálico, pues existe una relación entre las medidas de severidad de un traumatismo y el desempeño en las tareas de memoria. Se ha observado que su recuperación es mucho más lenta que otros dominios, teniendo como periodo de mejora a partir de los 6 meses, hasta los 2 años, aunque también se ha podido observar que 10 años después de la lesión también se presentan

déficits en el aprendizaje y la memoria. Respecto a la memoria de trabajo, datos previos indican que el traumatismo craneoencefálico afecta dicho componente, específicamente en la velocidad de procesamiento, concepto que se relaciona directamente con la memoria de trabajo, al formar parte de las funciones ejecutivas. Asimismo, en el área de la Memoria Verbal también se ha reportado modificaciones a raíz de un evento cerebral, puesto que se presenta un desempeño más pobre en las tareas de evocación, y reconocimiento (Vallat et al, 2007)

Por lo tanto, ante los resultados de memoria podemos afirmar que estos apoyan la bibliografía previa dado que las habilidades memorísticas de LS, cuyo evento cerebral era mucho más antiguo, tuvieron mejor desempeño en comparación a las de BA, aunque ambos presentaron mejorías por igual en la memoria, aunque con distinto grado y en distinta modalidad de esta.

Con respecto al sustrato neurobiológico, es importante indicar que las funciones en las que encontraron mejorías se ubican anatómicamente en áreas temporoparietales, así como en áreas frontales.

Cualitativamente, los pacientes reportaban a lo largo de la intervención que notaban y sentían una mejoría en los procesos cognitivos, ya que podían realizar mejor sus tareas en el hogar, lograban recordar y prestar mayor atención a las cosas y que eso les hacía sentir con mayor validación e independencia.

Respecto a las áreas en donde no se observó mejoría alguna posterior a la intervención, tal como el lenguaje y el procesamiento visoespacial, se debe a que los componentes del programa se centraban más en la rehabilitación cognitiva de la atención y memoria que a la de otros dominios, por lo que las tareas no tenían la familiaridad y la exposición indicada para este tipo de rehabilitación.

Cabe destacar que las evaluaciones iniciales indicaban diferencias claras entre BA y LS así como en las evaluaciones post-, en donde la diferencia más significativa fue del paciente 1 aunque en general la paciente 2 tuvo mejores puntuaciones en cada uno de los instrumentos administrados; este punto se relaciona directamente con las mejoras observadas en estudios anteriores, en donde aquellos pacientes con un tiempo mayor de ocurrencia del evento presentaban compensación en el área cognitiva. Dicha compensación se refiere a estrategias desarrolladas a lo largo del tiempo con el fin de disminuir los déficits que ocurrieron posterior al evento traumático a través de ayudas externas; se observa que a lo largo del tiempo estas estrategias efectivamente disminuyen los déficits, de acuerdo con la bibliografía.

Las puntuaciones de BA concuerdan con la literatura, en donde se indicó que inmediato a un evento cerebral el desempeño en tareas cognitivas será reducido, con mayores afectaciones en atención y memoria, así como en la emocionalidad. Asimismo los resultados de BS corroboran la noción de que existe una mejoría en las funciones cognitivas-emocionales mientras más avanza el tiempo posterior al evento traumático-cerebral. (Ponsford et al, 2014)

Uno de los puntos más importantes a destacar de acuerdo con los resultados presentados es el nivel educativo de ambos participantes, pues ambos tenían o estudiaban una licenciatura, por lo que contaban con más de 12 años de estudio. Recordemos que el nivel educativo y cultural puede desempeñar un papel destacado en la capacidad de respuesta del individuo a los déficits ejecutivos y cognitivos asociados al traumatismo craneoencefálico, así como en el funcionamiento social y laboral.

Por otra parte, es primordial recordar que la antigüedad de la lesión de cada uno de los participantes es distinta: en el caso de BA el accidente ocurrió hace poco más de 6 meses, mientras que en el caso de LS, este ocurrió hace ya aproximadamente 15 años, en ambos casos

fue traumatismo craneoencefálico grave; estos resultados son congruentes con algunas investigaciones previas, las cuales reportan haber observado recuperación aguda y post-aguda a 1 y 2 años posterior a la lesión, indicando un efecto significativo de la severidad de la lesión (Ponsford et al, 2014). Asimismo hacia los 5 y 10 años posteriores al evento se reporta una mejoría significativa en el funcionamiento cognitivo, vocacional, motor, conductual, social e interpersonal de los pacientes, con más del 50% de casos presentando de una buena a moderada recuperación, aunque no concuerda con lo informado por Andelic y colaboradores en 2009, los cuales indicaron que los pacientes que no mostraron grandes cambios hacia los 10-15 años posteriores al traumatismo craneoencefálico eran las femeninas de edad avanzada, las cuales mostraron salud física y mental decrementada, caso contrario a LS en donde se ha observado una mejoría en ambas esferas.

Por otra parte, el aprendizaje ha sido evaluado previamente por distintos investigadores, los cuales indican que la tasa de aprendizaje de los pacientes es significativamente más lenta en comparación a la población que no ha sufrido un Traumatismo Craneoencefálico, específicamente en los primeros ensayos de aprendizaje.

Respecto a las funciones ejecutivas, es posible observar que posterior a un evento cerebral se manifiesta un pobre control de impulsos, lo cual se traduce en problemas de conducta, tales como agresión, irritabilidad, hostilidad, impaciencia y una pobre toma de decisiones, principalmente en el primer año posterior a la lesión. Regresando a los resultados, la Escala de Impulsividad es la herramienta que nos brindó información acerca de este dominio; se encontró que tanto clínica como estadísticamente, hubo una reducción en los cocientes que arrojaba dicho instrumento, lo que refleja una disminución de la presencia de conductas impulsivas, aunque cabe destacar que también ciertas conductas impulsivas se mantuvieron posterior a la

intervención, por lo que la efectividad de la plataforma es clara pero no abarca todo tipo de conductas impulsivas, principalmente aquellas encaminadas a las adicciones. A pesar de lo anterior las mejoras en las funciones ejecutivas no fue significativa, esto posiblemente ya que la lesión ocurrida en ambos casos se dio en la sede de las funciones ejecutivas, por lo que la recuperación sería más lenta en las lesiones donde ocurrió la lesión.

Una vez analizado los resultados, podemos traer un concepto relacionado muy importante: reserva cognitiva. Este propone que la discrepancia de resultados surgidos de un traumatismo craneoencefálico se debe a diferencias individuales intrínsecas tal como el estilo de vida, y características neuro atómicas y funcionales. Tal y como vimos, el desempeño de ambos participantes fue similar en la mayoría de las tareas, aunque fue posible observar que había dominios en el que uno de los participantes presentaba mejor desempeño que el otro participante, por lo que la reserva cognitiva entraría en juego, ya que se como se dijo, esta permite que cada persona presente distinto desempeño de acuerdo a los factores biológicos, como los factores epigenéticos, tal y como se expuso a inicios de esta sección. Recordemos que la reserva cognitiva se define como una capacidad del sistema cognitivo de una persona, reflejado por un potencial general de aprendizaje o plasticidad. La reserva cognitiva se asocia con una capacidad del sistema para incrementar el máximo potencial a través de la optimización de las condiciones circundantes (Baltes et al, 1992)

Es importante puntualizar que para obtener resultados que se puedan generalizar será necesario contar con una población por encima de los 16 participantes, ya que como sabemos, análisis estadísticos como t-Student necesitan más de 16 participantes para llevarse a cabo, además de que un mayor número de participantes refleja con mayor precisión el funcionamiento en estos

dominios. Asimismo, una población mucho más grande nos permitiría evaluar a grandes rasgos y más profundamente cada uno de estos dominios.

Además, es importante tener un protocolo que se enfoque mucho más en las sesiones de intervención, pues durante estas no se realizaban más tareas de entrenamiento más que las pactadas dentro de la plataforma, aprovechándose aún más todos los resultados virtuales con los que cuenta la plataforma para poder realizar algunas tareas de memoria y atención, pues algunos participantes recordaban algunas claves y palabras dentro de la plataforma sin que fueran parte de las actividades que se planeaban inicialmente. Asimismo, las sesiones desarrolladas para la intervención fueron efectivas pero para tener un mayor impacto consideramos reestructurar el protocolo para aumentar tanto el número de sesiones, cómo las actividades realizadas en cada sesión, además de considerar con mayor importancia los datos cualitativos.

Asimismo, con respecto a la adaptación de los escenarios, consideramos que a pesar de ser sumamente familiares y contextualizados al panorama mexicano, aún pueden tener mejorías y permitir una mayor inmersión en los escenarios, aunque cabe destacar que esta contextualización sería mínima, esperando así mejores resultados durante la intervención. Aunado a esto, es importante adaptar un poco más estos escenarios para aumentar el entrenamiento cognitivo posible a través del uso de este tipo de tecnologías.

Por otra parte, es necesario contar con una población mucho más homogénea respecto a sintomatología y antigüedad de la lesión, debido a que la antigüedad de la lesión entre ambos participantes era distinta; se ha reportado que posteriormente al traumatismo craneoencefálico ocurren ciertos eventos compensatorios que a largo plazo benefician el desempeño cognitivo de aquellos que sufrieron traumatismo craneoencefálico. También es importante realizar un mayor número de sesiones de entrenamiento para aumentar la familiarización a estas tecnologías, ya

que no todas las personas tienen el mismo acercamiento y para algunas será un poco más difícil aprender los comandos para poder movilizarse dentro de la plataforma.

Finalmente se deberá hacer mayor hincapié en la difusión del proyecto, pues en esta investigación fue muy limitada y en parte causa del poco número de participantes, ya que permitirá acceder a un mayor número de participantes, permitiendo así una mayor generalización y obtención de datos.

Conclusión

Por lo tanto, la plataforma de realidad virtual System Lisboa Battery tiene un impacto positivo en el área cognitiva especialmente en funciones de atención y memoria así como también en el área afectiva, presentando así beneficios muy puntuales en dichas áreas. Es importante destacar que se cumplieron los objetivos de este trabajo, mejorando así los procesos de atención y memoria en población con traumatismo craneoencefálico, aunque es importante seguir estudiando este mismo rubro con adecuaciones en el protocolo, y en el número de personas intervenidas.

Referencias

- Aida, J., Chau, B., y Dunn, J. (2018). Immersive virtual reality in traumatic brain injury rehabilitation: A literature review.
- Alashram, A., Annino, G., Padua, E., Romagnoli, C., y Mercuri, N. (2019), Cognitive rehabilitation post-traumatic brain injury. *Journal of Clinical Neuroscience*
- Ardila, A., y Ostrosky F. (2012), Guía para el Diagnostico Neuropsicológico.
- Baltes M., Kuhl K., Sowarka D. (1992). Testing for limits of cognitive reserve capacity: A promising strategy for early diagnosis of dementia? *Journals Gerontol.*

- Barragan-Hervella, R., (2016). Direct cost of primary care of mild traumatic brain injury in adults by GRD in third level of care. *Gaceta Médica de México*.
- Bechara, A., Damásio, H., Tranel, D., y Damásio A. (2005). The Iowa Gambling Task and the somatic marker hypothesis: some questions and answers. *TRENDS in Cognitive Sciences*
- Beltran, M., Freyre, M., y Hernandez, L. (2011). El Inventario de Depresión de Beck: Su validez en población adolescente. *Terapia Psicológica*.
- Bergquist, T. Yutsis, M. & Sullan, M. (2014). Satisfaction with Cognitive Rehabilitation delivered via the Internet in persons with Acquired Brain Injury. *International Journal of Telerehabilitation*.
- Bramlett, H. y Dietrich, W. (2015). Long Term Consequences of Traumatic Brain Injury: Current Status of Potential mechanisms of Injury and Neurological Outcomes. *Journal of Neurotrauma*.
- Bowden, S., Fowler, K., Bell, R, Whelan. Clifford. Ritter, A. J., & Long, C. (1998). The Reliability and Internal Validity of the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuropsychological Rehabilitation*.
- Brooks, B., y Rose, F. (2003). The use of virtual reality in memory rehabilitation: Current findings and future directions. *Neurorehabilitation*.
- Burdea, G., Popescu, V., Hentz, V., y Colbert, K. (2000). Virtual reality-based orthopedic tele-rehabilitation. *IEEE Trans Rehabil Eng*.
- Caminero R., Méndez- Herrero, L., Diaz, F., y Calabia, J. (2017). Telekin: Tele-rehabilitation System for Musculoskeletal and Cognitive Disorders using Natural Movement Interface Devices. *SCITEPRESS*.
- Cárdenas, G., Gamito, P., Ramírez, M. y Ventura, S. (2017). Tele-rehabilitation for attention and memory disorder in patients with traumatic brain injury through Virtual Reality.

- Castillo, A. (2002). Rehabilitación Neuropsicológica en el Siglo XXI. *Revista Mexicana de Neurociencias*.
- Casullo, M., y Pérez, M. (2008). EL INVENTARIO DE SÍNTOMAS SCL-90-R de L. Derogatis. *UBA CONICET*.
- Corps, K., Roth, T., y McGavern, D. (2015). Inflammation and Neuroprotection in Traumatic Brain Injury. *JAMA*.
- Cortes, J., Galindo, G., y Villa, J. (1996). La Figura Compleja de Rey: Propiedades psicométricas. *Salud Mental*.
- Deluca, J., y Averill, A. (2000). Speed of Information Processing in Traumatic Brain Injury: Modality-Specific Factors. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*.
- De Luca, R. (2019). Cognitive Rehabilitation using immersive virtual reality at young age: A case report on Traumatic Brain Injury. *Routledge*.
- Derogatis, L., Meyer, J., & King, K. (1981). Psychopathology in individuals with sexual dysfunction. *American Journal of Psychiatry*.
- Diamond, B., Shreve, G., Bonilla, J., Johnston, M., Morodan, J., y Braneck, R. (2003). Telerehabilitation, cognition and user-accessibility. *Neurorehabilitation*.
- Dowler, R., Bush, B., Novack, T., y Jackson, T. (2000). Cognitive orientation and neuropsychological outcome after traumatic brain injury. *Brain Injury*
- Dugré, J., Giguere, C., Sert, O., Potvin, S., Dumais, A., y Signature, C. (2019). The Psychometric Properties of a Short UPPS-P Impulsive Behavior Scale among Psychiatric Patients Evaluated in an Emergency Setting. *Front. Psychiatry*.
- Escobedo L. Habboushe, J., Kaafarani, H., Velmaos, G., Shah, K., y Lee, J. (2013). Traumatic Brain Injury: A Case-based review. *World Journal of Emergency Medicine*.

- Esparragosa, I., y Navarro, D., (2018). Traumatismo Craneoencefálico. *Clínica Universidad de Navarra*.
- Ferreira, L., Ferreira, M., Azevedo, C., Machado, P., Pereira, J., y Campos, E. (2018). Jacobson and Thruax Method: Evaluation of the Clinical effectiveness of a home care program after prostatectomy. *RLAE*.
- Flores J., Ostrosky F., y Lozano A. (2008). Batería de Funciones Frontales y Ejecutivas: Presentación. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- Frankston, S., Lebowitz, B., Kapust, L., Hollis, A., y Connor, M. (2007). The use of the Color Trails Test in the assessment of driver competence: Preliminary report of a culture-fair instrument. *Archives of Clinical Neuropsychology*.
- Fridler, N. (2012). Telerehabilitation Therapy vs Face-To-Face Therapy for Aphasic Patients. *eTELEMED*.
- Galindo. G., Cortes. F., y Salvador. J., (1996). Diseño de un nuevo procedimiento para calificar la prueba de la Figura Compleja de Rey: confiabilidad inter-evaluadores. *Salud Mental*.
- Gamito, P., Oliveira, J., Pacheco, J., y Morais, D. (2011). Traumatic brain injury memory training: a virtual reality online solution. *University of St Andrews Scotland*.
- García-Betances, R., y Arredondo, M. (2015). A succinct overview of Virtual Reality technology use in Alzheimer's disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*.
- García-Molina, A., García-Rudolph, A., Roig, T., y Tormos, J. (2011). A new platform for cognitive tele-rehabilitation. *The Third International Conference on Advanced Cognitive Technologies and Applications*.

- García-Molina, A., Enseñat-Cantalops, A., Sanchez-Carrion, R., Tormos, J., y Roig-Rivera, T. (2015), Rehabilitación de las Funciones Ejecutivas en el Traumatismo Craneoencefálico: Abriendo la Caja Negra, Revista Neuropsicológica, *Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- García-Molina, A., Rodríguez, P., Sánchez, R., Gómez, A., Enseñat, A., García, A.,...Roig, T. (2010). Clinical Program of Cognitive: Tele-Rehabilitation for Traumatic Brain Injury. *eChallenges*.
- Gervasi, O., Magni, R., y Zampolini, M. (2010). Nu! RehaVR: virtual reality in neuro tele-rehabilitation of patients with traumatic brain injury and stroke. *Virtual Reality*.
- Gilboa, A., y Vakil, E. (2001). Traumatic brain injury (TBI) 10-20 years later: A comprehensive outcome study of psychiatric symptomatology, cognitive abilities and psychosocial functioning. *Brain Injury*.
- Golomb, M., y Barkat-Masih, M., (2009). Eleven Months of Home Virtual Reality Telerehabilitation - Lessons learned, Rutgers University.
- Gómez, J., y Roussos, A. (2012). ¿Cómo sabemos si nuestros pacientes mejoran? Criterios para la Significancia Clínica en Psicoterapia: Un debate que se Renueva. *Revista Argentina de Clínica Psicológica*.
- Gomez-Hernandez, R., Max, J., Kosier, T., Paradiso, S., y Robinson, G. (1997). Social Impairment and Depression After Traumatic Brain Injury. *Arch Phys Med Rehabil*.
- González, M. (2004). Secuelas neuropsicológicas de los traumatismos craneoencefálicos. *Anales de Psicología*
- Guzman-Gonzalez. J., (2016). Presente y Futuro de la Rehabilitación en México. *Cirugía y Cirujanos*.

- Hailey, D., Roine, R., Ohinmaa, A., y Dennett, L. (2010). Evidence on the effectiveness of Telerehabilitation applications. *Institute of Health Economics*.
- Hazan, E., Frankenburg, F., Brenkel, M., y Shulman, K. (2018), the test of time: a history of clock drawing. *Int J Geriatr Psychiatry*.
- Hermann, V. (2010). Telerehabilitation and Electrical Stimulation: An Occupation Based, Client-Centered Stroke Intervention. *American Journal of Occupational Therapy*.
- Hilary, F., Genova, H., Medaglia, J., Fitzpaick, N., Chiou, W., Wardecker, B. ... y DeLuca, J. (2010). The Nature of Processing Speed Deficits in Traumatic Brain Injury: is Less Brain More. *Brain Imaging and Behavior*.
- Hill, A., Theodoros, D., Russell, T., Cahill, L., Ward, E., y Clark, K. (2006). An Internet-based tele-rehabilitation system for the assessment of motor speech disorders: a pilot study. *Am J Speech Lang Pathos*.
- Horne, J., y McDonald A. (2012). Test Review Wechsler Memory Scale ® – Fourth UK Edition (WMS® IV UK). *The British Psychological Society*.
- Jack, D., Boian, R., Merians, A., Tremaine, M., Burdea, G., Adamovich, S., Poizner, H. (2001). Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil En*.
- Jacobson, N. (1991). Clinical Significance: A Statistical Approach to Defining Meaningful Change in Psychotherapy Research. *JCCI*.
- Juengst, S., Kumar, R., Wagner, A. (2017). A narrative literature review of depression following traumatic brain injury: prevalence, impact, and management challenges. *Psychology Research and Behavior Management*.

- Jurado. S., Villegas. E., Mendez. L., Rodríguez. F., Loperena. V., y Varela. R., (1998). La estandarización del Inventario de Depresión de Beck para los residentes de la ciudad de México. *Salud Mental*.
- Laver, K. (2013). Telerehabilitation services for stroke (Review). *Cochrane Library*.
- Lopez-Gomez, I., Hervas, G., y Vázquez, C., (2015). Adaptación de la “Escala de afecto positivo y negativo” (PANAS) en una muestra general española. *Behavioral Psychology/Psicología Conductual*.
- Maas, A., Menon, D., Adelson, P., Andelic, N., Bell, M., Bragge, P., y Yaffe, K. (2017). Traumatic brain injury: integrated approaches to improve prevention, clinical care, and research. *The Lancet Neurology*.
- Magalhaes, S., Mallony-Diniz, L., y Hamdan, A. (2012). Validity convergent and reliability test-retest of the Rey auditory verbal learning test. *Clinical Neuropsychiatry*.
- Man, D. (2016). Common Issues of Virtual Reality in Neuro-Rehabilitation.
- Mateo, V. (2007). Funciones ejecutivas: estimación de la flexibilidad cognitiva en población normal y un grupo psicopatológico. *Salud Mental*.
- Moppet, I. (2007). Traumatic brain injury: assessment, resuscitation and early management. *The Board of Management and Trustees of the British Journal of Anesthesia*.
- Muniessa, J. (2011). Proyecto REHABITIC: telerehabilitación tras una artroplastia total de rodilla.
- Nasreddine, Z.S., Collin, I., Chertkow, H., Phillips, N., Bergman, H., & Whitehead, V. (2003). Sensitivity and Specificity of The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) for Detection of Mild Cognitive Deficits. *Canadian Journal Neurological Sciences*.

- Nasreldine, Z., Phillips, N., Bedirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, H., y Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc*.
- Ostrosky, F., Ardila, A., y Roselli, M. (2003). Evaluación del Funcionamiento Cognoscitivo. *UNAM*.
- Ostrosky, F., y Matute, E. (2009). La Neuropsicología en México, *Revista Neuropsicología. Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- Ostrosky, F., y Vélez, A., (2016). Neuropsychology in México. *The Clinical Neuropsychologist*.
- Pastora, J. (2017). Efectividad de un Programa de telerehabilitación tras intervención quirúrgica por síndrome subacromial. *Universidad de Málaga*.
- Pérez, A., y Agudelo, V. (2007). Trastornos Neuropsiquiátricos por Trauma Craneoencefálico.
- Ponsford, J., Draper, K., y Schonberger M. (2008). Functional outcome 10 years after traumatic brain Injury. *JINS*.
- Ponsford, J., Downing, G., Olver, J., Ponsford, M., Acher, R., Carty, M. ... Spitz G. (2014). Longitudinal follow-up of patients with traumatic brain injury: Outcome at two, five, and ten years post-injury. *Journal of Neurotrauma*.
- Popescu, V., Burdea, G., Bouzit, M., y Hentz, V. (1999). A Virtual-Reality-Based Telerehabilitation System with Force Feedback. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*.
- Putrino, D. (2014). Telerehabilitation and emerging virtual reality approaches to stroke rehabilitation. *Lippincott Williams & Wilkins*.
- Rabago, C., y Wilken, J. (2011). Application of Mild Traumatic Brain Injury: Rehabilitation Program in a Virtual Reality Environment: A Case Study. *JNPT*.
- Rabelo, A., Sant. I., Pacanaro. S., Rosseti, M., Leme, I., Ribeiro, N., ... y De Lucia, C. (2010). Color Trails Test: a Brazilian normative sample. *Psychol Neurosci*.

- Ramirez, M., y Ostrovsky, G., (2012), Cognitive Flexibility after Traumatic Brain Injury, Acta de Investigación Psicológica, *The Lancet Neurology Commission*.
- Rao V, Rosenberg P., Bertrand, M., Salehinia, S., Spiro, J., Vaishnavi, S., ... y Miles, Q. (2009). Aggression after Traumatic Brain Injury: Prevalence & Correlates. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci*.
- Regan, P y Price, K. (1994). The frequency of occurrence and severity of side-effects of immersion virtual reality. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*.
- Ricker, J., Miller, R., Zafonte, R., Black, K., Millis, S., y Chugani, H. (2000). Verbal Recall and recognition Following Traumatic Brain Injury: A [0-15] – Water Positron Emission Tomography Study. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*.
- Robles, R., y Páez, F. (2003). Estudio sobre la traducción al español y las propiedades psicométricas de las escalas de afecto positivo y negativo (PANAS). *Salud Mental*.
- Rochat, L., Billeux, J., Azouvi, P., y Annoni J (2010). Assessment of impulsivity after moderate to severe traumatic brain injury. *Neuropsychological Rehabilitation*.
- Rochat, L, Annoni, J., Vuadens, P., Linden, V., (2013). How Inhibition Relates to Impulsivity after Moderate to Severe Traumatic Brain Injury. *Journal of the International Neuropsychological Society*.
- Rosas, S., Tenorio. M., Pizarro. M., Cumsile. P., Bosch. A., Arancibia. S.,... y Sepúlveda. P., (2014). Estandarización de la Escala Wechsler de Inteligencia Para Adultos-Cuarta Edición en Chile. *PSYKHE*.
- Sanz, J, García, M., (2015). Técnicas para el Análisis de Diseños de caso Único en la práctica Clínica. *Clínica y Salud*.

- Schalevsky, A. (2004). Frontal Assessment Battery and Differential Diagnosis of Frontotemporal Dementia and Alzheimer Disease. *Arch. Neurol.*
- Schneider, E., Sur, S., Raymont, V., Duckworth, J., Kowalski, R., Efron, D. ... y Stevens, R. (2014). Functional recovery after moderate/severe traumatic brain injury A role for cognitive reserve. *American Academy of Neurology.*
- Tombaugh, T., Rees, L., Stormer, P., Harrison, A, y Smith, A., (2007). The effects of mild and severe traumatic brain injury on speed of information processing as measured by the computerized tests of information processing (CTIP). *Archives of Clinical Neuropsychology.*
- Tost, D, Ferré, M., y Tormos, J. (2009). PREVIRNEC: a cognitive telerehabilitation system based on Virtual Environments. *IEEE.*
- Vakll, E. (2005). The Effect of Moderate to Severe Traumatic Brain Injury (TBI) on Different Aspects of Memory: A Selective Review. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology.*
- Vallat C., Weber T., Legrand L. & Azouvi P. (2006). Working memory after traumatic brain injury. *Academia*
- Van, S., Sitskoorn, M., Rutten, G., y Gehring, K. (2018). Feasibility of the evidence-based cognitive telerehabilitation program ReMind for patients with primary brain tumors. *Journal of Neuro-Oncology.*
- Whiteside, S., & Lynam, D. (2001). The Five Factor Model and impulsivity: using a structural model of personality to understand impulsivity. *Personality and Individual Differences.*
- Whiting, D. (2015), Cognitive and psychological flexibility after a traumatic brain injury and the implications for treatment in acceptance-based therapies: *A conceptual review.* *Neuropsychological Rehabilitation.*

Xu, B, Sandrini, M, Levy, S., Volochayev, R., Awosika, O., Butman, A. ... y Cohen, L. (2017).

Lasting deficit in inhibitory control with mild traumatic brain injury. *Scientific Reports*

Zampolini, M., Todeschini, E., Bernabeu, M., Hermens, H., Ilsboukx, S., Macelarri, V.,... y

Giacomozzi, C. (2008). Tele-rehabilitation: present and future *Annali dell'Istituto superiore di sanita.*