



**CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD
DEPARTAMENTO DE OPTOMETRÍA**

TESIS

**ENTRENAMIENTO VIRTUAL EN HABILIDADES MOTORAS,
VISUALES Y PERCEPTUALES EN PACIENTES CON TRAUMA
CRANEOENCEFÁLICO (TCE) DE LA CIUDAD DE
BUCARAMANGA, COLOMBIA.**

PRESENTA

Yhisedt Gerardine Parada Jaimes

**PARA OBTENER EL GRADO DE MAestrÍA EN REHABILITACIÓN
VISUAL**

TUTOR :

Dr. Luis Fernando Barba Gallardo

CO-TUTORA:

Dra. Elizabeth Casillas Casillas

Aguascalientes, Ags., 03 de Marzo de 2021

AUTORIZACIONES



CARTA DE VOTO APROBATORIO TUTORES

DR. JORGE PRIETO MACIAS
DECANO DEL CENTRO DE CIENCIAS DE LA SALUD

PRESENTE

Por medio del presente como **TUTOR LUIS FERNANDO BARBA GALLARDO** y **CO TUTOR ELIZABETH CASILLAS CASILLAS** designados de la estudiante **YHISEDY GERARDINE PARADA JAIMES** con ID 266160 quien realizó la tesis titulado: **ENTRENAMIENTO VIRTUAL EN HABILIDADES MOTORAS, VISUALES Y PERCEPTUALES EN PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFÁLICO (TCE) DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, COLOMBIA.**, un trabajo propio, innovador, relevante e inédito y con fundamento en el Artículo 175, Apartado II del Reglamento General de Docencia otorgamos el consentimiento de que la versión final del documento ha sido revisada y las correcciones se han incorporado apropiadamente, por lo que nos permitimos emitir el **VOTO APROBATORIO**, para que ella pueda proceder a imprimirla así como continuar con el procedimiento administrativo para la obtención del grado.

Ponemos lo anterior a su digna consideración y sin otro particular por el momento, le enviamos un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"Se Lumen Proferre"

Aguascalientes, Ags., a día 23 de febrero de 2021.

Handwritten signature of Luis Fernando Barba Gallardo in blue ink.

Dr. Luis Fernando Barba Gallardo
Tutor de tesis

Handwritten signature of MCO. Elizabeth Casillas Casillas in blue ink.

MCO. Elizabeth Casillas Casillas
Co Tutor de tesis

c.c.p.- Interesado
c.c.p.- Secretaría Técnica del Programa de Posgrado

Elaborado por: Depto. Apoyo al Posgrado.
Revisado por: Depto. Control Escolar/Depto. Gestión de Calidad.
Aprobado por: Depto. Control Escolar/ Depto. Apoyo al Posgrado.

Código: DO-SEE-FO-07
Actualización: 01
Emisión: 17/05/19



DICTAMEN DE LIBERACIÓN ACADÉMICA PARA INICIAR LOS TRÁMITES DEL EXAMEN DE GRADO



Fecha de dictaminación dd/mm/aaaa: _____

NOMBRE: _____ **YHISED T GERARDINE PARADA JAIMES** **ID** 266160

PROGRAMA: _____ **MAESTRIA EN REHABILITACION VISUAL** **LGAC (del posgrado):** _____ **CIENCIAS VISUALES BASICAS Y CLINICAS**

TIPO DE TRABAJO: _____ **(X) Tesis** _____ **() Trabajo Práctico**

TITULO: _____ **ENTRENAMIENTO VIRTUAL EN HABILIDADES MOTORAS, VISUALES Y PERCEPTUALES EN PACIENTES CON TRAUMA CRANEOENCEFALICO (TCE) DE LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, COLOMBIA.**

IMPACTO SOCIAL (señalar el impacto logrado): _____ **Se visibilizo la importancia de la intervencion de un equipo interdisciplinario, en paciente con TCE, que proporcione una rehabilitacion integral. Se evidencia la articulacion de la tecnologia (realidad virtual) y el tratamiento convencional, en la rehabilitacion de las funciones visuales, motoras y perceptuales de pacientes con TCE.**

INDICAR SI NO N.A. (NO APLICA) SEGÚN CORRESPONDA:

INDICAR	SI	NO	N.A. (NO APLICA)	SEGÚN CORRESPONDA:
<i>Elementos para la revisión académica del trabajo de tesis o trabajo práctico:</i>				
SI				El trabajo es congruente con las LGAC del programa de posgrado
SI				La problemática fue abordada desde un enfoque multidisciplinario
SI				Existe coherencia, continuidad y orden lógico del tema central con cada apartado
SI				Los resultados del trabajo dan respuesta a las preguntas de investigación o a la problemática que aborda
SI				Los resultados presentados en el trabajo son de gran relevancia científica, tecnológica o profesional según el área
SI				El trabajo demuestra más de una aportación original al conocimiento de su área
N.A.				Las aportaciones responden a los problemas prioritarios del país
SI				Generó transferencia del conocimiento o tecnológica
SI				Cumple con la ética para la investigación (reporte de la herramienta antiplagio)
<i>El egresado cumple con lo siguiente:</i>				
SI				Cumple con lo señalado por el Reglamento General de Docencia
SI				Cumple con los requisitos señalados en el plan de estudios (créditos curriculares, optativos, actividades complementarias, estancia, predoctoral, etc)
SI				Cuenta con los votos aprobatorios del comité tutorial, en caso de los posgrados profesionales si tiene solo tutor podrá liberar solo el tutor
N.A.				Cuenta con la carta de satisfacción del Usuario
SI				Coincide con el título y objetivo registrado
SI				Tiene congruencia con cuerpos académicos
N.A.				Tiene el CVU del Conacyt actualizado
N.A.				Tiene el artículo aceptado o publicado y cumple con los requisitos institucionales (en caso que proceda)
<i>En caso de Tesis por artículos científicos publicados</i>				
N.A.				Aceptación o Publicación de los artículos según el nivel del programa
N.A.				El estudiante es el primer autor
N.A.				El autor de correspondencia es el Tutor del Núcleo Académico Básico
N.A.				En los artículos se ven reflejados los objetivos de la tesis, ya que son producto de este trabajo de investigación.
N.A.				Los artículos integran los capítulos de la tesis y se presentan en el idioma en que fueron publicados
N.A.				La aceptación o publicación de los artículos en revistas indexadas de alto impacto

Con base a estos criterios, se autoriza se continúen con los trámites de titulación y programación del examen de grado:

Sí X
No _____

Elaboró: _____ **FIRMAS**
* NOMBRE Y FIRMA DEL CONSEJERO SEGÚN LA LGAC DE ADSCRIPCION: _____ **MCB LUIS HEGTOR SALAS HERNANDEZ**

NOMBRE Y FIRMA DEL SECRETARIO TÉCNICO: _____ **MICO JAIME BERNAL ESCALANTE**
* En caso de conflicto de intereses, firmará un revisor miembro del NAB de la LGAC correspondiente distinto al tutor o miembro del comité tutorial, asignado por el Decano

Revisó: _____ **DR. RICARDO ERNESTO RAMIREZ OROZCO**

Autorizó: _____ **DR. JORGE PRIETO MARTÍAS**

Nota: procede el trámite para el Depto. de Apoyo al Posgrado
En cumplimiento con el Art. 105C del Reglamento General de Docencia que a la letra señala entre las funciones del Consejo Académico: ... Cuidar la eficiencia terminal del programa de posgrado y el Art. 105F las funciones del Secretario Técnico, llevar el seguimiento de los alumnos.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	9
1.1. Planteamiento del problema:	10
1.2. Justificación:	12
1.3. Objetivo general	15
1.3.1. Objetivos específicos	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Procesos cognitivos:	18
2.2. Escalas para medir la discapacidad cognitiva y la función	29
2.3. Defectos visuales:	29
Síntomas, observaciones clínicas y posible área de la disfunción visual	30
2.4.1. Trauma craneoencefálico:	33
2.4.1. Lesión cerebral traumática leve:	34
2.5. Rehabilitación integral	36
2.6. Realidad virtual:	37
HIPÓTESIS	40
ANTECEDENTES	40
MARCO LEGAL	41
METODOLOGÍA	43
3.1.1 Criterios de inclusión:	43
3.1.2. Criterios de exclusión:	43
3.2. Calculo tamaño de muestra:	44
3.2.1. Técnica de muestreo:	44
3.2.2. Estrategia de análisis de las variables:	50
3.3. Análisis crítico del protocolo	51
3.3.1. Sesgo de selección:	51
3.3.2. Sesgo de información:	51
3.4. Procedimiento:	51
RESULTADOS	57
CONCLUSIONES	82
DISCUSIÓN	80
RECOMENDACIONES	83

GLOSARIO	84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
ANEXO A. Consentimiento informado	93
ANEXO B. Escala de Katz – Realizada en línea	99
ANEXO C. Escala de función visual visQOL-15	100
ANEXO D. Cronograma de actividades	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de clasificación de la atención	26
Tabla 2. Clasificación de los tipos de atención.	27
Tabla 3. Disfunciones visuales.	30
Tabla 4. Habilidades del análisis visual.	32
Tabla 5. Variables para el análisis del proyecto.....	44
Tabla 6. Plan de tratamiento de terapia visual y realidad virtual	53
Tabla 7. Movimientos oculomotores pretratamiento.	62
Tabla 8. Valoración final de los movimientos oculomotores.....	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Funciones específicas de cada lóbulo y la ubicación en las áreas de Brodmann .	17
Figura 2. Asociación de regiones corticales sensitivas y motoras.	17
Figura 3. Resultados Bibliométricos. Tomada de la base de datos Pubmed, usando la siguiente ecuación de búsqueda: Terapia visual therapy AND Virtual.	41
Figura 4. Participantes vinculados al proyecto de vinculación	57
Figura 5. Frecuencia Absoluta de la edad de los participantes.	58
Figura 6. Frecuencia porcentual para la variable nivel educativo.	58
Figura 7. Representación del estrato sociodemográfico de los participantes.	59
Figura 8. Frecuencia porcentual de la etiología de TCE	59
Figura 9. Frecuencia porcentual de la localización del TCE.	60
Figura 10. Frecuencia absoluta de los trastornos afectados.	60
Figura 11. Frecuencias del defecto refractivo pre- tratamiento	61
Figura 12. Frecuencia porcentual de disfunción de vergencias.	61
Figura 13. Frecuencia absoluta para la variable de acomodación.	62
Figura 14. Frecuencia porcentual de la estereopsis.	63
Figura 15. Resultados iniciales centro de gravedad	63
Figura 16. Frecuencia absoluta para la variable del reflejo tónico laberintico	64
Figura 17. Frecuencia porcentual para evaluar el área relación espacial (Integración bilateral).	64
Figura 18. Frecuencia absoluta para el desempeño del área de análisis visual (MVPT-4).	65
Figura 19. Frecuencia absoluta para la evaluación del área de integración (Integración visual-auditiva).	65
Figura 20. Frecuencia absoluta para la evaluación del área de integración (Motricidad gruesa).	66
Figura 21. Frecuencia porcentual para la evaluación del área de integración (Visual-motora).	66
Figura 22. Frecuencia porcentual de la evaluación de la línea media horizontal	67
Figura 23. Frecuencia absoluta de la evaluación de la línea media vertical.	67
Figura 24. Frecuencia absoluta índice de Katz.	68
Figura 25. Frecuencia absoluta para la variable función visual.	68
Figura 26. Frecuencias de defecto refractivo postratamiento	69
Figura 27. Frecuencias del estado motor final de los participantes.	69
Figura 28. Frecuencia porcentual amplitud de acomodación post- tratamiento	71
Figura 29. Frecuencia de estereopsis	71
Figura 30. Frecuencia porcentual de flexibilidad binocular post- tratamiento.	72
Figura 31. Frecuencia porcentual final del centro de gravedad, tomada con Nintendo Wii- Fit Plus.	73
Figura 32. Frecuencia porcentual de permanencia en la Zona azul post – tratamiento.	73
Figura 33. Frecuencia de los resultados finales del reflejo tónico laberintico.	74
Figura 34. Frecuencia de los resultados post- tratamiento MVPT-4	75
Figura 35. Frecuencia de los resultados post- tratamiento AVIT.	75
Figura 36. Frecuencia de los resultados post- tratamiento 3 x3 salto alterno.	76
Figura 37. Frecuencia de los resultados post- tratamiento copiado de Wold	77
Figura 38. Desplazamiento de la línea media horizontal	77
Figura 39. Desplazamiento de la línea media vertical.	78

Figura 40. Frecuencia porcentual para la variable de índice de Katz.....	78
Figura 41. Frecuencia porcentual para la variable de índice de función visual	79

RESUMEN

En la actualidad el trauma craneoencefálico (TCE) constituye un problema de salud pública debido a su alta incidencia y causa de incapacidad en población joven, como consecuencia de las secuelas instauradas a nivel neurológico y físico producto de una inadecuada rehabilitación; por esta razón diversos sistemas de salud a nivel mundial establecen un proceso de rehabilitación multidisciplinario que adicionalmente articulan la tecnología (realidad virtual), con la intención de minimizar limitaciones funcionales y psicológicas que le permitan al individuo un mejor desempeño en las actividades de la vida diaria.

Objetivo: Analizar la eficacia del entrenamiento virtual en habilidades motoras, visuales y perceptuales, en pacientes con enfermedades neurológicas por trauma craneoencefálico (TCE) de Bucaramanga atendidos durante el primer periodo del 2020 en el centro de oftalmología pediátrica y del adulto de Santander (COPAS).

Materiales y métodos: se evaluó un total de 10 individuos, donde únicamente 9 de ellos cumplían con los criterios de inclusión y exclusión, la edad mínima de los participantes se encontró en los 18 años y la máxima de 48 años, para una media de 30 años, donde el 22% presentaron una incapacidad moderada en la realización de las actividades de la vida diaria, observándose un comportamiento similar para la variable de satisfacción de la función visual, el 78% de la población presentaron afectación del hemisferio izquierdo, pero no reportaban ninguna alteración relacionada al lenguaje, pero el 55% de los individuos reportaron en el MVPT-4 un desempeño bajo y pobre, para las habilidades acomodativas el 33% cursaron con una disfunción y el 100% presentaron una alteración en su estado motor.

Resultados: *el 100% de la muestra intervenida evidencia un progreso satisfactorio en las habilidades acomodativas, motoras, vergenciales y viso – perceptuales mediante la colaboración de la realidad virtual en su plan de tratamiento.*

Conclusiones: la realidad virtual en la rehabilitación de personas con TCE, proporciona resultados positivos ya que permite articular la sinergia entre el sistema visual, vestibular y somatosensorial, contribuyendo en un mejor desenvolviendo en

actividades de la vida diaria relacionadas con la orientación, atención, memoria, lectura y escritura.

Palabras clave: Lesiones Encefálicas, Visión Binocular, Percepción Visual, Calidad de Vida.

ABSTRACT

At present, cranioencephalic trauma constitutes a public health problem due to its high incidence and cause of disability in the young population, as a consequence of the neurological and physical sequelae resulting from inadequate rehabilitation; For this reason, various health systems worldwide establish a multidisciplinary rehabilitation process that additionally articulates technology (virtual reality), with the intention of minimizing functional and psychological limitations that allow the individual a better performance in activities of daily life .

Objective: To analyze the effectiveness of virtual training in motor, visual and perceptual skills in patients with neurological diseases due to head trauma (TBI) from Bucaramanga treated during the first period of 2020 at the COPAS ophthalmological center. **Materials and methods:** a total of 10 individuals were evaluated, where only 9 of them met the inclusion and exclusion criteria, the minimum age of the participants was 18 years and the maximum 48 years, for a mean of 30 years, where 22% had a moderate disability in performing activities of daily living, observing a similar behavior for the variable of satisfaction of visual function, 78% of the population had left hemisphere involvement, but did not report No language-related alteration, but 55% of the individuals reported low and poor performance in the MVPT-4, for accommodative skills 33% had a dysfunction and 100% had an alteration in their motor state. **Results:** 100% of the intervened sample shows satisfactory progress in accommodative, motor, vergential and visual-perceptual skills through the collaboration of virtual reality in their treatment plan. **Conclusions:** virtual reality in the rehabilitation of people with TBI, provides positive results since it allows to articulate the synergy between the visual, vestibular and somatosensory systems, contributing to a better performance in activities of daily life related to orientation, attention, memory, Reading and writing.

Keywords: Brain Injuries, Binocular Vision, Visual Perception, Quality of Life.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el trauma craneoencefálico ha tomado un interés particular desde los organismos de salud y profesionales, debido a las múltiples lesiones y secuelas que a nivel neurológico y corporales suelen dejar, como consecuencia limitando la funcionalidad de los individuos, asimismo volviéndose una problemática de salud pública, debido que su impacto no es únicamente de manera individual, si no familiar, social y global; es por ello diversos sistemas de salud a nivel mundial contemplan esta problemática desde una manera integral, con la intención de minimizar secuelas y limitaciones funcionales y psicológicas que le permitan continuar al individuo con el nivel de vida que antes gozaban, y así mismo proporcionando seres productivos e independientes a la sociedad.

De acuerdo con lo planteado anteriormente los sistemas de salud internacionales y con experiencia en el manejo de estos pacientes han creado rutas de atención donde vinculan diferentes profesionales de la salud y a su vez vinculan el uso de la tecnología para la terapia de estos pacientes.

Por lo que uno de los objetivos de esta investigación pretende demostrar la eficacia del tratamiento visual y virtual en las habilidades de la visión binocular y viso - perceptual en pacientes con TCE, planteando un esquema de tratamiento de 20 sesiones, cada una con una duración de 50 minutos, distribuidos de la siguiente manera, 20 minutos tratamiento convencional visual, 10 minutos de descanso y 20 minutos de realidad virtual con el equipo Nintendo wii fit plus, tendiendo un modo de interacción centrada en la retroalimentación, dando un mundo unidimensional, hombre-computadora convencional, donde se realizó una valoración oftalmológica y optométrica completa antes y posteriormente a la intervención, realizando una observación y descripción de los hallazgos clínicos de la población intervenida, donde para este estudio fue una totalidad 9 participantes; para el entendimiento de este documento, se dividió en 9 capítulos (marco teórico, metodología, resultados, conclusiones, discusión, recomendaciones, glosario y referencia bibliográficas); base a lo anterior se plantea el problema de investigación de la siguiente manera:

1.1. Planteamiento del problema:

El cerebro humano es un órgano especializado, que tiene la responsabilidad de ejercer los principales mecanismos neurológicos, evidenciando funciones específicas según el área hemisférica estimulada, para su comprensión fisiológica el cerebro es dividido en 4 lóbulos (frontal , temporal , parietal y occipital), donde el lóbulo frontal: **ejecuta el control voluntario de la atención , actos motores y secuencialización temporal de entidades complejas**, lóbulo Parietal : control de movimientos finos , integración de impulsos motores, lóbulo temporal : secuenciación auditiva , memoria verbal de corto plazo y el lóbulo occipital : **es el responsable de funciones sensoriales oculares , como la agudeza visual , visión de formas simples , patrones complejos de percepción** ⁽¹⁾

Donde estas funciones pueden verse afectadas ya sea por un proceso de envejecimiento natural de su estructura neural o por una causa traumática o sistémica que altere la morfofisiología del sistema nervioso central ⁽²⁾.

El modelo neuropsicológico tradicional explica que las funciones cognitivas y sus alteraciones, tienen una etiología dependiendo de los compartimientos funcionales encapsulados, enfocados en la actividad de análisis y de síntesis de áreas cerebrales de asociación, las cuales están organizadas de forma jerárquica, lo que les confiere cierto nivel de especialización en una dimensión específica de cada función. De esta manera, cada área cortical tendrá conexiones estructurales con otras zonas para garantizar la integridad de la función específica. Las alteraciones funcionales se producirían tanto si la lesión ocurre en el área cortical o en los fascículos que conectan las diversas zonas de la corteza, produciendo síndromes de aislamiento funcional ⁽³⁾. En caso de alteraciones neurológicas de tipo traumático o por accidente cerebro vascular (ACV), cursan con alteraciones de la atención, el comportamiento motor y las funciones ejecutivas, siendo alteraciones propias del lóbulo frontal, teniendo acciones directas sobre la comprensión, análisis y asociación del entorno, desencadenando en estas personas dificultad para la lateralidad, direccionalidad, memoria visual e integración, debido a los diferentes daños a nivel cortical.

En Colombia según el número de casos y prevalencia de trastornos neurológicos según el estudio neuroepidemiológico nacional , EPINEURO , las secuelas de traumatismo craneoencefálico representan una prevalencia de 6,4 % por 1000 habitantes, siendo este presente en similar presentación tanto en hombres como mujeres y en edad productiva ⁽⁴⁾⁽⁵⁾,

adicionalmente en la literatura reportada de no se evidencia que dentro de las rutas de atención , visibilicen la optometría dentro del esquema de rehabilitación de un paciente con alteraciones neurológicas.

Según la Organización mundial de la salud (OMS) y Organización panamericana de la salud (OPS), afirman que, si no se actúa en forma inmediata y a escala global, la carga futura de enfermedades neurológicas puede llegar a ser un problema incontrolable convirtiéndose en una gran amenaza para la salud pública a nivel mundial ⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Se estima que cada año mueren 6,8 millones de personas como consecuencia de los trastornos neurológicos. En Europa, los costos provocados por las enfermedades neurológicas en 2004 se han cifrado en 139 000 millones de euros y países en desarrollo, los servicios de rehabilitación para las personas que padecen discapacidades atribuibles a trastornos neurológicos, o a otras causas son limitados o inexistentes ⁽⁶⁾. Esto significa que muchos individuos dependerán totalmente de otras personas, usualmente de miembros de su familia, para que los ayuden al desarrollo de sus actividades diarias, situación que propicia una condición de pobreza ⁽⁷⁾.

Por lo que en los últimos 15 años la rehabilitación virtual ha provocado la inquietud e interés de los científicos con el objetivo de disminuir los costos económicos que emana un proceso de rehabilitación y a su vez plantear esquemas de tratamiento sencillos, dinámicos y accesibles tanto para los pacientes, familiares y profesionales de la salud.

Esto es posible debido a que la realidad virtual ha demostrado cambios en la reorganización en las redes neuronales de estos pacientes , desde la estimulación de la corteza parietal, áreas corticales motoras, ganglios basales y el cerebelo así activando **sistemas visuales, vestibulares y propioceptivos**, teniendo una

participación importante las funciones específicas del lóbulo frontal, como la memoria de trabajo, la velocidad psicomotora y la imaginación del movimiento; este último siendo uno de los factores determinantes en el éxito de una rehabilitación rápida, eficaz e intencionada en pacientes con alteraciones neurológicas ⁽⁸⁾⁽⁹⁾ .

En optometría específicamente la rehabilitación virtual se ha vinculado en esta última década dentro del propósito de detección y manejo de alteraciones visuales y oculares pero no con un enfoque al manejo de pacientes con alteraciones neurológicas, en las bases de datos se registran estudios reportados referentes a la realidad virtual y la terapia visual, pero todos realizados en países desarrollados, debido a que en estos países cuentan con mayores recursos de financiamiento para la investigación y con sistemas de salud más robustos lo cual permite que la atención en los servicios , se encuentren mejor canalizados e integrados , es por ello que surge la siguiente pregunta de investigación **¿Cuál es la eficacia del entrenamiento virtual en habilidades motoras, visuales y perceptuales , en pacientes con TCE ?**, con el objetivo de visibilizar a la optometría como una alternativa para potencializar las funciones ejecutivas, motoras y sensoriales en estos pacientes , y su vez proporcionar información en la caracterización sociodemográfica y neurológica, permitiendo establecer relaciones entre las manifestaciones clínicas vs localización del daño neurológica.

1.2. Justificación:

El trauma craneoencefálico (TCE) constituye un problema preocupante de salud pública, debido que es la causa más atribuible de lesión cerebral, representando alta demanda de los servicios de rehabilitación con la intencionalidad de minimizar secuelas ⁽¹⁰⁾.

Es una de las primeras causas de incapacidad en la población joven debido a que las alteraciones físicas y/o cognitivas ocasionadas por la lesión, limitan el desempeño en actividades laborales, académicas y sociales de las personas afectadas ⁽¹⁰⁾. Algunos estudios de seguimiento en TCE afirman que los cambios cognitivos y conductuales son los causales de la incapacidad y de la restricción en la participación, afectando no solo el funcionamiento individual sino también

generando estrés e inestabilidad en el medio familiar, acompañado de dificultades en la integración laboral ⁽¹⁰⁾.

En Colombia existen publicaciones de la epidemiología del TCE ⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾; sin embargo, no se evidencian estudios suficientes posteriores al evento traumático que permita conocer el estado neurológico; algunas de las alteraciones neuropsicológicas más comunes después de un TCE son los problemas de atención, la disminución en la memoria, el aprendizaje, en las funciones ejecutivas y la falta de conciencia de los déficits ⁽¹⁰⁾. En menor medida se han descrito dificultades de problemas en la velocidad del procesamiento de la información, alteraciones del lenguaje y de la comunicación ⁽¹⁰⁾.

En revisiones sobre alteraciones cognitivas se evidencian dificultades en los componentes del lenguaje, práxico, mnésico, memoria ejecutiva, entre otros, que pueden presentarse aislados o simultáneos dependiendo del área o áreas afectadas. Estudios previos revelan demencia postraumática, disfunción ejecutiva, amnesia afásica y déficit de atención ⁽¹⁰⁾.

Es así que se ve la necesidad que estos pacientes que cursan con un daño neurológico cuenten con un seguimiento interdisciplinario no solo para determinar el grado del compromiso posterior al evento traumático e identificar el rendimiento intelectual general y el funcionamiento cognitivo, evaluando factores como la atención, la velocidad de procesamiento de la información, la capacidad de aprendizaje, la memoria, las habilidades perceptivas y motoras, el lenguaje, la comunicación y las funciones ejecutivas (razonamiento y capacidad de solución de problemas), de esta manera poder caracterizar el tipo de déficit que presentan los pacientes después de un TCE; No obstante, dichas alteraciones pueden variar de acuerdo con múltiples factores como la gravedad del traumatismo, el tipo de lesión, la edad del sujeto, la capacidad cognitiva previa, el grado de inteligencia general, la personalidad premórbida y factores psicosociales como la integración laboral y el apoyo familiar ⁽¹⁰⁾.

hoy en día no se dispone de una caracterización amplia de alteraciones cognitivas después de un TCE en la población colombiana. En un estudio previo con treinta

pacientes se encontraron alteraciones en la memoria (auditiva y visual), la atención, el lenguaje (denominación, comprensión y fluidez fonológica), la lectura y las funciones ejecutivas, aún después de dos años de haber sufrido el evento; sin embargo, el tamaño de la muestra no se considera representativa ⁽¹⁰⁾. En el 2012 un estudio realizado en el Hospital Universitario del Valle- Cali- Colombia, por Quijano y colaboradores publicaron un estudio cuyo objetivo era analizar las alteraciones neuropsicológicas en una muestra de setenta y nueve personas con TCE de seis meses de evolución (leve 19%, moderado 52%, severo 29%) y setenta y nueve personas en grupo control, donde se evidenció alteraciones en la habilidades perceptuales como la orientación, atención, concentración en dígitos en regresión , detección visual, memoria verbal, copiado de figura semicompleja, evocación espontánea por claves , comprensión fluidez semántica, fluidez fonológica lectura , dictado , funciones ejecutivas y en semejanzas, mientras que en tareas como la sustracción serial, repetición, cálculo, secuenciación, movimientos alternos y reacciones opuestas no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ⁽¹⁰⁾.

Asimismo, se observó desorientación espacio-temporal; no obstante, han mostrado un buen pronóstico en la recuperación después de una intervención adecuada ⁽¹³⁾, además según los registros muestran que las secuelas del evento traumático, en los pacientes persisten en el tiempo y requieren de programas de intervención orientados a las deficiencias cognitivas específicas para cada caso ⁽¹⁴⁾, lo que implica la necesidad de desarrollar modelos asistenciales de atención que agrupen a los pacientes con las diferentes alteraciones, así como de propiciar servicios de neurorrehabilitación especializados, acreditados, integrados y con programas funcionales diseñados para favorecer la evolución y minimizar las secuelas cognitivas ⁽¹⁵⁾.

Al no contar con una caracterización epidemiológica y clínica de estos pacientes a nivel optométrico, este estudio pretende realizar una caracterización sociodemográfica y clínica de las habilidades de la visión binocular y perceptual en pacientes con TCE, realizando un análisis de las alteraciones presentadas vs el

área neurológica afectada y determinar el impacto del tratamiento visual con realidad virtual en dichas habilidades y su repercusión en las actividades de la vida diaria.

Asimismo, esta investigación pretende enaltecer la importancia de un seguimiento interdisciplinario que incluya la valoración optométrica para determinar el grado de compromiso posterior al evento traumático que permita identificar las alteraciones la visión binocular, perceptuales y motoras en pacientes que asistan al centro oftalmológico COPAS de la ciudad de Bucaramanga -Colombia.

1.3. Objetivo general

Analizar la eficacia del entrenamiento virtual en habilidades motoras, visuales y perceptuales, en pacientes con enfermedades neurológicas por trauma craneoencefálico (TCE) de Bucaramanga atendidos durante el primer periodo del 2020 en el centro oftalmológico COPAS.

1.3.1. Objetivos específicos

- Describir las características sociodemográficas de la población en estudio
- Definir los signos clínicos de las alteraciones neurológicas de la población de estudio.
- Identificar el estado motor, oculomotor, sensorial y perceptual de la población en estudio.
- Mostrar los cambios en las habilidades motoras, visuales y perceptuales en pacientes con alteraciones neurológicas por TCE.
- Evidenciar la repercusión del tratamiento de las habilidades binoculares y viso-perceptual en la percepción funcional individual de la población en estudio.

MARCO TEÓRICO

El cerebro humano es el órgano encargado de funciones especializadas como el raciocinio, la expresión de emociones, la capacidad de aprendizaje, memoria e integración de información perceptual codificada y transmitida por los demás sentido que determinar el actuar del ser humano , donde esta eminente y fantástica estructura está compuesta por neuronas y células gliales, organizado en núcleos y

tractos; en su primer momento en el desarrollo presenta tres divisiones que rodean un canal ocupado por una sustancia llamada cefalorraquídeo, en los mamíferos adultos, el incremento del tamaño y complejidad de la primera y tercera división origina un cerebro formado por cinco divisiones separadas. La medula espinal se comunica con el resto del organismo a través de las raíces dorsales, que tiene funciones sensitivas y las raíces ventrales con fines motores, se encuentra dividida en segmentos, cada uno de los cuales está representando un dermatoma del cuerpo (16).

Esta organización dorsal – sensitiva y ventral – motora continúan en el tronco cerebral, que funciona para dirigir conductas más complejas relativas al equilibrio, la visión, la audición y el olfato (16).

La neocorteza o corteza que abarca el 80% del cerebro en el hombre adulto compuesta por un gran estrato de neuronas organizada en seis capas y en regiones funcionales generales, localizándose las habilidades motoras en la parte frontal y sensitivas en las zonas posteriores (16).

Cada lóbulo también puede asociarse a funciones específicas como: la visión en el lóbulo occipital, la audición en el lóbulo temporal, las funciones somatosensoriales en el lóbulo parietal y los movimientos en el lóbulo frontal, además cada lóbulo presenta subdivisiones en regiones primarias, secundarias y terciarias, siendo funciones más complejas y asociativas; como se observa en la figura 1.

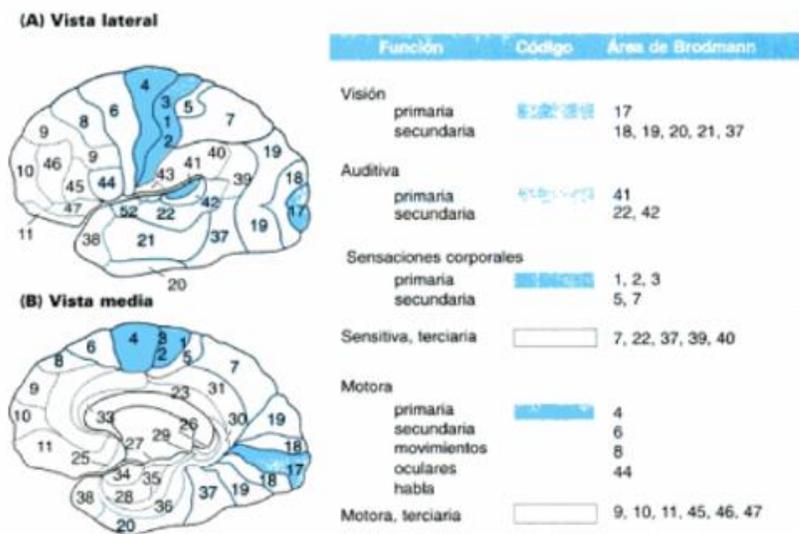


Figura 1. Funciones específicas de cada lóbulo y la ubicación en las áreas de Brodmann. Tomada: Kolb B, Whishaw I.Q. NEUROPSICOLOGÍA HUMANA . 5 edición. Buenos Aires 2003. Panamericana .

La corteza asigna funciones precisas a cada una de sus capas, donde las áreas sensitivas están compuestas por células de la capa IV. las áreas motoras contienen células de las capas V y VI y las áreas asociativas pertenecen a las células pertenecientes a las capas I, II y III, pero el neocortex tiene una particularidad que algunas de sus regiones reciben información desde los sistemas sensitivos, otras regiones emiten órdenes para realizar movimiento y otras son el lugar donde se producen las conexiones dentro de las áreas sensitivas y motoras permitiendo trabajar de manera conjunta, como se explica en la figura 2.

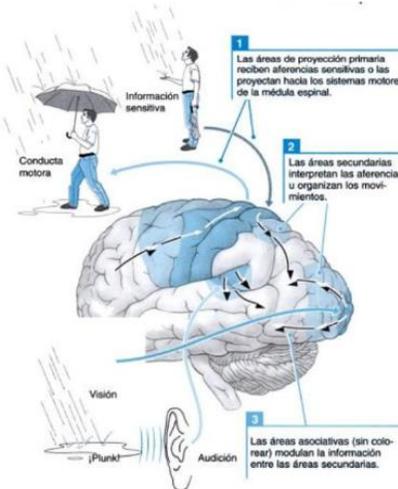


Figura 2. Asociación de regiones corticales sensitivas y motoras. Kolb B, Whishaw I.Q. NEUROPSICOLOGÍA HUMANA . 5 edición. Buenos Aires 2003. Panamericana.

Los trastornos neurológicos son enfermedades del sistema nervioso central y periférico, es decir, se evidencia alguna alteración del cerebro, médula espinal, nervios craneales y periféricos, las raíces nerviosas, el sistema nervioso autónomo, la placa neuromuscular, y los músculos ⁽⁷⁾.

Entre ellos podemos encontrar la epilepsia, enfermedad de Alzheimer y otras demencias; como también las alteraciones neurológicas como recidiva de enfermedades cerebrovasculares, esclerosis múltiple, enfermedad de Parkinson, tumores cerebrales, afecciones traumáticas del sistema nervioso, y los trastornos neurológicos causado por la desnutrición y por numerosas infecciones.

La teoría cognitiva contemporánea organiza la cognición humana en una jerarquía de procesos o sistemas básicos y complejos. Los procesos básicos como la percepción sensorial, la atención y la memoria subyacen a sistemas más complejos como el lenguaje, la categorización y el funcionamiento ejecutivo. Los déficits en la categorización podrían interferir con la ejecución exitosa de las actividades diarias porque las habilidades de categorización son parte integral de la memoria y el aprendizaje de nueva información y son procesos esenciales para la toma de decisiones y la resolución exitosa de problemas. Dada la importancia fundamental de la categorización para todos los comportamientos inteligentes, es sorprendente observar la escasez de investigación específica sobre los efectos del envejecimiento en el comportamiento de clasificación. Esto contrasta con otros dominios, como la velocidad de procesamiento y la memoria, para los cuales se puede encontrar una gran cantidad de trabajo ⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾.

Respecto a la percepción, el reconocimiento y la categorización de los objetos, los modelos de **conocimiento semántico admiten un centro de lóbulo temporal bilateral** que vincula las propiedades de los objetos y la comprensión conceptual ⁽¹⁷⁾. Además, la evidencia en **la visión** indica la presencia de un proceso de **reconocimiento jerárquico** que comienza con el procesamiento temprano de características **(como orientación, movimiento y color)** y conduce al procesamiento y representación de objetos y clases de objetos en la corteza inferotemporal.

2.1. Procesos cognitivos:

Al contiguo proceso mediante los cuales la información sensorial entrante (input) es convertida, reducida, elaborada, almacenada, recordada o utilizada se le denomina cognición (*cognoscere, conocer*)⁽¹⁷⁾. Así cognición equivale a capacidad de procesamiento de la información a partir de la percepción y la experiencia, además de las inferencias, la motivación o las perspectivas, y para ello es necesario involucrar otros procesos como la atención, la memoria, el aprendizaje, el pensamiento, las emociones entre otros, donde el proceso de la información se realiza a partir de dos procesos:

2.1.1. Procesamiento automático vs procesamiento controlado:

Estos dos tipos de procesamiento están íntimamente relacionados con la capacidad atencional del sistema cognitivo, siendo estos términos no excluyentes desde la atención. Realizar una actividad nueva o compleja necesita de un gran esfuerzo y control cognitivo, pero si hemos practicado con ella, podemos realizarla de forma más sistemática, es decir, con menor gasto cognitivo. En una tarea pueden intervenir ambos procesos, y un proceso controlado puede automatizarse con la práctica. Los procesos automáticos se definen de este modo porque ocurren sin intención, requieren escaso control cognitivo, no consumen esfuerzo consciente (requieren poca atención) y producen poca interferencia en situaciones de doble tarea o con otros procesos automáticos ⁽²⁰⁾.

Por ejemplo, si vemos que se precipita un objeto hacia nosotros instintivamente nos apartaremos, mecanismo Estimulo – reacción ⁽²⁰⁾.

2.1.2. Procesamiento serial vs procesamiento paralelo:

El procesamiento serial (secuencial o lineal) supone que al realizar una tarea cognitiva no puede haber concomitancia de procesos, sino que es inevitable que sigan una secuencia, mientras que el procesamiento en paralelo conllevaría procesar diferentes dimensiones del estímulo simultáneamente ⁽²⁰⁾.

2.1.3. Procesamiento de abajo-arriba vs procesamiento de arriba-abajo:

Ambas acciones usualmente ocurren simultáneamente para el análisis total de la situación a estimular, a partir del análisis sensorial y de la contribución de la memoria. A su vez, las dos informaciones son necesarias. Este procesamiento no implica la atención voluntaria del sujeto porque son los estímulos, como impacto de energía en el organismo, los que ponen en marcha el proceso. Para explicar los procesos de arriba-abajo o guiados conceptualmente (top-down), se piensa que las interpretaciones y expectativas (procesos superiores) llevan al posterior procesamiento de los detalles o señales sensoriales. En este caso se considera que es el propio sujeto quien dirige su atención a un estímulo determinado, el sistema cognitivo avanza una hipótesis sobre lo que desea buscar y activa la atención.

Por ejemplo, en la lectura existe información que procesamos de abajo-arriba, como los rasgos de las letras (n-ñ, b-d...) e información guiada por la cognición (la

identificación de cada letra, el reconocimiento en nuestra memoria, el sonido que general varias letras consecutivas, como agua, guerra, protege, o el significado de las palabras) ⁽²⁰⁾.

2.1.4. Procesamiento global vs. local:

En este caso la dualidad radica si la percepción de un todo (unidad global) se experimenta primero que una experiencia a partes (unidades locales), y la distinción viene de la diferencia perceptiva entre propiedades componentes (globales) y no componentes (atributos) del estímulo. El procesamiento global u holístico conlleva procesar el estímulo como un todo integral y no relativo a las partes de que se compone, en cambio, en el procesamiento local o analítico, los estímulos se procesan de acuerdo con las características, dimensiones, rasgos o atributos que los constituyen, pudiendo dirigirse la atención de forma selectiva hacia una de ellas ⁽²⁰⁾.

2.1.5. La visión:

El estímulo proximal difiere considerablemente del estímulo distal en cinco aspectos:

- ✚ No toda la energía electromagnética proveniente de un estímulo distal llega al ojo, ya que en parte se pierde durante el trayecto o en algunas estructuras diópticas del ojo, por reflexión, absorción o difusión.
- ✚ La imagen proximal resultante es invertida y de menor tamaño que el estímulo distal
- ✚ La imagen proximal es bidimensional, mientras que el objeto distal es tridimensional.
- ✚ El estímulo proximal, a diferencia del distal, se halla parcialmente bajo control del observador, mediante los movimientos de cabeza y los movimientos oculares.
- ✚ La información sobre un objeto llega al ojo en forma de energía electromagnética, pero se transmite al cerebro del observador a través de impulsos bioeléctricos ⁽²⁰⁾.

Los sensores y la recepción de la energía física del medio permiten que los organismos se adapten a sus entornos para sobrevivir y reproducirse detectando

estructuras y sucesos del ambiente. Para ello se necesita que el animal sea sensible a alguna forma de energía y por este motivo los organismos disponen de diversos tipos de sensores o receptores de la energía física del medio en sus órganos sensoriales, como por ejemplo los fotorreceptores (conos y bastones) situados en la capa neural, los cuales son encargados de percibir gran parte del espectro electromagnético. Dependiendo del tipo de información que proporcionan los receptores sensoriales, podemos clasificarlos en:

1) Exteroceptores: corresponden a los 5 cinco sentidos clásicos y nos ponen en contacto informativo con el mundo exterior. Entre ellos se encuentran los sistemas háptico, gustativo, olfativo, visual y auditivo, estos dos últimos teniendo una participación mayor con el desarrollo cognitivo del ser humano ⁽²⁰⁾.

2) Propioceptores: proporcionan información del tono muscular, los movimientos corporales, la posición postural y el equilibrio donde para este último fin se hace distinción entre el sistema cenestésico y el vestibular. El primero proporciona información relativa a la existencia del propio cuerpo y el esquema corporal (posición y movimiento, sensaciones en la superficie y en el interior), extiende sus receptores por músculos, tendones, etc, proporcionando información sobre la estructura, la localización y el movimiento de las distintas partes del cuerpo, con un papel destacado en la coordinación sensomotora. Por su parte, el sistema vestibular se asienta en los canales semicirculares que se encuentran en los vestíbulos del oído interno y está implicado en el equilibrio y el mantenimiento de la cabeza erguida, y aporta información sobre los movimientos rotatorios de la cabeza (cumpliendo un papel decisivo en la monitorización de dichos movimientos y en el ajuste entre éstos y los movimientos oculares), e información sobre la orientación espacial y la aceleración ⁽²⁰⁾.

3) Interoceptores: Localizados en órganos ligados a las funciones vitales más prominentes (vísceras, glándulas, etc.) ⁽²⁰⁾.

2.1.6. Organización perceptual:

Se hace referencia a la organización perceptual, a la integración de distintos elementos que hacen parte de una escena, por ejemplo, al observar el mobiliario de un aula, vemos automáticamente que los pupitres están dispuestos en filas, con

pasillos entre ellas, es decir, no hacemos un procesamiento fragmentado entre pupitres y el pasillo, sino se realiza simultáneamente. A continuación, nombramos y describimos algunas de los principios que enuncia:

1) Principio de la relación figura-fondo: Las formas tienden a destacarse como conjuntos independientes y estructurados, y a formar una figura que sobresalga sobre el fondo. En ocasiones, en el caso de las figuras reversibles, el campo perceptivo puede contemplarse como figura o fondo indistintamente, pero no simultáneamente

2) Principios de agrupación: A pesar de que estén delimitados por contornos visibles, algunas figuras tienden a agruparse en conjuntos integrados que se perciben conjuntamente.

3) Principio de constancia: Determinadas propiedades de los objetos (estímulo distal) nos dan la percepción que son iguales cuando las diferentes condiciones de observación dan lugar a la variación del estímulo proximal (imagen retiniana), por ejemplo. Juzgamos la bata blanca de un optometrista del mismo color tanto a plena luz como cuando el gabinete está en penumbra, a pesar de que la proyección retiniana varía considerablemente en cada condición de observación ⁽²¹⁾.

2.1.7. Claves de profundidad y movimiento:

Al observar una fotografía estimamos la distancia relativa de cada objeto, aunque la imagen sea plana. El motivo es la existencia de varios indicios que también pueden aplicarse a la visión directa de la realidad; las principales claves pictóricas de la profundidad son:

- ✚ Superposición o solapamiento: Si un objeto cubre parcialmente al otro, concluimos que el primero está más cercano a nosotros ⁽¹⁴⁾.
- ✚ Tamaño relativo: cuanto más lejano está un objeto, menor es el tamaño de su proyección en la retina.
- ✚ Altura relativa: los objetos situados bajo el horizonte (casas, montañas, personas...) parecen más lejanos cuanto mayor es su altura en el campo visual. No obstante, los situados por encima del horizonte (nubes, pájaros...) parecen más lejanos cuanto menor es su altura.

- ✚ Perspectiva lineal: tendencia de las líneas paralelas a converger cuando aumenta la distancia con respecto al observador.
- ✚ Perspectiva aérea: los objetos lejanos tienden a verse más difusos que los cercanos. Además, parecen azulados por efecto de la dispersión de la luz producida por la interposición de partículas del aire. A mayor distancia, mayor cantidad de aire nos separa, y mayor es la difusión. Otras claves de profundidad que nos permiten la deducción de distancias dependen del funcionamiento y disposición anatómica de los ojos, y están relacionados con indicadores fisiológicos:
- ✚ Convergencia: Los sensores especializados captan hasta qué punto las líneas de visión de los dos ojos convergen o divergen. Si un objeto está cerca, los ojos se mueven hacia adentro (convergencia) y si está lejos, lo hacen hacia afuera (divergencia) ⁽²⁰⁾.
- ✚ Disparidad retiniana: Nuestros ojos están separados entre sí alrededor de unos seis centímetros. Por lo tanto, nuestras retinas captan imágenes ligeramente distintas. Cuando el cerebro compara los dos registros, la diferencia entre ambas (disparidad retiniana) aporta una pista importante acerca de la distancia relativa de distintos objetos ⁽²⁰⁾.

2.1.8. Anomalías de la percepción e ilusiones:

Las alteraciones en cuanto a la forma y el tamaño referidas a objetos o a nuestro propio cuerpo, se denominan dismorfopsia (alteración de la forma), macro y micropsia (alteraciones del tamaño) o heautoscopia (ver el propio cuerpo “desde fuera”).

Con respecto a la calidad tenemos la desrealización (percibir el entorno como irreal), la sinestesia (transposición de una capacidad sensitiva de un sentido a otro, como por ejemplo ver la música).

Otro trastorno perceptivo es la agnosia, que consiste en una incapacidad para identificar el significado determinados estímulos. Esto no significa que no se capte el objeto, ni se trata tampoco de una amnesia respecto al objeto en cuestión, sino de la imposibilidad de llegar hasta él (interpretarlo, dotarlo de significado) a través del sentido afectado. Por ejemplo, en un caso de agnosia visual, un paciente puede

tener una agudeza visual excelente y no “percibir” un cuadrado como tal, hasta que alguien le informa de que es una figura geométrica de 4 lados iguales ⁽²⁰⁾.

2.1.9. Atención:

La atención se le puede conceder la función de destilar la información que debemos procesar, para evitar que el sistema cognitivo se sature o se desborde su capacidad limitada. Recordemos que el procesamiento automático consume pocos recursos atencionales, mientras que los procesos controlados sí requieren de recursos atencionales, así, la función de filtro permitiría conceder la relevancia adecuada ⁽²⁰⁾.

- Funciones de la atención: El significado de atención se relaciona estrechamente con la voluntad, aunque a veces pueda dispararse como mecanismo automático reflejo. La atención se activa para buscar y seleccionar información, y en base a ello se ponen en marcha conductas vehiculadas por los estados de activación fisiológica, la experiencia previa, la dotación genética, etc. Es común destacar tres funciones de la atención: selección, vigilancia, y control, que a su vez permiten que el procesamiento de la información sea preciso, continuado (sostenido en el tiempo) ⁽²⁰⁾.

1) La atención como mecanismo de acción: Certifica un procesamiento perceptivo adecuado de los estímulos sensoriales más relevantes, por novedosos o significativos, al constituir un sistema activo que le proporciona al sujeto decidir la entrada de determinada información ⁽²⁰⁾.

2) La atención como mecanismo de vigilancia: Permite mantener en el tiempo el interés por la información seleccionada. En función del tipo de actividad, pero también de otras variables como la dificultad de la actividad, la edad o el nivel intelectual del individuo, etc., el tiempo de atención requerido puede variar desde minutos hasta horas. En este caso la función es la de atención sostenida ⁽²⁰⁾.

3) La atención como mecanismo de control voluntario: Disposición y destreza del procesamiento de la información, activa el organismo ante diversas situaciones preparándolo para reaccionar con rapidez ⁽²⁰⁾.

2.1.10. Factores determinantes de la atención:

Los mecanismos de atención no son constantes. El motivo que un sujeto dirija su atención hacia algo que llame su atención depende de las características del

estímulo o entorno (factores extrínsecos) como de las características particulares del sujeto (factores intrínsecos) ⁽²⁰⁾.

1) Los factores extrínsecos: son aquellas propiedades de los estímulos que captan la atención del sujeto en mayor medida que otras. Algunos ejemplos son:

- ✚ El tamaño (mayor atención hacia estímulos más grandes).
- ✚ La posición (mayor atención hacia la zona superior que hacia la inferior, y hacia la parte izquierda más que a la derecha).
- ✚ El color (son más llamativos los estímulos en color que en blanco y negro).
- ✚ La intensidad (los estímulos más intensos o con mayor detalle atraen más la atención).
- ✚ El movimiento (mayor atención hacia estímulos dinámicos que estáticos).
- ✚ La complejidad (cuantos más elementos o dimensiones componen un estímulo, mayor atención captan).
- ✚ La relevancia (mayor atención hacia estímulos con mayor nivel de significación para el observador).
- ✚ La novedad (mayor atención ante el cambio de uno o varios atributos componentes) ⁽²⁰⁾ .

2) Los factores intrínsecos: son aquellos elementos específicos o personales del sujeto que lo diferencian de otros ante una misma situación estimular. El mecanismo de atención mediado por los factores intrínsecos suele tener una componente de mayor voluntariedad y consciencia por parte del individuo; Algunos factores intrínsecos pueden ser:

- ✚ Los intereses, intenciones y motivaciones del sujeto
- ✚ Las expectativas de resultado
- ✚ Los rasgos de personalidad.
- ✚ Estados transitorios como la fatiga, el sueño, el estrés, el consumo de café, tabaco, fármacos, etc.
- ✚ El nivel de activación fisiológica o arousal: que se refiere a un estado de alerta percibido subjetivamente como sensación de energía, gracias al cual somos más receptivos y reactivos a los estímulos ambientales ⁽²⁰⁾⁽²²⁾⁽²³⁾.

Tabla 1. Criterios de clasificación de la atención

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN	TIPO DE ATENCIÓN
Mecanismos implicados	Selectiva, dividida, sostenida
Grado de control voluntario	Involuntaria, voluntaria
Origen y naturaleza del estímulo	Externa, interna
Modalidad sensorial implicada	Visual, auditiva
Amplitud e intensidad del foco atencional	Global, local (selectiva)
Amplitud y control que se ejerce	Concentrada, dispersa o difusa
Manifestaciones motoras /fisiológicas	Abierta, encubierta
Grado de procesamiento	Consciente, inconsciente

Criterios de clasificación de la atención – García Sevilla. Tomada : Lupón M , Torrents A, Quevedo L . TEMA 4. PROCESOS COGNITIVOS BÁSICOS. PDF.

3) Actividad atencional: Suele requerir de la presencia de diferentes clases de atención como:

- ✚ Arousal - estado de alerta: Activación general del organismo.
- ✚ Atención focal: capacidad de dirigir/centrar la atención hacia un estímulo concreto.
- ✚ Atención sostenida: habilidad de sostener una respuesta durante un tiempo determinado; puede implicar la detección de estímulos (vigilancia) u otras tareas cognitivas (concentración), o la activación de la memoria operativa cuando la actividad requiere la manipulación activa de información (mantenimiento).
- ✚ Atención selectiva: Destreza de captar la información relevante desde una concepción de un todo suprimiendo en el procesamiento la información no relevante.
- ✚ Atención alternante: Capacidad de modificar el foco de atención de forma fluida, controlando en todo momento hacia dónde se dirige la atención ⁽²³⁾.

Tabla 2. Clasificación de los tipos de atención.

ACTIVIDAD ATENCIONAL	DESCRIPCIÓN
Arousal	Estado de alerta, activación general del organismo=estadio elemental (el coma sería un ejemplo de estado anterior al nivel mínimo de activación).
Atención focal	Capacidad de dirigir/centrar la atención hacia un estímulo concreto.
Atención sostenida	Capacidad de mantener una respuesta durante un tiempo determinado. Puede implicar la detección de estímulos (vigilancia) u otras tareas cognitivas (concentración), o la activación de la memoria operativa cuando la actividad requiere la manipulación activa de información(mantenimiento).
Atención selectiva	Capacidad de seleccionar la información relevante de entre el total de la información a la que se está expuesto y consecuentemente, de inhibir el procesamiento de la información no relevante.
Atención alternante	Capacidad de cambiar el foco de atención de forma fluida, controlando en todo momento hacia donde se dirige la atención.
Atención dividida	Capacidad de atender simultáneamente a dos estímulos, situaciones, etc, y dar respuesta.

Tomada: Imagen 3. Criterios de clasificación de la atención – García Sevilla.Tomada : Lupón M , Torrents A, Quevedo L . TEMA 4. PROCESOS COGNITIVOS BÁSICOS. PDF.

2.1.11. Memoria:

La memoria es un proceso psicológico que permite el almacenaje, la codificación y el registro de la información, con la peculiaridad de que puede ser evocada o recuperada para ejecutar una acción posterior ⁽²⁰⁾.

La memoria no es una habilidad única involucrada en este proceso, sino que podemos hablar de un conjunto de procesos que ocurren a partir de la percepción de la información, sea consciente o inconscientemente:

- ✚ Codificación: Como evento previo al almacenamiento, que consiste en organizar la información de forma que se le pueda dar un significado para poder recordarla y mantenerla en el tiempo.
- ✚ Almacenamiento: Destreza de retener la información codificada por un tiempo determinado. Para ello se encuentran vinculadas la existencia de tres estructuras: la memoria sensorial (MS), la memoria a corto plazo (MCP), y la memoria a largo plazo (MLP).
- ✚ Recuperación: Tiene como objetivo seleccionar información concreta de entre toda la almacenada. Para este proceso se vinculan aspectos como almacenamiento, recuperación y codificación.

2.1.12. Rehabilitación cognitiva:

Actualmente, no existe un tratamiento estandarizado para la rehabilitación cognitiva. La diversidad de los déficits cognitivos, la metodología de intervención, el estilo de informe diferente y los resultados de tratamiento, desafían a los profesionales en la estandarización del tratamiento. Especialmente se ha recomendado el tratamiento de los déficits de atención en la lesión cerebral traumática (LCT) en la etapa postagudo (3 meses) del trauma, se incorporen métodos de tratamiento desde un enfoque multidimensional y tareas con dificultad y complejidad jerárquicas ⁽²⁴⁾.

La prestación de rehabilitación cognitiva enfatiza seis principios:

- (1) Intervención que es teórica y significativa
- (2) La intervención es específica de la tarea con una complejidad creciente relevante para las necesidades individuales
- (3) La necesidad de practicar regularmente las habilidades adquiridas
- (4) El monitoreo del progreso para adaptarse a las necesidades individuales
- (5) Generalización de estrategias aprendidas para aplicar en habilidades de la vida real
- (6) Adaptación del mundo real para garantizar el éxito.

2.2. Escalas para medir la discapacidad cognitiva y la función

2.2.1. Escala extendida de resultados de Glasgow (GOSE):

La escala de resultados de Glasgow es un índice práctico para la evaluación global después de un traumatismo craneal, está diseñada como base de un sistema predictivo de lesión neurológica, sin pretender proporcionar información detallada de déficits específicos ⁽²²⁾.

2.2.2. Escala de Medición de la Consecución de Objetivos (GAS):

Escala que puede ser empleada en investigación o práctica clínica como método para evaluar los resultados obtenidos en terapia familiar, en un programa de intervención o en otros servicios de apoyo orientados al grupo familiar ⁽²³⁾.

2.2.3. El Test Neuropsi:

Es un instrumento de screening neuropsicológico que permite valorar procesos cognitivos en pacientes psiquiátricos y neurológicos. Permite valorar funciones cognitivas en población hispano hablante, y de esta manera hacer un diagnóstico temprano o predictivo de alteraciones cognitivas, donde consta de diversas pruebas neuropsicológicas distribuidas en 8 escalas que evalúan:

- **Orientación:** preguntas que permiten establecer la orientación respecto a tiempo, lugar y persona.
- **Atención y activación:** dígitos en regresión, detección visual, resta mental.
- **Memoria-codificación:** curva de memoria verbal espontánea, copia de figura semi-compleja de Rey.
- **Funciones de evocación:** evocación de información verbal, evocación espontánea, por claves, por reconocimiento; evocación de la figura semi-compleja de Rey.
- **Lenguaje (oral y escrito):** prueba de denominación, repetición, comprensión, fluidez semántica y fonológica, lectura y escritura.
- **Función ejecutiva:** conceptual y motora ⁽²⁵⁾.

2.3. Defectos visuales:

Los problemas visuales asociados con la lesión cerebral adquirida se han encontrado una alta prevalencia de alteración de la **visión binocular (42%)**, **movimiento ocular (40%)**, **campo visual (23%)** y **trastornos adaptativos (10%)**.

En un estudio retrospectivo más amplio de la población civil, Ciuffreda et al informaron sobre 160 pacientes con LCT. Encontraron que el **56% tenía trastornos de la visión binocular y la insuficiencia de convergencia era el problema de visión binocular más común (42.5%)**. El 51% tenía problemas de movimiento ocular (déficit sacádico, seguimiento y nistagmo), y el 41% tenía trastornos acomodativos ⁽²⁶⁾.

2.3.1. Defectos del campo:

Tropezaba con los objetos, dificultad para ver en las noches, alteraciones del campo visual, necesita de ayuda de familiares y del entorno para su movilidad ⁽¹⁷⁾.

Tabla 3. Disfunciones visuales.

Síntomas, observaciones clínicas y posible área de la disfunción visual		
Habilidad visual	Déficit	Síntomas
Habilidad binocular Motilidad ocular Habilidad vergencial (convergencia-divergencia).	Parálisis muscular Estrabismo Insuficiencia de convergencia	Dolor de cabeza Visión doble Visión borrosa Cierra un ojo Motilidad Imposibilidad para seguir los objetos Problemas de lectura Giro o inclinación de cabeza Percepción visual
Habilidad acomodativa Amplitud de acomodación Flexibilidad de acomodación	Sistema de enfoque de acomodación Insuficiencia de acomodación Pseudo-miopía Alteraciones en la velocidad y calidad de la respuesta acomodativa.	Dolor de cabeza Visión doble Problemas con la lectura Dolor ocular o incomfort visual Sueño en actividades de visión próxima y los evita.
Habilidad oculomotora Movimientos sacádicos	Limitación de mirada Alteración en los movimientos sacádicos y seguimiento.	Imposibilidad para seguir los objetos Problemas de lectura Salto de palabras Relectura de palabras Invierten las letras o palabras.

Movimientos de seguimiento Movimientos de fijación	Nistagmo involuntario Movimiento ocular rotatorio.	
Habilidades visuales viso-perceptuales. Área de relación espacial Área de análisis visual Área de integración con los sentidos.	Problemas de integración visual Problemas vestibular Dificultad para coordinación ojo mano Deficiencia en la orientación y relación espacial. Alteración de la imagen corporal. Dificultad en mantener la atención.	Balance Juicios de distancia Problemas de coordinación motora Deficiencia de escritura Dificultad para juzgar distancias, coordinación y confusión izquierda - derecha. Agnosia Apraxia Alteración en la diferenciación, análisis, categorización y secuencia. Dificultad para reconocer rostros
Pérdida del campo	Alteraciones en campo visual, más frecuentes hemianopsias	Choca con objetos, sillas Dificultad para ver en las noches. Visión en túnel, para su movilidad necesita de ayuda (persona o se sostiene de las paredes). Dificultad en la marcha y balance. Alteración de la imagen corporal

Fuente: Scheinman M. Visual problems associated with acquired brain injury. Understanding and managing.

2.3.2. Áreas Viso perceptuales:

Las alteraciones relacionadas a la visión perceptual estarán directamente relacionadas de acuerdo con el área afectada, para su mejor entendimiento se expondrá la sintomatología con relación al área afectada.

1) El sistema visoespacial: Permiten desarrollar los conceptos espaciales internos y externos que le son útiles para organizar el medio ambiente, indispensable para desarrollar una buena coordinación motora, balance y sentido

de la dirección, reconocer una secuencia lingüística de símbolos y manipular información visual ⁽²⁷⁾.

-Integración bilateral: Es la habilidad para usar los dos lados del cuerpo en forma simultánea y por separado de una forma consciente. Permite al individuo dar el fundamento motor para comprender la diferencia entre los lados derecho e izquierdo del cuerpo. Lo que permite un desarrollo geocéntrico, lo cual tiene un papel fundamental en la locomoción en el mundo exterior.

-La lateralidad: Es la habilidad para identificar la derecha e izquierda sobre sí mismo de una forma consciente; desarrollando una localización egocéntrica, articulando conceptos internos y externos propios para un buen desarrollo de la movilidad, un declive en estos factores, el individuo tendrá dificultad para el desplazamiento, esquivar obstáculos, subir o bajar escaleras, conducir algún medio de transportes etc.

-La direccionalidad: Es la habilidad para interpretar direcciones hacia la izquierda o derecha en el espacio exterior. Algunos de los desempeños que se pueden afectar por disfunciones del sistema visoespacial son: una coordinación motora pobre que se reflejará en movimientos torpes y tropiezos con objetos y dificultad para orientarse en las direcciones derecha e izquierda. Muchos niños con problemas visoespaciales presentarán errores de inversión de letras especialmente de letras que son espejos una de la otra como la b y la d. El niño presentará también tendencia a rotar letras y números alrededor del eje vertical ⁽²⁷⁾.

2) El sistema de análisis visual: Habilidades básicas que permiten reconocer letras, números, palabras, frases y conceptos matemáticos.

Tabla 4. Habilidades del análisis visual.

Discriminación visual	Distinguir las características como forma, orientación, tamaño y color de dos formas similares.
Figura fonda	Atender a una característica específica mientras se mantiene el conocimiento de la relación de la forma con la información del fondo.

Constancia de forma visual	Distinguir una forma en distintas orientaciones y tamaños.
Cierre visual	Conocimiento de las pistas en el estímulo visual que permite determinar la percepción final sin la necesidad de tener todos los detalles presentes.
Memoria visual y secuencial	Reconocer y recordar la información presentada visualmente.
Visualización	Manipular mentalmente la imagen visual, ayuda a la comprensión de la lectura y a relacionar la información con lo que ya es conocido.
Velocidad de procesamiento	Cantidad de tiempo que toma a un individuo analizar e interpretar la información.
Atención	Interés por una fuente particular de estimulación o concentración sobre una tarea que implica un proceso cognitivo.

Habilidades del análisis visual. Apuntes de habilidades perceptuales UAA.mx.Lic.Elizabeth Casillas Casillas.

3) Integración con otros sentidos: Integrar información visual con otras habilidades motoras, auditivas, táctiles ⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾.

Cuando se produce alteraciones de las conexiones existentes entre el cerebelo y el sistema vestibular ⁽³⁰⁾. En la clínica el paciente muestra inestabilidad con inclinación del eje corporal en un sentido determinado, asociada a sensación rotatoria o de giro (vértigo) y nistagmo vestibular. Se caracteriza por ser fenómenos puramente estáticos, con ausencia de ataxia cinética; donde a la oclusión ocular aumenta la inestabilidad, inclinándose en un sentido determinado (signo de Romberg positivo, laberíntico). Son frecuentes los vómitos y los signos de disfunción del sistema nervioso autónomo (palidez, sudoración, taquicardia...). ⁽³⁰⁾.

2.4.1. Trauma craneoencefálico:

Es contemplada como una ocurrencia de lesión en la cabeza que está documentada en un registro médico, con una o más de las siguientes condiciones atribuidas:

- ✚ Nivel disminuido observado o auto informado de conciencia
- ✚ Amnesia
- ✚ Fractura de cráneo
- ✚ Anomalía neurológica o neuropsicológica objetiva
- ✚ Lesión intracraneal diagnosticada.

La incidencia reportada de TCE en los Estados Unidos es de aproximadamente 175 a 200 por 100,000 habitantes o alrededor de 2 millones de lesiones en la cabeza cada año. Más de 1.5 millones de estadounidenses sufren lesiones cerebrales traumáticas no fatales cada año que no requieren hospitalización. Otras 300,000 personas demandan lesiones cerebrales lo suficientemente graves como para requerir hospitalización, con 99,000 resultando en una discapacidad duradera; un total de 56,000 personas mueren cada año como resultado de TCE ⁽²⁶⁾.

La lesión traumática cerebral (LTC) moderada-severa desencadena una cascada neurodegenerativa que se manifiesta por reducciones significativas en el volumen cerebral y déficits neurocognitivos persistentes, asociado con un tiempo más prolongado desde la lesión, lo que pone al sobreviviente en riesgo de demencia en la vida media, presentando un cambio en el discernimiento de la clasificación de los objetos ⁽¹⁰⁾.

2.4.1. Lesión cerebral traumática leve:

La lesión cerebral traumática, se define como una lesión traumática que induce una interrupción fisiológica transitoria de la función cerebral a menudo se usa indistintamente de conmoción cerebral y es un diagnóstico clínico ⁽²⁴⁾.

Su mayor prevalencia a nivel socio demográfico se encuentra en países de bajos y medianos ingresos, producto de accidente de tránsito, que afecta desproporcionadamente a hombres jóvenes (de 15 a 29 años). Estadísticamente, 20–50 millones de personas sufrieron lesiones no mortales en todo el mundo, con una tasa creciente en los países de ingresos bajos / medios ⁽²⁴⁾.

El déficit cognitivo rara vez es singular; los síntomas comúnmente reportados son déficit de atención, memoria y función ejecutiva, cada uno con severidad y patrón de recuperación variable. Específicamente, el déficit de atención es

extremadamente común, como resultado de la afectación de la atención siendo esta la base de todas las demás habilidades cognitivas ⁽²⁴⁾.

La memoria espacial atañe las habilidades de navegación y orientación de una persona, siendo fundamentales para la locomoción. La destreza de alcanzar a procesar la información de manera eficiente depende de la capacidad de formar, retener y utilizar una grafía cognitiva del medio ambiente ⁽³¹⁾. La movilidad implica varias funciones y procesos cognitivos. Se puede basar en signos o señales de auto movimiento y ambientales estáticas que requieren de una retroalimentación vestibular y propioceptiva ⁽³²⁾.

Las señales ambientales se basan en puntos de referencia y límites extendidos que pueden proporcionar la posición y orientación de uno en relación con el medio ambiente. El auto movimiento y las señales ambientales estáticas pueden informar los marcos de referencia aloécnicos y egocéntricos ^(33,34). La representación aloécnica es independiente de la posición del individuo y no cambia con él a través del espacio. Aun así, un marco egocéntrico con lleva la representación de ubicaciones basadas en el punto de vista del sujeto ⁽³⁵⁾. El sistema de autorreferencia utiliza señales de auto-movimiento para actualizar la ubicación del cuerpo y la dirección de la cara en relación con un mapa aloécnico, sin orientación, inmediatamente disponible, de objeto a objeto ⁽²¹⁾.

Las alteraciones de memoria espacial, como olvidar la orientación y la posición de los objetos o perderse, a menudo son el resultado del daño del hipocampo ⁽²⁴⁾. La secuela de estas representaciones puede disociarse en términos de elementos conductuales y de desarrollo y, finalmente, de sus bases neurales. Por lo tanto, el hipocampo y el lóbulo temporal medial ofrecen representaciones ambientales aloécnicas, mientras que las representaciones egocéntricas del lóbulo parietal y la corteza retrosplenial y el surco parieto-occipital permiten que ambos tipos de representación interactúen entre sí ; mientras tanto, la actividad diferencial en el hipocampo y el caudado corresponde a la adquisición y manifestación de la información sobre ubicaciones derivadas de límites ambientales o puntos de referencia, respectivamente ⁽²⁴⁾⁽³⁵⁾. Los cambios en la red de navegación pueden ser

el efecto del deterioro cognitivo y pueden manifestarse en una navegación espacial deteriorada ⁽²⁴⁾.

Se estima alrededor del 40% –60% de las personas, cursan con déficit de atención en los primeros 3 meses posteriores a la lesión. En la mayoría de los individuos, la resolución de los déficits cognitivos mixtos comienza en el primer mes y hasta 1 año después de la lesión. Una proporción de esta población a menudo progresa a tener una discapacidad cognitiva crónica que se pasa por alto debido a la presentación "leve" inicial; Al menos un tercio de los sobrevivientes no logran volver al estado funcional completo a los 6 meses y pueden, de hecho, continuar teniendo déficits funcionales neurocognitivos más allá del primer año de la lesión ⁽²⁴⁾.

2.5. Rehabilitación integral

2.5.1. Objetivos:

-  Facilitar el desarrollo psicomotor
-  Reducir la espasticidad
-  Reducir las limitaciones funcionales
-  Ayudar a la movilidad
-  Mantener las funciones ya desarrolladas
-  Estimular las capacidades funcionales
-  Enfatizar en la adquisición de patrones de movimientos normales
-  Modular tono
-  Mejorar propiocepción
-  Mejorar esquema corporal e inhibir interferencias reflejas, evitar o disminuir retracciones y contracturas musculares.
-  Aumentar fuerza muscular, mejorar coordinación, mejorar reacciones de equilibrio y postura.
-  Evitar deformidades, facilitar el movimiento ⁽³⁶⁾.

2.5.2. Tratamiento Integral:

1) Fisioterapia: Mejorar la marcha, estirar los músculos espásticos y prevenir las deformidades.

2) Terapia Ocupacional: Desarrollar técnicas de compensación para las actividades cotidianas como vestirse, ir a la escuela y participar en las actividades de todos los días.

3) Terapia del lenguaje: Aborda las dificultades del lenguaje y otros obstáculos de comunicación.

4) Terapia de conducta y asesoramiento: Abordar necesidades emocionales y psicológicas y ayudar a los niños a enfrentar emocionalmente sus incapacidades

5) Terapia farmacológica: controlar las convulsiones, relajar los espasmos musculares y aliviar el dolor.

6) Tratamiento quirúrgico: corregir las anomalías anatómicas.

7) Tratamiento con aparatos y dispositivos ortóticos:

Intencionado para compensar el desequilibrio muscular, mejorar la postura y caminar, y aumentar la movilidad independiente. -Ayuda mecánica como sillas de ruedas y otros elementos para individuos que no son independientemente móviles.

8) Tratamiento visual:

Diagnóstico y manejo de enfermedades oculares, terapia visual con el objetivo de reorganizar las disfunciones oculomotoras, perceptuales y rehabilitación de baja visión ⁽³⁶⁾⁽³⁷⁾.

2.6. Realidad virtual:

Es tecnología computarizada que proporciona retroalimentación sensorial artificial, en el sentido de que el usuario experimenta experiencias similares a las actividades y eventos que ocurren en la vida real mediante la interacción y la inmersión ⁽³⁸⁾.

La interacción sistémica se logra a través de una variedad de canales multisensoriales (audición, vista, tacto y olfato), que permiten al usuario interactuar con el mundo virtual en tiempo real, y la inmersión es el grado en que una persona puede sentirse envuelta en el mundo virtual a través de una interfaz definida ⁽³⁸⁾.

En la actualidad en los dispositivos de realidad virtual podemos encontrar tres tipos de interfaces de pantalla que pueden clasificarse según el tipo de interacción entre un individuo y una computadora:

1. Interacción centrada en la retroalimentación

2. Interacción basada en gestos.

3. Interacción basada en estímulos hápticos ⁽³⁸⁾.

2.6.1 Interacción centrada en la retroalimentación:

Esta modalidad de realidad virtual se basa en la entrega de refuerzo o retroalimentación a la terapia de base o convencional del paciente. Este tipo de interacción hombre-computadora es típicamente unidimensional ⁽³⁸⁾.

2.6.2. Interacción basada en gestos:

Este sistema incluye cámaras especializadas para capturar puntos de referencia de un objetivo (por ejemplo, el cuerpo humano) durante varios movimientos. Luego, en tiempo real, la imagen capturada se proyecta para facilitar la interacción entre el objetivo y el entorno virtual.

En sobrevivientes de accidente cerebrovascular promueve la reorganización neural en la corteza motora, la corteza prefrontal y el cerebelo, especialmente en pacientes con mayor deterioro.

2.6.3. Interacción basada en estímulos hápticos:

Este tipo de sistema de realidad virtual se caracteriza por utilizar estímulos hápticos y un entorno virtual. En otras palabras, las interfaces hápticas permiten al usuario percibir estímulos mecánicos dentro de un entorno virtual. De esta manera, además de visual (imágenes de elementos, lugares, personas), vestibular (entornos que cambian su posición u orientación desde la perspectiva del usuario) u retroalimentación olfativa, estas interfaces incluyen retroalimentación somatosensorial (mecánica) ⁽²⁵⁾.

2.6.4. Dispositivos de interfaz de realidad virtual utilizados en el entrenamiento del equilibrio:

1) Parte superior: Los programas de rehabilitación incluyen actividades y / o el uso de interfaces que desafían el equilibrio de los pacientes, incorporando información sensorial (visual, vestibular y somatosensorial) e integrándola en el sistema nervioso central en relación con la generación de patrones de movimiento coordinados. Cuando hay un deterioro de esta habilidad motora, se presenta un déficit de equilibrio; en otras palabras, la pérdida de la capacidad del participante para mantener el centro de masa en relación con la base de apoyo ⁽³⁸⁾.

- 2) Balance cerca de entorno virtual automático: Este es un sistema inmersivo con imágenes estereoscópicas en las que el entorno virtual se proyecta en todo el campo visual del paciente, colocado en una plataforma dinamométrica en el centro de la "sala virtual". el uso de estas interfaces puede permitir una inmersión gradual del paciente en estímulos visuales, lo que facilita el entrenamiento del equilibrio ⁽³⁸⁾.
- 3) Entorno virtual automático de cavernas: Se considera un entorno de realidad virtual envolvente que se caracteriza por su alta resolución con funciones de video y audio tridimensionales, ajustadas a un espacio con tres paredes (una pared frontal y dos laterales) ⁽³⁸⁾.
- 4) Displays montados en la cabeza: Es conocido por ser un sistema mixto porque incorpora una pantalla de visualización con la manipulación del entorno físico junto con retroalimentación háptica para mejorar el equilibrio y la movilidad después de un golpe ⁽³⁸⁾.
- 5) Entorno de rehabilitación asistida por computadora: Este es un software de realidad virtual que se ha utilizado en la capacitación con cinta rodante con pacientes después de un accidente cerebrovascular. Es conocido por ser un sistema mixto porque incorpora realidad virtual, detecta alteraciones en la superficie para caminar a través de una cinta de correr modificada y tiene una barra que se utiliza como interfaz háptica para los dedos del paciente ⁽³⁸⁾.
- 6) Nintendo® Wii y nunchuks-balance board periféricos: El software mide los movimientos del jugador y estos se transfieren a la pantalla; este control remoto detecta cambios en la aceleración y la orientación, y el sistema ajusta la retroalimentación de acuerdo con estos parámetros. El dispositivo periférico proporciona retroalimentación háptica; los juegos ofrecen no solo una gran cantidad de comentarios visuales y auditivos, sino también la oportunidad de incluir más jugadores con diferentes niveles de dificultad. Sin embargo, la Wii Balance Board es la interfaz periférica más utilizada cuando se trata de propósitos terapéuticos relacionados con el equilibrio. Junto con el juego Nintendo® Wii Fit, permite al usuario entrenar el desplazamiento del centro de presión en la base de soporte ⁽³⁸⁾.

7) Sony® PlayStation 2 Eye Toy: Se basa en la captura del movimiento del usuario que se representa en un entorno virtual. De esta manera, el paciente interactúa constantemente con los desafíos impuestos por los videojuegos ⁽³⁸⁾.

HIPÓTESIS

El tratamiento virtual , articulado con la terapia visual y perceptual , permite mejorar el desempeño en las pruebas perceptuales y binoculares en pacientes con alteraciones neurológicas por TCE , desde la estimulación de los sistemas propioceptivo , visual y vestibular .

ANTECEDENTES

Desde el inicio de este nuevo siglo con la inversión de la tecnología y el avance de esta, dentro de todos los procesos de evolución y crecimiento de la condición humana; el área de la medicina no es la excepción, haciendo el uso de la misma dentro de sus canales y procedimientos de atención.

Por lo que en los últimos 15 años la rehabilitación virtual ha provocado la inquietud e interés de los científicos con el objetivo de disminuir los costos económicos que emana un proceso de rehabilitación y a su vez que sea un procedimiento fácil, dinámico y accesible tanto para los pacientes como los familiares y profesionales de la salud.

- Lafond et al. En el 2004, Ioffe et al en 2006, Rocchi et al en 2002 y 2006, Lin et al., 2008 y Arnold et al. En el 2009, demostraron que la realidad virtual es una alternativa de tratamiento el entrenamiento del equilibrio, coincidiendo con wobble board Ogaya et al., en 2011 y Cloak et al en el 2013.
- En el 2013 Prochnow et al. Y Orihuela-Espina et, afirman Rehabilitación Gaming System se ha diseñado como un dispositivo flexible y basado en realidad virtual para la rehabilitación, especialmente para pacientes neurológicos.
- Wang y Reid – 2011: la rehabilitación virtual es el medio por el cual el paciente logra la recuperación. Mediante la conservación de tres tipos de interfases (1) interacción centrada en la retroalimentación, (2) interacción basada en gestos, y (3) interacción basada en estímulos hápticos.

- Kizony et al, en el 2005, Flynn et al, en el 2007 y Li et al, en el 2009, refieren que la terapia de gestos basada en realidad virtual en sobrevivientes de accidente cerebrovascular promueve la reorganización neural en la corteza motora, la corteza prefrontal y el cerebelo ⁽³⁷⁾.

El uso de la realidad virtual en optometría, se ha vinculado dentro del propósito de detección y manejo de alteraciones visuales y oculares , pero desde la rehabilitación su vinculando no ha sido tan accesible, principalmente en países en desarrollo , como lo demuestran los registros reportados en la base de datos Pubmed referentes a la realidad virtual y la terapia visual, se observa que el 2017 fue el año donde más se trabajó al respecto, donde en el 2019 hasta el momento no se evidencia un crecimiento significativo; ver Figura 6.



Figura 3.Resultados Bibliométricos. Tomada de la base de datos Pubmed, usando la siguiente ecuación de búsqueda: Terapia visual therapy AND Virtual.

MARCO LEGAL

La ley 372 del 28 de mayo de 1997 del ministerio de educación colombiano, es la encargada de regular la profesión de la optometría y lo relacionado con su ejercicio profesional y sus diferentes campos de acción; donde la profesión de la Optometría tiene como objetivo la prevención y promoción de las enfermedades del sistema visual y ocular mediante el diagnóstico y el tratamiento oportuno que con lleven a darle un buen manejo a las diferentes patologías oculares y visuales.

La ley 23 de 1982 del congreso de la República de Colombia; decreta los derechos de autor, y contempla el manejo que se debe tener con las obras de literarias, artísticas y científicas que gozan del beneficio de tener protección de sus escritos u

obras para que no sean plagiados resaltando la importancia de referenciar y las consecuencias que conlleva vulnerar los derechos de autor ⁽³⁹⁾.

Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia, la presente investigación se clasifica como un estudio con riesgo mínimo, ya que involucra la realización de procedimientos rutinarios de la práctica clínica ⁽⁴⁰⁾.

Este proyecto garantizará los siguientes principios éticos básicos de la Declaración de Helsinki ⁽⁴¹⁾.

Autonomía: se respetará el cumplimiento de este principio a través del proceso de diligenciamiento del formato de consentimiento informado ⁽⁴¹⁾.

Beneficencia: Los adultos ingresados al estudio recibirán una valoración completa de la condición física y las funciones visuales (consulta de optometría y oftalmología), además de sesiones de terapia visual ⁽⁴¹⁾.

No Maleficencia: Los participantes del estudio no estarán expuestos a riesgos potenciales adicionales a los inherentes a procesos rutinarios de la práctica clínica de optometría ⁽⁴¹⁾.

Justicia: Todos los adultos que cursen con cualquiera de las alteraciones neurológicas de interés recibirán la misma valoración basal optométrica y oftalmológica. Así mismo, se espera que una vez finalizado el estudio y habiendo valorado de manera objetiva la eficacia del entrenamiento virtual en la población de estudio, se pueda complementar el servicio de rehabilitación virtual dentro del plan de terapia visual, brinda mayores posibilidades en la rehabilitación de estos pacientes teniendo un impacto positivo en su calidad de vida ⁽⁴¹⁾.

METODOLOGÍA

Esta propuesta de investigación estará enmarcada bajo la línea de investigación de la Universidad Autónoma de Aguascalientes que tiene como objetivo la generación de información sobre los fundamentos anatómicos y fisiológicos del funcionamiento visual, así como de los métodos y estrategias de evaluación diagnóstico y manejo de sus alteraciones.

Se desarrollará empleando un estudio observacional tipo reporte de casos.

Los participantes del grupo intervenido (Totalidad de la muestra) recibirán el tratamiento activo con Nintendo wii fit plus, articulado con tratamiento de entrenamiento visual.

Una vez firmado el consentimiento informado (ver anexo A), se le realizó a cada uno de los participantes, un examen optométrico y oftalmológico completo para determinar las condiciones visuales y con base a los resultados obtenidos en las pruebas mencionadas se definió el cumplimiento de los criterios de selección descritos a continuación.

3.1.1 Criterios de inclusión:

- Personas con antecedente de trauma craneoencefálico
- Sujetos en etapa subaguda: cursen con 80%- funcional, presentando algún grado de déficit neurológico que se beneficiaría de un proceso de rehabilitación activo.
- Participantes que firman el consentimiento informado.
- Sujetos de cualquier sexo.
- Participantes mayores de edad.

3.1.2. Criterios de exclusión:

- Personas que presenten agudezas visuales peores a 20/50 en visión lejana y próxima con la mejor corrección óptica.
- Participantes con alternaciones neurológicas degenerativas como (Demencia senil, Alzheimer, esclerosis múltiple).

- Participantes que presenten cualquiera de las siguientes entidades clínicas: Parkinson, hemiplejía, retardo del desarrollo psicomotor y personas que usen elementos de ortesis.
- Sujetos que no refieran tratamiento de rehabilitación por salud ocupacional previo.

3.2. Cálculo tamaño de muestra:

La población del estudio fue constituida por los pacientes que asistieron al centro oftalmológico COPAS- Bucaramanga en el año 2019, que presenten antecedente de Trauma craneoencefálico; que, para el enero del 2020, se encontró una población de 20 individuos, de los cuales solo 10 decidieron hacer parte del estudio.

3.2.1. Técnica de muestreo: Se empleó un muestreo probabilístico por conveniencia, corroborando que clínicamente cumplieran con los criterios de inclusión para establecer los grupos de estudio, posteriormente se procedió a realizar la selección aleatoria simple mediante minimización con enmascaramiento sencillo.

Tabla 5. Variables para el análisis del proyecto

Variables	Definición Conceptual	Definición operacional
Edad	Tiempo que ha vivido una persona, animales o vegetales (42).	Años cumplidos
Sexo	Condición orgánica según los órganos sexuales en humanos (42).	Masculino (M)- Femenino (F).
Estrato sociodemográfico	Nivel de clasificación de la población con características similares determinado por las condiciones físicas de la vivienda y su localización (42).	Estrato 1, 2, 3, 4, 5 y 6
Nivel educativo	Nivel más alto de instrucción formal alcanzado por una persona (42).	Prescolar completo Prescolar. incompleto Básica primaria completa. Básica primaria incompleta. Básica secundaria completa.

		Básica secundaria incompleta. Técnico completo. Técnico incompleto. Universitario con título. Universitario sin título. Post grado completo. Post grado incompleto. Ninguno.
Continuidad del tratamiento visual + tratamiento virtual con Nintendo wii fit plus	Acción de continuar con el esquema de tratamiento planteado, tanto de terapia visual, como tratamiento de realidad virtual (42).	Numero de Sesiones
Cuestionario de calidad de vida (Índice de Katz)	Conjunto de preguntas orientado a evaluar la independencia de las personas en las actividades de la vida diaria, creada por Katz y Stroud, 1989 (43).	-Grados A-B o 0 - 1 puntos = ausencia de incapacidad o incapacidad leve. -Grados C-D o 2 - 3 puntos = incapacidad moderada. -Grados E-G o 4 - 6 puntos = incapacidad severa.
Índice de función visual VisQoL-15	Escala que determina el rendimiento visual con relación a las actividades cotidianas (43).	Totalmente satisfecho = pacientes que no referían problemas Algo satisfecho = pacientes que referían pequeños problemas Insatisfecho = pacientes que referían grandes problemas Muy insatisfecho = problemas muy serios
Resultado del centro de gravedad (Nintendo wii fit plus)	centro de simetría de masa, donde se intersecan los planos sagital, frontal y horizontal; donde son aplicadas las fuerzas gravitatorias que ejercen su efecto en un cuerpo (42).	Porcentaje (Derecho e izquierdo)

Permanencia en el área azul durante 3 segundos (Nintendo wii fit plus)	Estancia en un lugar determinado (42).	Porcentaje (Derecho e izquierdo)
Agudeza visual	Capacidad del sistema óptico y sensorial del ojo para discriminar, los detalles de un objeto observado a una distancia determinada (44).	Escala Log Mar.
Cover Test	Es una prueba objetiva de interrupción fusional controlada que permite valorar las condiciones funcionales del aparato oculomotor.	Ortoforia , Exoforia (X), Endoforia (E), Tropia.(T)
Amplitud de acomodación	Función monocular expresada en dioptrías. Que representa la máxima capacidad de enfoque ocular en visión próxima en forma independientemente del defecto refractivo	Dioptrías
Flexibilidad de acomodación	Es la capacidad del sistema acomodativo para activar o relajar la acomodación en una unidad de tiempo, bajo las mismas condiciones fisiológicas.	Interpretación de la medida tomada en 1 minuto.
Punto Próximo de Convergencia (PPC)	Máximo punto vergencial que los ojos pueden alcanzar manteniendo la acomodación (46).	Objeto real: distancia de diplopía y de recuperación en cm. Filtro rojo: distancia de diplopía y de recuperación en cm.
Reservas fusiónales	Cantidad de movimiento de convergencia o divergencia que se puede realizar manteniendo la fusión (47).	RFP: Número de dioptrías prismática base externa en la que tiene diplopía sobre el número dioptrías prismática base externa en la que tiene recuperación. RFN: Número de dioptrías prismática base interna en

		la que tiene diplopía sobre el número dioptías prismática base externa en la que tiene recuperación.
Facilidad vergencias	de Capacidad de realizar cambio vergenciales (Flipper prismático) oculares de manera rápida y precisa (47).	Ciclos por minutos
Facilidad acomodación	de Capacidad que tiene el sistema acomodativo de relajar y activar la acomodación en condiciones binoculares, sin que se modifique la vergencia.	Ciclos por minuto.
Movimientos Sacádicos	Son movimientos binoculares simultáneos y conjugados (dirección y amplitud) cuyo objetivo es orientar la fovea hacia un punto de interés.	Movimientos por minuto. SCCO + Metrónomo
Luces de Worth	Test Utilizado para detectar los pequeños escotomas que impiden la fijación bifoveal, conservando la fusión periférica (48).	Fusión plana normal (FPN), Supresión, Diplopía Homónima o Cruzada
Estereopsis	La visión directa de profundidad, atribuible a la disparidad de fijación.	Segundos de arco
Etiología del trauma craneoencefálico	Evento causal responsable de la manifestación de la entidad clínica en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> - Accidente de tránsito. - Caídas. - Actividades deportivas (Conmociones cerebrales relacionados con los deportes). - Contusión cerebral (violencia intrafamiliar o social).

Localización del trastorno neurológico	son enfermedades del sistema nervioso central y periférico	-Frontal -Parietal -Temporal -Occipital
Trastornos asociados	Alteraciones en un objeto, proceso u organismo.	-Déficit cognitivo -Epilepsia -Trastornos psiquiátricos -Déficit auditivo -Defectos visuales -Alteraciones del lenguaje -Trastornos psicomotores -Osteoporosis secundaria -Déficits somatosensoriales -Alteraciones respiratorias y circulatorias.
Ángeles en la nieve	Evaluar el conocimiento del cuerpo y control corporal – Integración bilateral.	5 niveles 1: Los movimientos no están relacionados con la parte del cuerpo tocada. 2: Los movimientos homólogos se pueden realizar, pero los movimientos monolaterales son difíciles. 3: Se pueden realizar los movimientos monolaterales, homólogos e ipsilaterales, pero hay un excesivo movimiento (sobreactividad). 4: Realiza bien las tres primeras etapas y solo los movimientos contralaterales producen excesivo movimiento o pobre desempeño. 5: Realiza las cuatro etapas, aunque los miembros tocados no se mueven simultáneamente, movimientos segmentados. 6: Puede realizar todos los movimientos solicitados sin dificultad.

Motor-Free Perception (MVPT-4).	Visual Test	El MVPT-4 es una de las evaluaciones de percepción visual más utilizadas para recertificar a los conductores adultos después de una lesión en la cabeza o un derrame cerebral. Edades: 4 a 80 Tiempo de prueba: 20-25 minutos Administración: Individual	El puntaje bruto se convierte rápidamente en un puntaje estándar general y rango de percentil. -
AVIT Integración Visual	Auditiva	Evaluar la habilidad de integrar la información auditiva con la visual.	Percentil
Copiado de wold		Evaluar la habilidad para copiar, lo más exacto y rápido posible una oración escrita; para lo cual se requiere una buena integración visual y habilidades motoras gráficas.	Grado 1= 20-25 letras x 1min 2= 30 letras x 1min 3= 40 letras x 1min 4= 50 letras x 1min 5= 60 letras x 1min 6= 67 letras x 1min 7= 75 letras x 1min 8= 80 letras x 1min
Reflejo laberintico	tónico	Examinar cualquier perdida o alteración del equilibrio.	0= no hay respuesta 1= pequeña alteración del equilibrio como resultado de la posición o movimiento de la cabeza. 2=disturbios de equilibrio durante la prueba o alteración del tono muscular en la parte trasera de las rodillas. 3=casi perdida del equilibrio, alteración del tono muscular y/o desorientación. 4=perdida del equilibrio y/o alteración masiva del tono muscular al tratar de mantener el equilibrio. Esto

		acompañado de mareo o náusea.
3x3 salto alternado	Evaluar control corporal, conocimiento del cuerpo y planeación motora.	<p>Edad</p> <p>3= no es posible brincar en un pie.</p> <p>4= puede saltar en un pie, pero únicamente de una a tres veces.</p> <p>5=puede saltar en un pie y otro, pero debe hacer un alto para ir de un pie a otro.</p> <p>6=puede saltar de un lado a otro con una pausa.</p> <p>7=puede hacer uno o dos ciclos 3x3 alternados con una ligera pausa y puede ir de un lado a otro.</p> <p>8=puede realizar la prueba de saltar alternadamente por tres o más ciclos sin pausa.</p>
Desplazamiento de línea media.	La prueba VMSS (Visual Midline Shift syndrome) es también subjetiva y frecuentemente tiene respuestas variables, si el promedio de las respuestas sobre varios intentos los resultados en la mayoría de los casos proporciona al examinador la dirección del cambio en la línea media visual y puede combinarse con las pruebas de observación de postura y balance.	Desplazamiento de la línea horizontal y vertical.

3.2.2. Estrategia de análisis de las variables:

Se realizó un análisis descriptivo de las variables de interés debido a que por Contingencia COVID-19, no se pudo llegar a tener una muestra estadísticamente

significativa, lo que imposibilita la aplicación de pruebas estadísticas para visibilizar el impacto del estudio.

3.3. Análisis crítico del protocolo

3.3.1. Sesgo de selección:

La probabilidad del sesgo de selección es mínima debido a que los participantes vinculados al estudio presentaban con rigurosidad los criterios de selección y a su vez se realizó un enmascaramiento sencillo, donde los pacientes no obtuvieron contacto entre ellos y a su vez tenían conocimiento del esquema de tratamiento a realizar.

3.3.2. Sesgo de información:

Se controló mediante el doble registro, tanto físico como sistemático por parte de la investigadora, lo cual permitió minimizar el sesgo de digitalización de las variables a estudiar.

A su vez las valoraciones pre y post fueron realizadas por personal idóneo, los cuales estuvieron presentes durante todo el proceso investigativo.

3.4. Procedimiento:

Se realizó una valoración de Optometría donde no solo se obtuvieron en cuenta parámetros refractivos , si no también se realizó una exploración de las habilidades de la visión binocular y perceptual , evaluando habilidades como la coordinación interhemisférica (salto 3x3) , postura y centraje corporal (Desplazamiento de la línea), análisis visual (MVPT-4), integración visual auditiva (AVIT) ; para finalizar la exploración ocular se contó con una evaluación de Oftalmología con la intención de asegurar la integridad de las estructuras anatómicas del globo ocular ; una vez determinado el estado visual y ocular de los participantes, se aplicó la escala de independencia funcional previa y se realizó posterior al tratamiento visual haciendo uso de un dispositivo virtual (Nintendo wii) , para ello se hará uso del índice de Katz, con respuesta dicotómica (dependencia/independencia) a sus 6 funciones habituales como: bañarse, vestirse, uso del retrete, trasladarse, continencia de esfínteres y alimentación; donde se dará un punto por cada nivel de independencia. La puntuación final fue la suma de las puntuaciones; por lo tanto, el rango de la

escala oscilará entre 6 (totalmente válido) y 0 (totalmente invalido), adicionalmente se tomó la percepción de la función visual , resultados tomados también al finalizar la investigación ,con el objetivo de determinar la satisfacción del paciente con los resultados visuales brindados por el entrenamiento visual , para tal fin se utilizó la escala VisQoL-15 donde se consideran 4 categorías: totalmente satisfecho, algo satisfecho, insatisfecho, muy insatisfecho según la respuesta a la pregunta 20 del cuestionario VisQoL-15 y se dispondrán de la siguiente manera:

- ✚ Totalmente satisfecho = pacientes que no referían problemas
- ✚ Algo satisfecho = pacientes que referían pequeños problemas
- ✚ Insatisfecho = pacientes que referían grandes problemas
- ✚ Muy insatisfecho = problemas muy serios ⁽⁴³⁾.

El grupo intervenido recibió 20 sesiones entrenamiento virtual (EV) acompañado de terapia visual, (2 sesiones por semana) cada una con una duración de 40 minutos (20 terapia visual y 20 minutos de entrenamiento virtual). El registro de cada sesión de EV y visual se diligencio dentro de la historia clínica de cada persona donde también se evidenciará, los reportes de las valoraciones iniciales de optometría, oftalmología y los resultados de los dos cuestionarios aplicados.

A todos los participantes se le entrenaron las mismas funciones visuales: dirección visual, coordinación ojo-mano, movimientos sacádicos, direccionalidad, acomodación, vergencias, facilidad de vergencias, facilidad de acomodación, fusión y estereopsis donde cada una de las sesiones contarán con la vinculación de realidad virtual.

Al finalizar el entrenamiento visual – virtual se realizó nuevamente la evaluación optométrica.

Toda la información obtenida fue registrada en una base de datos de forma segura. Solo tendrá acceso a ella el personal autorizado del estudio; la información personal de identificación no fue registrada en la base de datos; su nombre no aparecerá, en su lugar se asignó un código para que la información se registre y los datos se

guarden de forma confidencial. Con base en esta información se harán los análisis de las variables posteriormente.

Tabla 6. Plan de tratamiento de terapia visual y realidad virtual

SESIÓN/ SEMANA	FUNCIÓN	ENTRENAMIENT O CONSULTORIO	ENTRENAMIENT O CASERO
1-2	<p>RESPIRACIÓN RELAJACIÓN- EQUILIBRIO DV</p> <p>Ley céfalo caudal: Busca el reconocimiento del esquema corporal desde el conocimiento de estímulos interoceptivos, propioceptivos, exteroceptivas, creando una relación del medio interno con el externo.</p> <p>Función: Respiración + aromaterapia: Implicación psíquica – motora, aumentando la conciencia segmentada (recorrido del aire inspirado, consciencia geocéntrica, propioceptiva) aumentando el equilibrio personal y aumentando la disponibilidad de mental para la</p>	<p>Ejercicio de respiración 10 minutos</p> <p>Post imagen de Bielchowsky (PIB)+ tiras de números + bases inestables 20 minutos por cada ojo</p> <p>10 minutos de descanso</p> <p>20 minutos de terapia con Nintendo Wii Fit.</p>	<p>RESPIRACIÓN Puntero + pitillo Relleno de O</p>

	<p>potencialización y organización de las habilidades de visión binocular</p> <p>Dirección visual: (post imagen de bielshowsky) rehabilitación desde el área de la visión espacial, dentro de las habilidades de direccionalidad, buscando reconocer su ubicación geocéntrica, evidenciando un efecto dentro del control oculomotor.</p> <p>Integración de los sistemas visuales, vestibulares y somatosensoriales Nintendo wii fit (mejorar el equilibrio y control corporal)</p>		
<p>3-4</p>	<p>ley céfalo caudal y proximal distal: Busca el reconocimiento del esquema corporal desde el conocimiento del medio interno con el externo, como a su vez acciones que requieren ser ejecutadas por los miembros distales.</p> <p><u>Función:</u> Dirección visual,</p>	<p>Balanceo monocular, rock card test , sheard Tiras de números + Flipper, pelota de marsden, twister 30 minutos 10 minutos de descanso 20 minutos de terapia con Nintendo Wii Fit.</p>	<p>Rebotar pelotas Cartas de hart nivel 1 Donders, apareamiento de columnas</p>

	flexibilidad de acomodación, amplitud de acc y movimientos sacádicos:		
5-6	<p>Función: conciencia periférica y movimientos sacádicos articulación de las tres áreas de la percepción el área visión espacial se trabajó mediante las habilidades lateralidad, direccionalidad, integración bilateral(flechas+ bases inestables , punta talón, círculos de colores aplicación de computador, pelota de marsden), Área de análisis visual: percepción de la forma, atención visual, memoria visual , visualización y velocidad del procesamiento(puppy chart) y área de integración con otros sentidos : Nintendo wii fit</p>	<p>Sacádicos Tiras de números + Flipper, pelota de marsden + Flipper – Tiras de números + punta talón + música, atrapa la pelota. (20 minutos) juego de computador http://eyecanlearn.com/tracking/saccades/ 5 minutos visión periférica http://eyecanlearn.com/tracking/peripheral/ - puppy chart http://eyecanlearn.com/tracking/peripheral/puppy-peripheral-chart/ 5 minutos Flechas manos-pies + música http://eyecanlearn.com/perception/spatial/arrows/ - 10 minutos de descanso 20 minutos de terapia con Nintendo Wii Fit.</p>	<p>Conciencia periférica: Puppy chart. Flechas manos-pies. http://eyecanlearn.com/perception/spatial/arrows/</p>
7-8	<p>Función: visual motora potencializando la</p>	<p>Flechas manos rojas con filtro rojo</p>	<p>Cordón de Brock.</p>

	<p>coordinación visual, equilibrio-lateralidad y direccionalidad y equilibrio, potencializando las habilidades bioculares – con refuerzo monoculares</p>	<p>Cartas de hart rojo verde Tiras de números rojas + filtro rojo + Flipper Movimientos Sacádicos biocular- 20 minutos 10 minutos de descanso 20 minutos de Nintendo Wii Fit</p>	
9- 14	<p>potencializando la coordinación visual, equilibrio de lateralidad y direccionalidad y equilibrio del tono muscular, potencializando las habilidades binoculares. Función: Facilidad de acomodación, reservas fusionales +/-</p>	<p>Flipper de lentes +/- Tiras de números + Flipper + metrónomo binocular + bases inestables Reservas fusiones con prismas sueltos + barra de prismas + OR VL-VP. 30 minutos 10 minutos de descanso 20 minutos de Nintendo Wii Fit</p>	<p>Cordón de Brock Estereogramas 1 y 2 1. Percepción simultánea. 2. Fusión</p>
15-17	<p>Potencializando las habilidades binoculares. Función: Facilidad de vergencias Reservas fusionales +/-</p>	<p>Flipper prismático Prismas sueltos + step toe. Prismas sueltos + estereogramas 30 minutos 10 minutos de descanso 20 minutos de Nintendo Wii Fit</p>	<p>Cordón de brock para divergencia y convergencia Estereogramas 2 y 3 Estereogramas de espacio abierto (EEA). Lectura y escucha de cuentos infantiles, con cuestionario de</p>

			comprensión lectora.
18-20	Potencializando las habilidades binoculares. Función: Facilidad de vergencias Reservas fusiónales +/-	Flipper prismático + cartas de Hart. Prismas sueltos + pelota de Marsden. RF+ estereopsis en computador (R-V) Nintendo Wii Fit.	EEA/Separador de Remy modificado. Lectura y escucha de cuentos infantiles, con cuestionario de comprensión lectora.

RESULTADOS

Con respecto a los resultados obtenidos de las evaluaciones de los pacientes con antecedente de TCE del centro oftalmológico COPAS de la ciudad de Bucaramanga, hasta el 13 de marzo 2020, se realizaron 10 evaluaciones visuales y perceptuales, donde se excluyó 1 participante porque no cumplía con los criterios clínicos de inclusión como se muestra la figura 4.

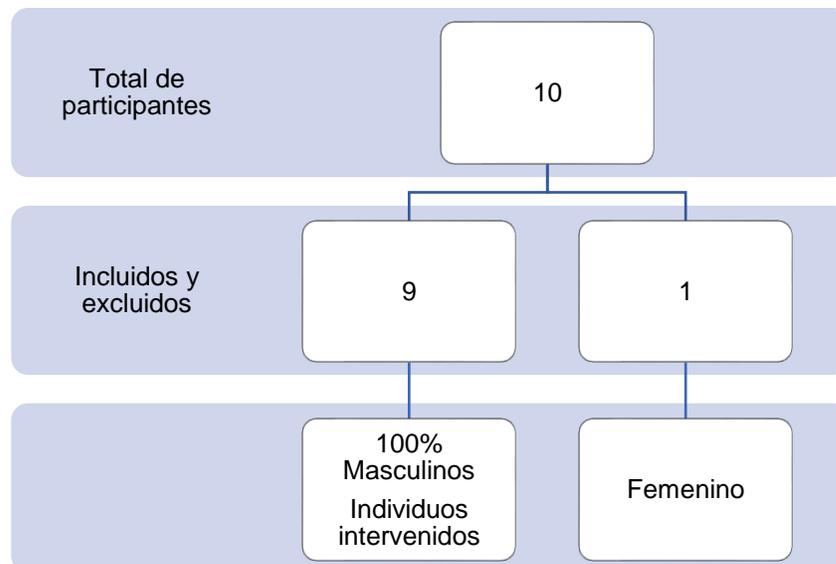


Figura 4. Participantes vinculados al proyecto de vinculación

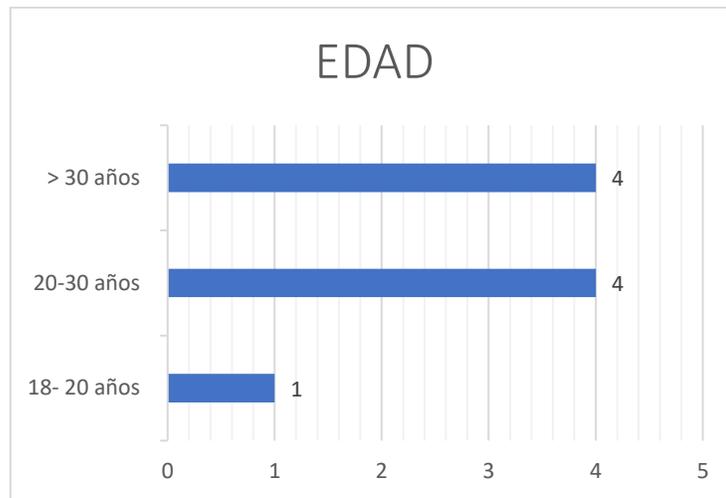


Figura 5. Frecuencia Absoluta de la edad de los participantes.

En la figura 5, la edad mínima de los participantes se encuentra en los 18 años y la máxima de 48 años, para una media de 30 años, con una desviación estándar de 10 años.

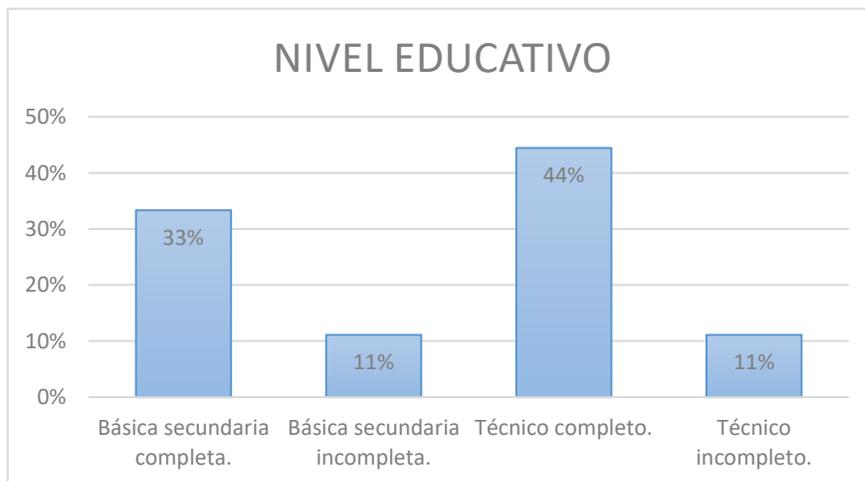


Figura 6. Frecuencia porcentual para la variable nivel educativo.

En la figura 6, el 44 % de la muestra de interés se encuentra en un nivel educativo técnico completo, haciendo referencia a 4 participantes, donde para el grupo de educación de básica secundaria incompleta se encuentra 1 participante.

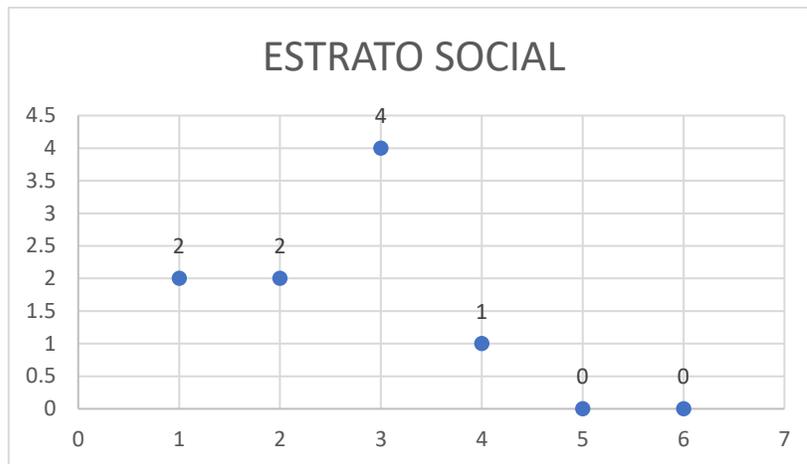


Figura 7. Representación del estrato sociodemográfico de los participantes.

La figura 7, el 44% de los participantes pertenecen al estrato social 3, donde para el estrato 4 solo se encuentra un 11 %.

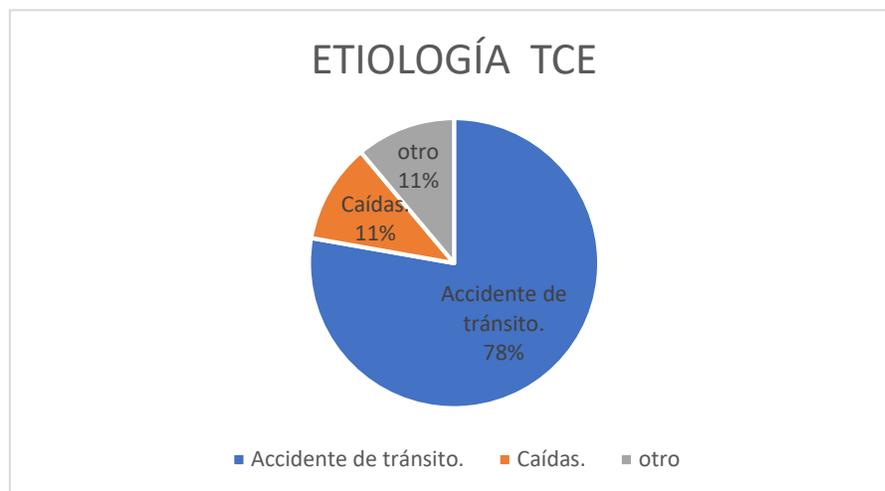


Figura 8. Frecuencia porcentual de la etiología de TCE.

La figura 8, de los 9 participantes vinculados al estudio, 7 adquirieron TCE por un accidente de tránsito.

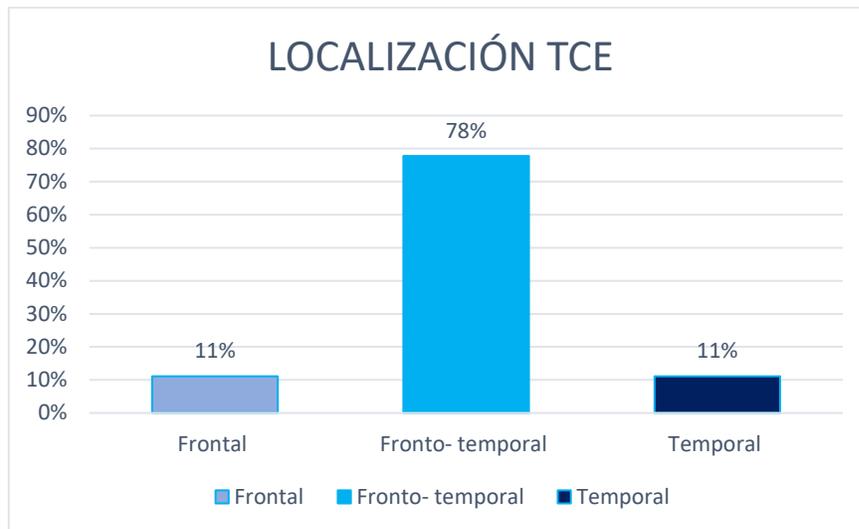


Figura 9. Frecuencia porcentual de la localización del TCE.

En la figura 9, de la totalidad de los participantes vinculados a la investigación, 7 de ellos reportaron afectación fronto-temporal izquierdo y solo un participante para afectaciones a nivel frontal o temporal.



Figura 10. Frecuencia absoluta de los trastornos afectados.

En la figura 10, del 100% de la población en estudio, el 67% presentaron déficit cognitivo, trastornos psiquiátricos, déficit auditivo, defectos visuales, alteraciones del lenguaje, trastornos psicomotores, déficits somatosensoriales, alteraciones respiratorias y circulatorias excepto episodios epilépticos y osteoporosis secundarias, reportadas en el historial clínico.

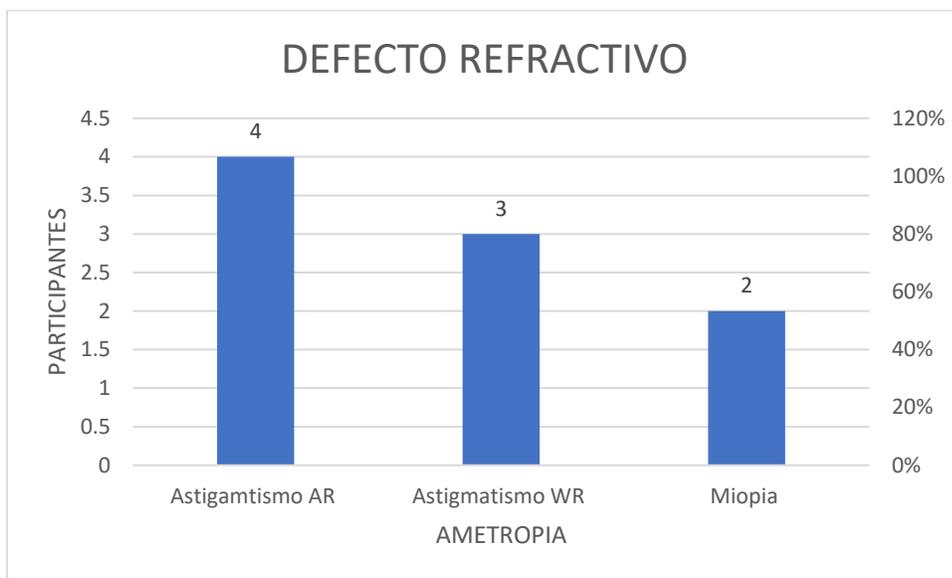


Figura 11. Frecuencias del defecto refractivo pre- tratamiento.

En la figura 11 se muestra que el defecto refractivo más representativo en la población estudiada es el astigmatismo contra la regla con 4 participantes, mostrando un comportamiento tensional producto de las alteraciones binoculares.

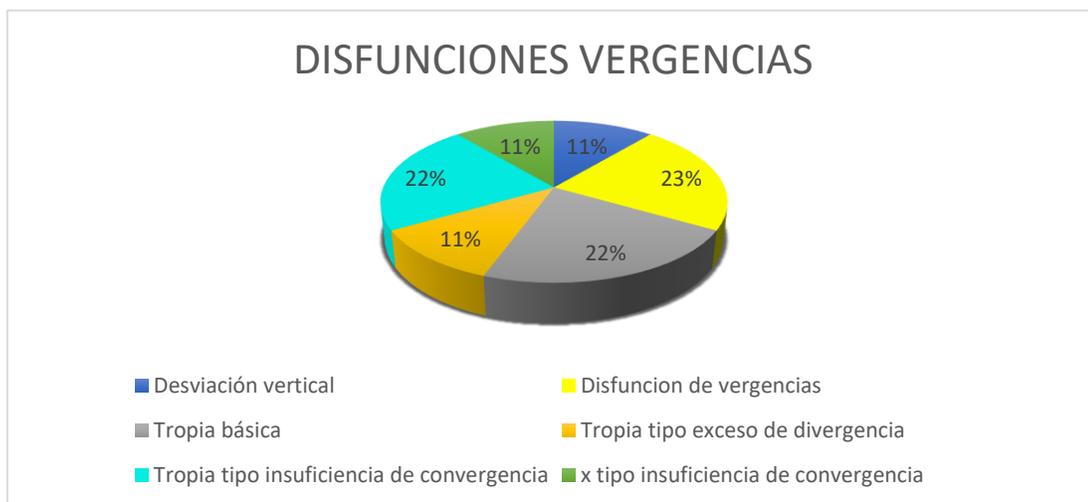


Figura 12. Frecuencia porcentual de disfunción de vergencias.

La figura 12, la insuficiencia de convergencia, la exotropia básica y la disfunción de vergencias son las alteraciones más frecuentes en la población con los participantes en cada uno de estos grupos.

Tabla 7. Movimientos oculomotores pretratamiento.

	CATEGORÍAS			
Movimientos oculomotores	1	2	3	4
Movimientos sacádicos		3	1	5
Movimientos seguimiento	1	2	2	4
Movimientos fijación	1	1	3	4

Se observa que el 55% de los participantes intervenidos muestran alteración en los movimientos oculomotores.

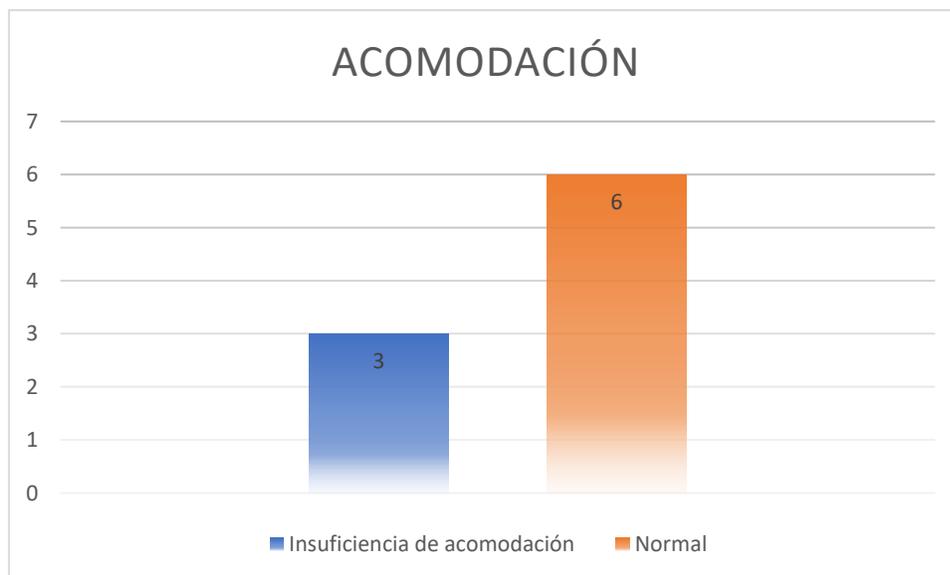


Figura 13. Frecuencia absoluta para la variable de acomodación.

En la figura 13, del 100% de la población en estudio, el 33% presentaron insuficiencia de acomodación.

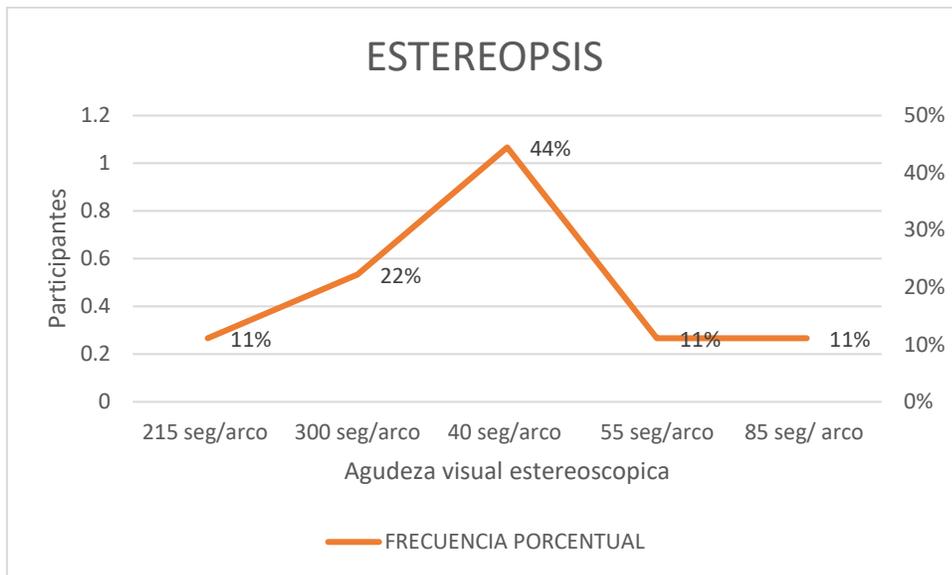


Figura 14. Frecuencia porcentual de la estereopsis.

En la figura 14, Se muestra el comportamiento del estado sensorial del paciente donde 4 de los participantes intervenidos muestran una estereopsis dentro de los parámetros de normalidad, donde 5 participantes cursan con estéreo-agudezas alteradas.

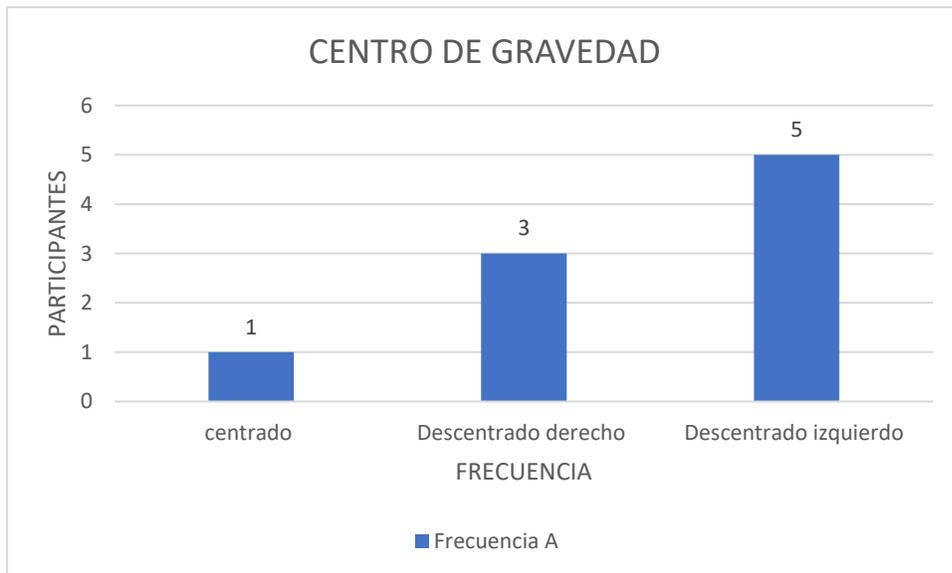


Figura 15. Resultados iniciales centro de gravedad

En la figura 15, se evidencia que el 55% de los participantes presentan mayor inclinación hacia el lado izquierdo resultados obtenidos con el balance board del Nintendo Wii fit plus.

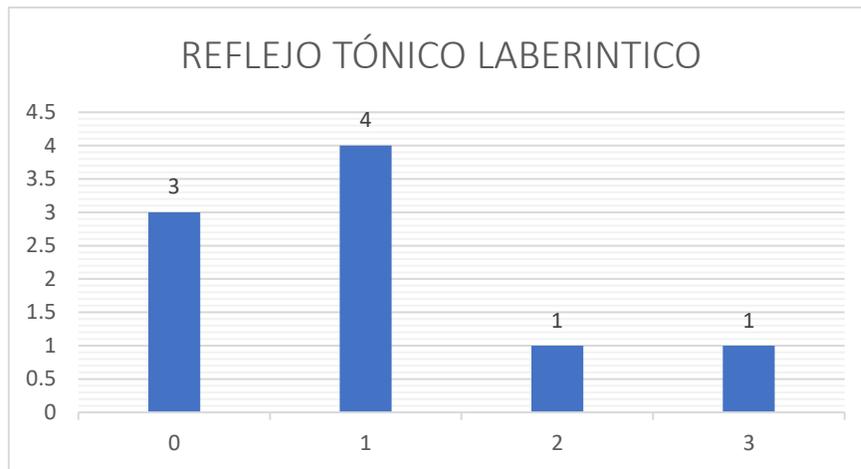


Figura 16. Frecuencia absoluta para la variable del reflejo tónico laberintico.

La figura 16, del 100% de los participantes evaluados, el 44%, reportaron una pequeña alteración del equilibrio como resultado de la posición o movimiento de cabeza, en la prueba de evaluación de reflejos primitivos tónico laberintico.



Figura 17. Frecuencia porcentual para evaluar el área relación espacial (Integración bilateral).

La figura 17, de los 9 participantes del estudio, 6 de ellos mostraron una ligera dificultad, realizando movimientos segmentados.

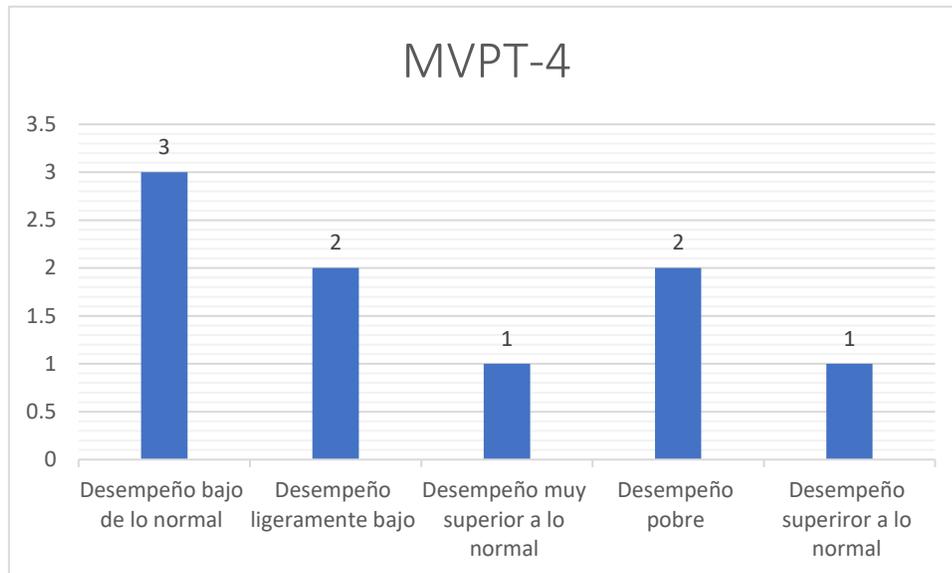


Figura 18. Frecuencia absoluta para el desempeño del área de análisis visual (MVPT-4).

En la figura 18, del 100% de los participantes evaluados el 33% reportaron un desempeño bajo de lo normal y un 22% para un desempeño ligeramente bajo.

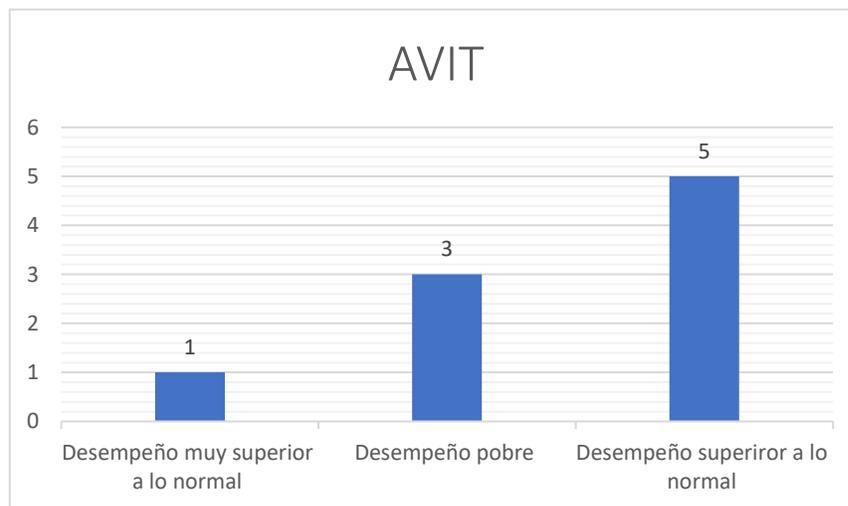


Figura 19. Frecuencia absoluta para la evaluación del área de integración (Integración visual-auditiva).

En la figura 19, del 100% de la muestra de interés, el 56% reportaron un desempeño superior a lo normal, donde el 33% un desempeño pobre.

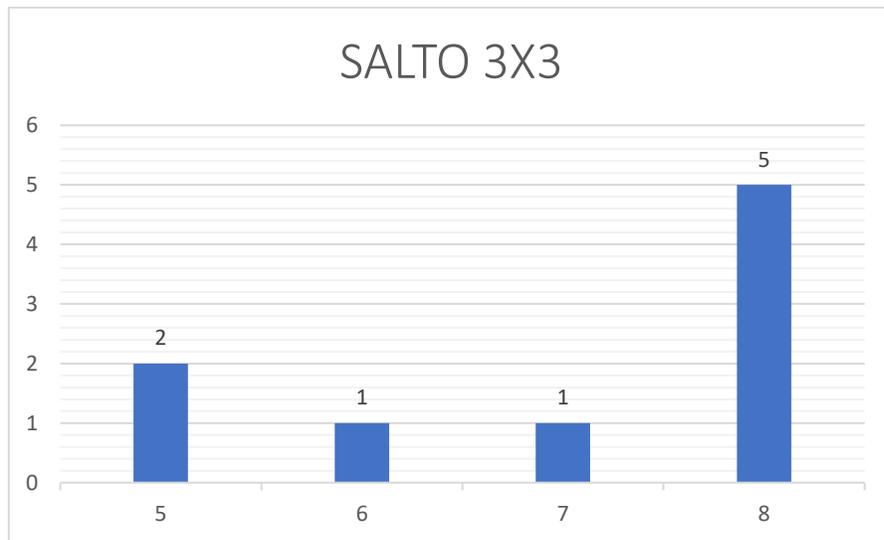


Figura 20. Frecuencia absoluta para la evaluación del área de integración (Motricidad gruesa).

La figura 20, el 56% de la muestra valorada, desempeño adecuado.

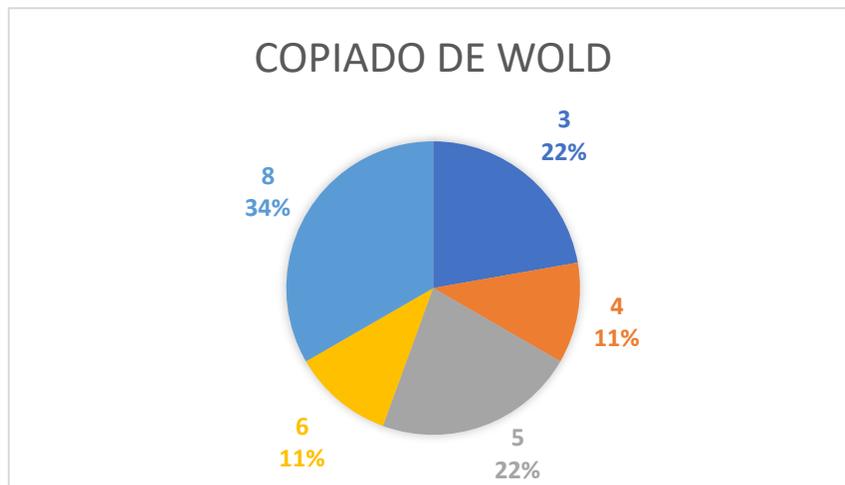


Figura 21. Frecuencia porcentual para la evaluación del área de integración (Visual-motora).

La figura 21, de los 9 participantes valorados 3 reportaron el desempeño adecuado según la clasificación por grados de esta prueba, correspondiendo al grado 8.

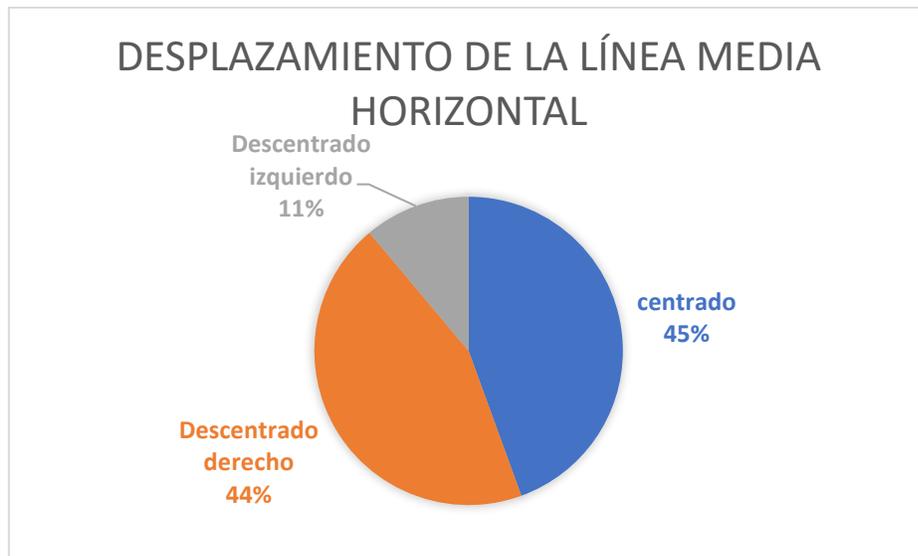


Figura 22. Frecuencia porcentual de la evaluación de la línea media horizontal

La figura 22, el 44% de la muestra evaluada, representada por 4 individuos de la población de interés mostraron desplazamiento de la línea media hacia el lado derecho respondiendo a un estado visual compensado, siendo menos frecuente el descentramiento izquierdo con un solo participante afectado.

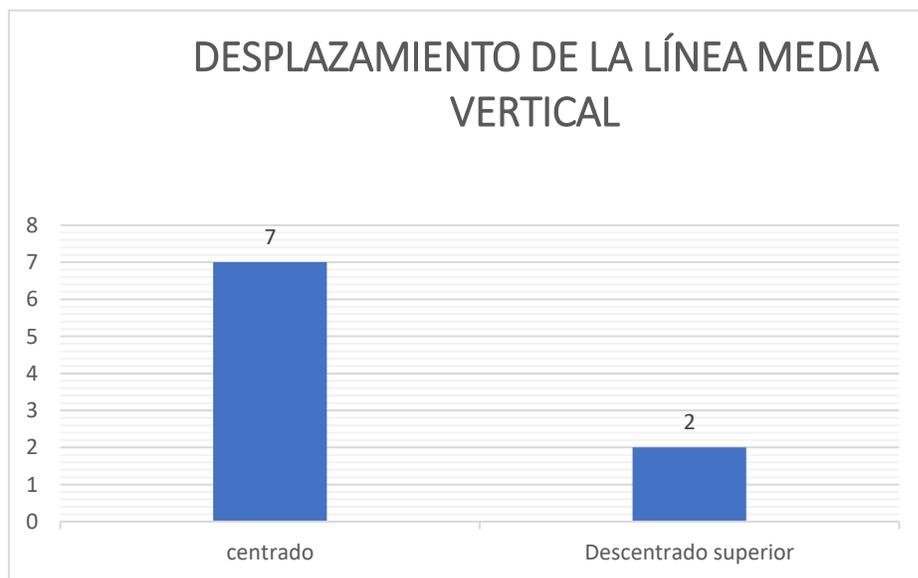


Figura 23. Frecuencia absoluta de la evaluación de la línea media vertical

La figura 23, del 100% de la población valorada de interés, el 22 % reportaron alteración en la postura de la línea media a nivel vertical.

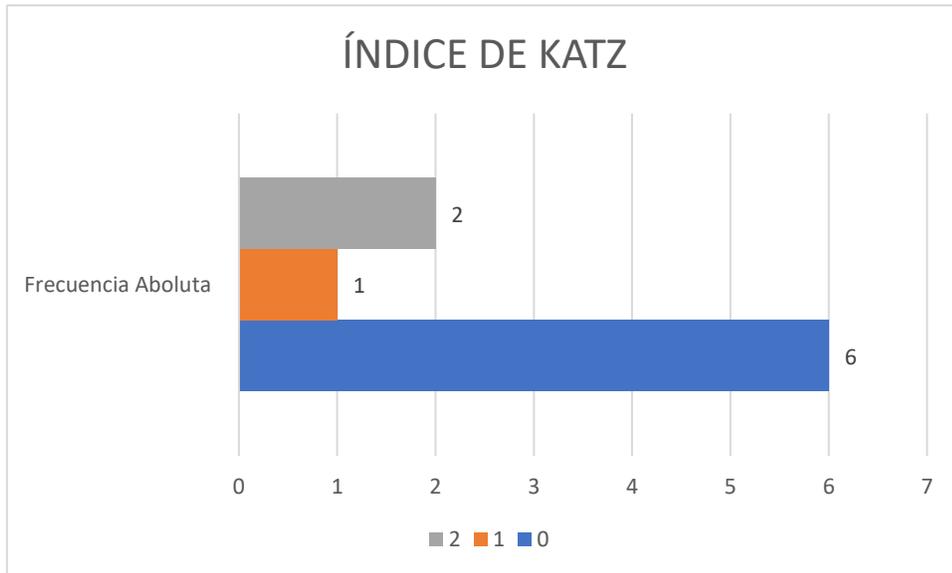


Figura 24. Frecuencia absoluta índice de Katz.

En la figura 24, el 78% de la población de interés no presentan ninguna incapacidad dado que se encuentran en índices desde 0 – 1.

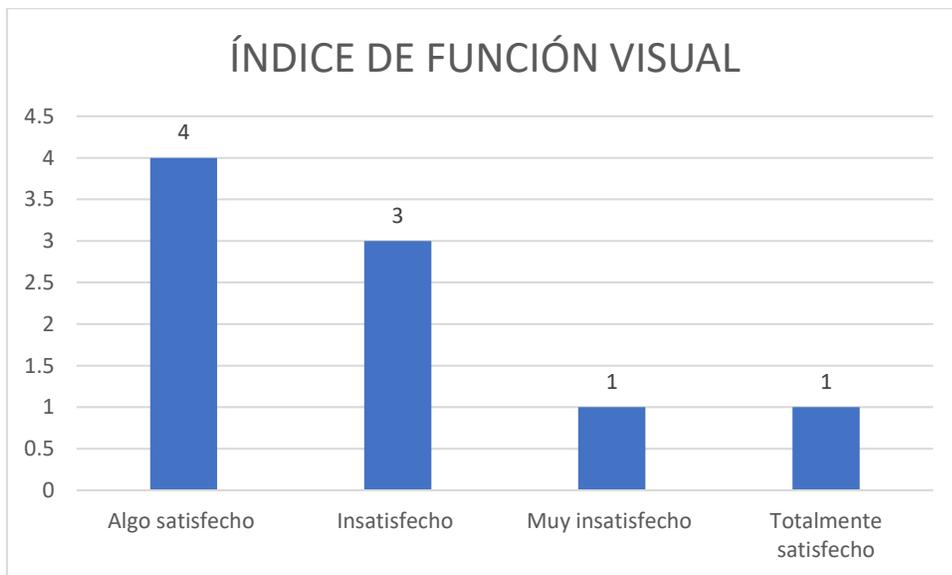


Figura 25. Frecuencia absoluta para la variable función visual

La figura 25, el 89% de las participantes refieren insatisfacción de alguna medida con respecto a su funcionalidad visual.

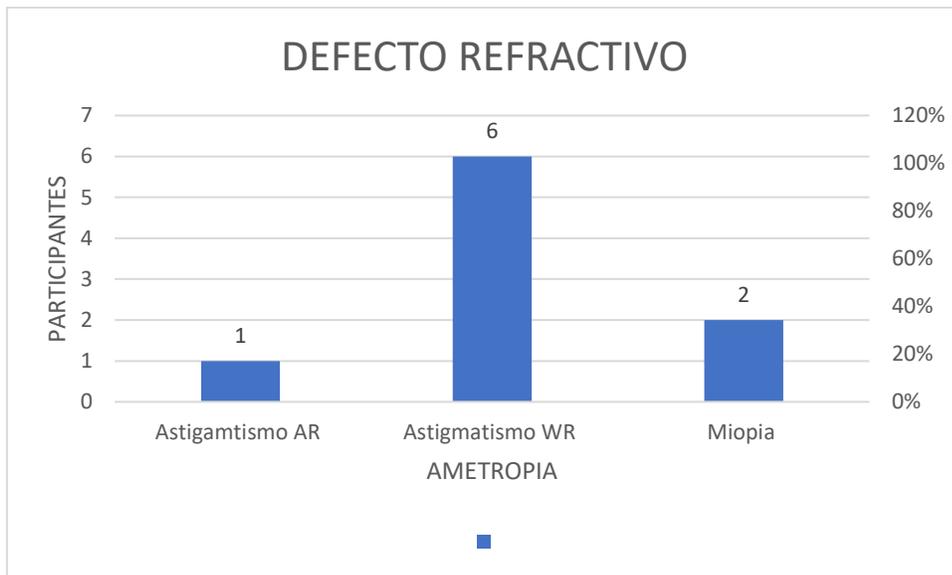


Figura 26. Frecuencias de defecto refractivo postratamiento

En la figura 26, se muestra que el defecto refractivo más representativo es el astigmatismo, pero de tipo con la regla, donde se puede observar que una estabilidad en las funciones acomodativas puede repercutir en el estado óptico del sistema visual.

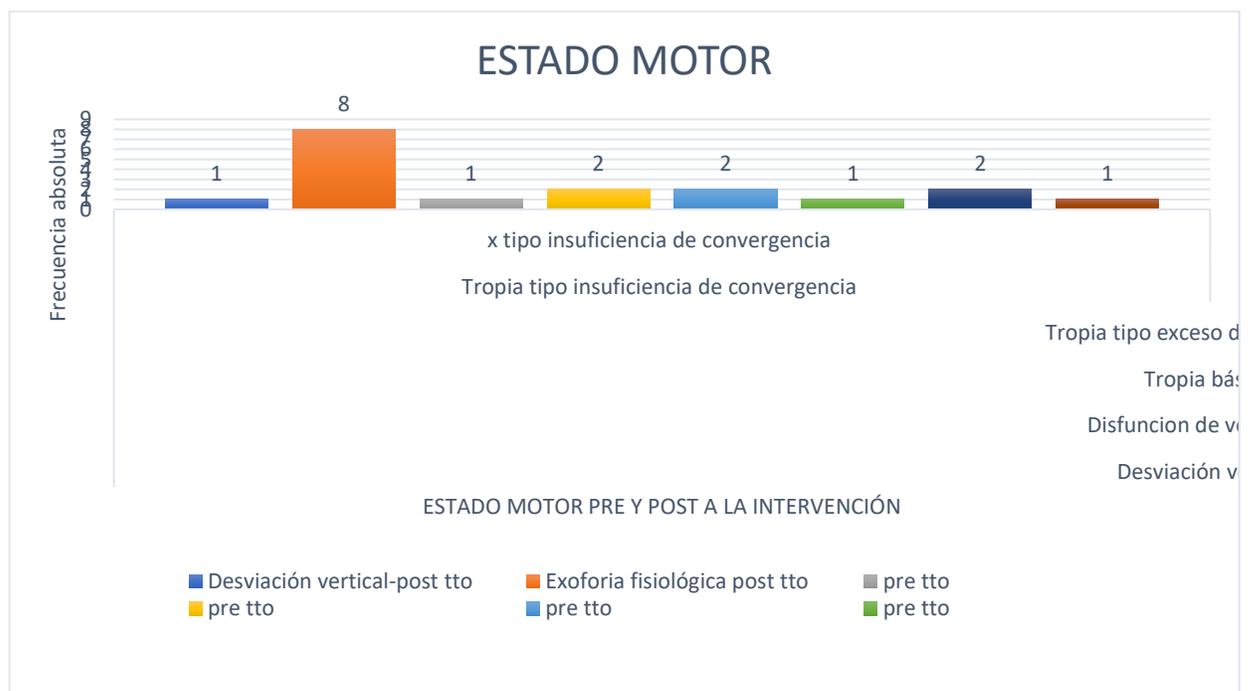


Figura 27. Frecuencias del estado motor final de los participantes.

La figura 37, el 89% de la población intervenida logró un estado motor dentro de los parámetros de normalidad donde se evidencio una exoforia de 4 dioptrías prismáticas en visión próxima, orthoforia en visión lejana, PPC en 6 cm y RFP Y FRN, dentro de parámetros de normalidad, teniendo estos resultados un impacto no solamente en el estado sensorial de los pacientes, si no a su vez en el desempeño de las actividades de la vida diaria, viéndose reflejada el índice de satisfacción visual.

Tabla 8. Valoración final de los movimientos oculomotores

	CATEGORÍAS			
	1	2	3	4
Movimientos oculomotores				
Movimientos sacádicos		1		8
Movimientos seguimiento		1		8
Movimientos fijación		1		8

La tabla 7, se muestra los resultados finales de la valoración oculomotora realizada con SCCO donde su muestra que el 89% de población logro valores de normalidad y el 11% , representando a un participante la población en estudio no logro los valores esperados , pero se observa que aumento el rendimiento en los movimientos de seguimiento de 1 a 2 .

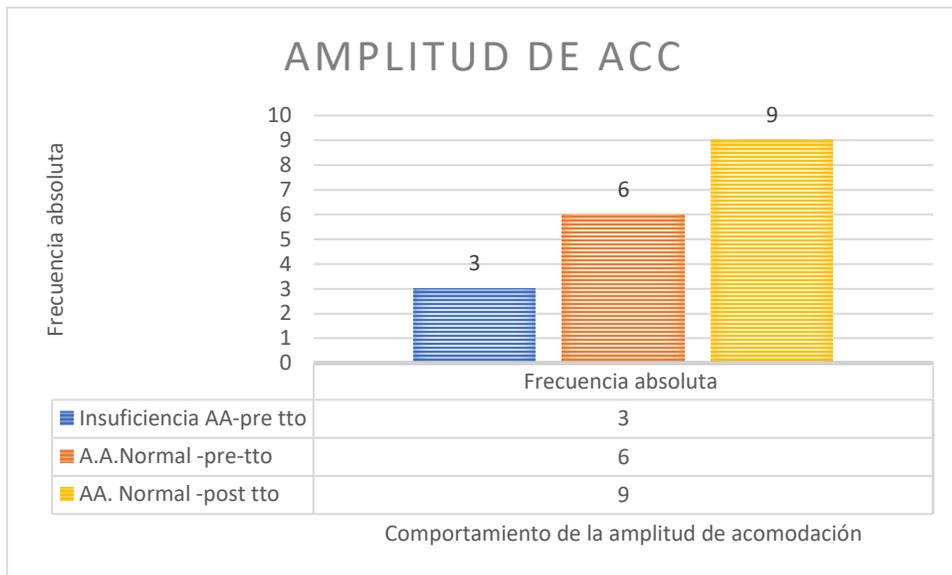


Figura 28. Frecuencia porcentual amplitud de acomodación post- tratamiento

En la figura 28, muestra que el 100% de la población logró una respuesta acomodativa monocular dentro de los parámetros de normalidad, mostrando un comportamiento positivo vs a los valores encontrados previos a la intervención del tratamiento activo.

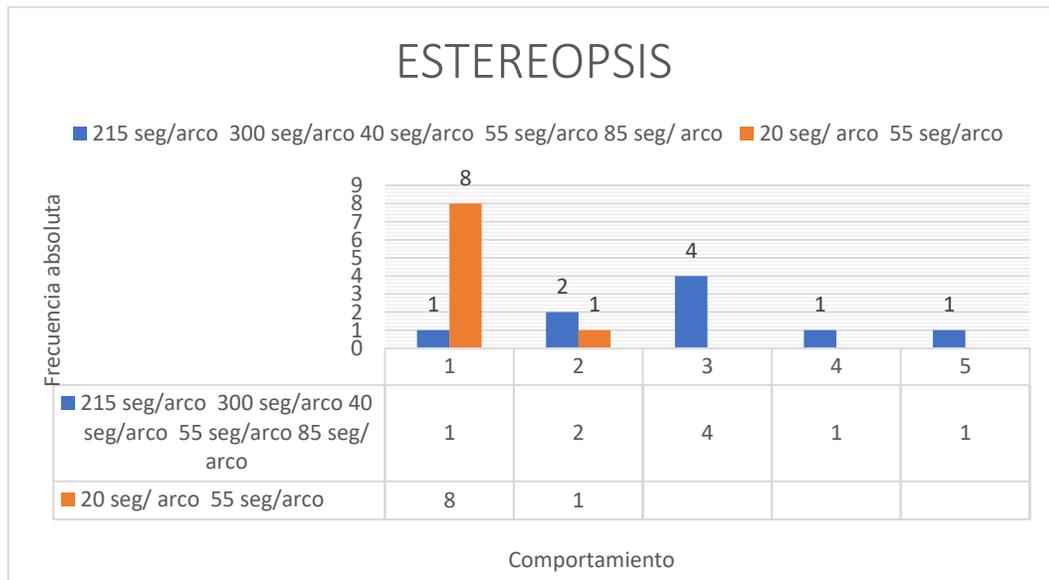


Figura 29. Frecuencia de estereopsis

En la figura 29, se muestra que 8 de los participantes intervenidos lograron un estado sensorial dentro de los parámetros de normalidad, un solo individuo mostró valores ligeramente por debajo reportando 55 seg/arco, debido a que aún presentaba una desviación vertical, donde a su vez se puede evidenciar una mejor respuesta del estado sensorial de los participantes.

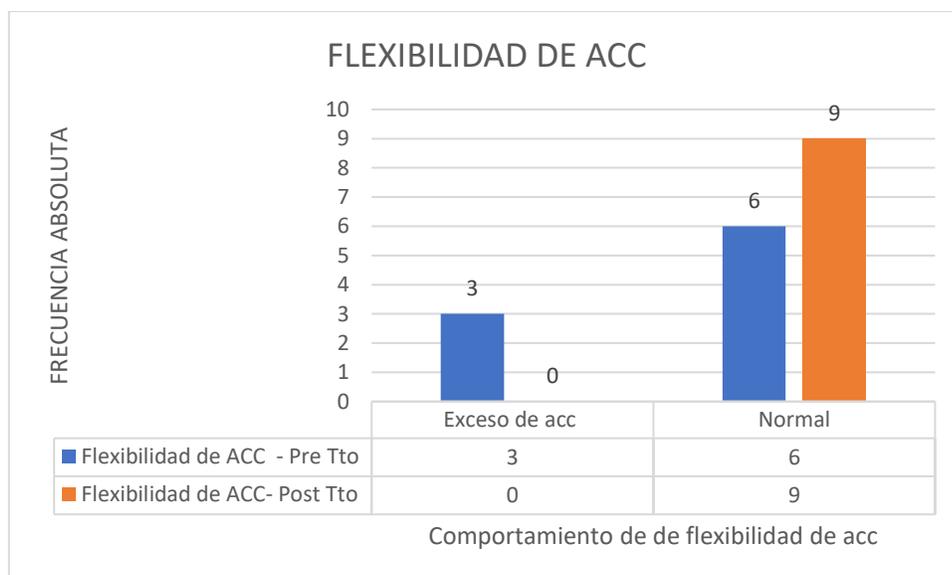


Figura 30. Frecuencia porcentual de flexibilidad binocular post- tratamiento.

La figura 30, muestra que para la habilidad de flexibilidad de acc binocular, 7 participantes lograron realizar 9 cpm, 1 participante logró 10 cpm y 1 participante no se le pudo realizar debido a que aún cursaba con desviación vertical de tipo tropia.

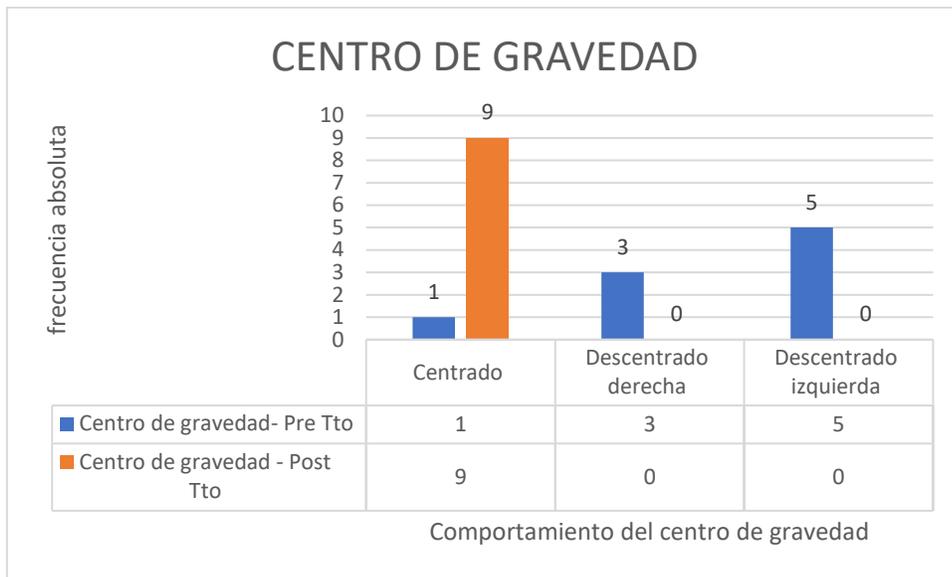


Figura 31. Frecuencia porcentual final del centro de gravedad, tomada con Nintendo Wii-Fit Plus.

En la figura 31, muestra que el 100% de los participantes lograron mantener centrado su centro de gravedad, resultado tomado con el equipo Nintendo wii fit balance, aun el participante que cursaba con desviación vertical y desplazamiento en la línea en ese componente.

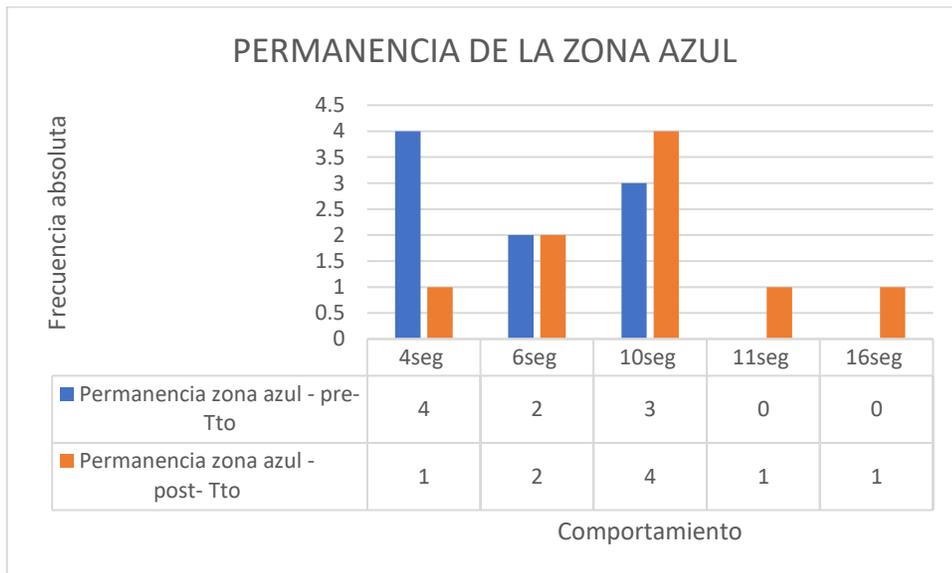


Figura 32. Frecuencia porcentual de permanencia en la Zona azul post – tratamiento.

En la figura 32, se evidencia una respuesta positiva en la capacidad de permanencia en la zona azul de la plataforma del Nintendo wii fit plus, donde logran mantener

durante 8 a 16 segundos, logrando duplicar su resistencia versus los resultados de las pruebas iniciales, viéndose un comportamiento directamente proporcional a las variables referentes al posicionamiento y centraje de la línea media tanto con la prueba convencional como las obtenidas con el Nintendo wii.

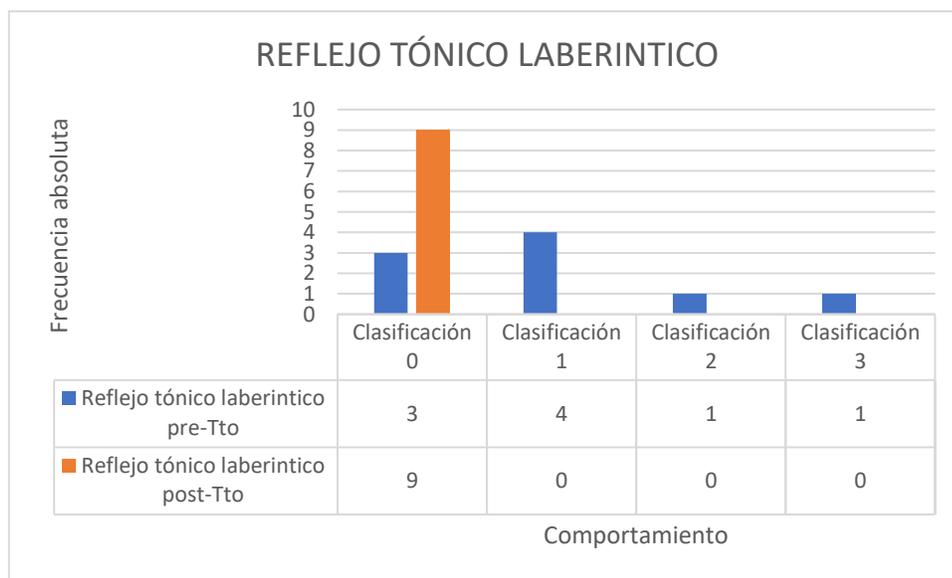


Figura 33. Frecuencia de los resultados finales del reflejo tónico laberintico

En la figura 33, se evidencia una respuesta positiva en el reflejo tónico laberintico, donde los 9 participantes intervenidos muestran un excelente desempeño, donde se observa una evolución satisfactoria con la intervención del tratamiento.

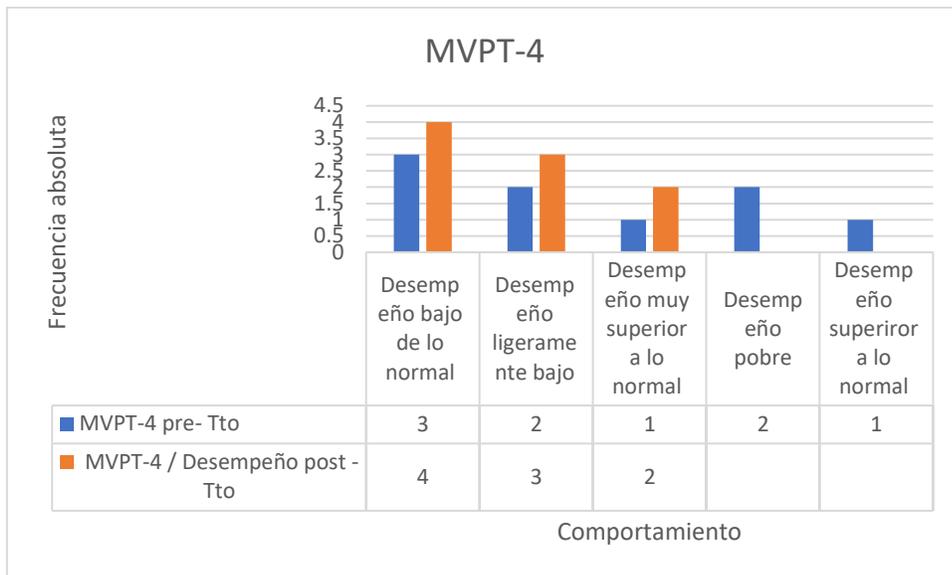


Figura 34. Frecuencia de los resultados post- tratamiento MVPT-4

En la figura 34, muestra que el 100% de la muestra intervenida, presenta un comportamiento superior a los valores de normalidad para el área de análisis visual, donde de evidencia un impacto positivo en la totalidad de la muestra con referente a esta variable.

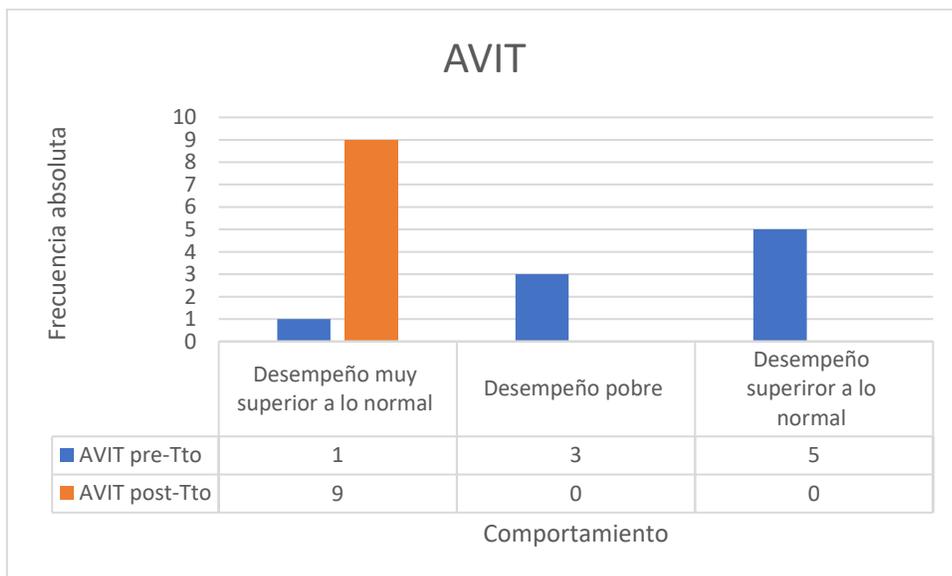


Figura 35. Frecuencia de los resultados post- tratamiento AVIT

La figura 35, muestra que los 9 participantes intervenidos lograron un desempeño muy superior a lo normal en la prueba AVIT, donde en la prueba inicial para esta variable el 33% de los participantes mostraron un desempeño pobre.

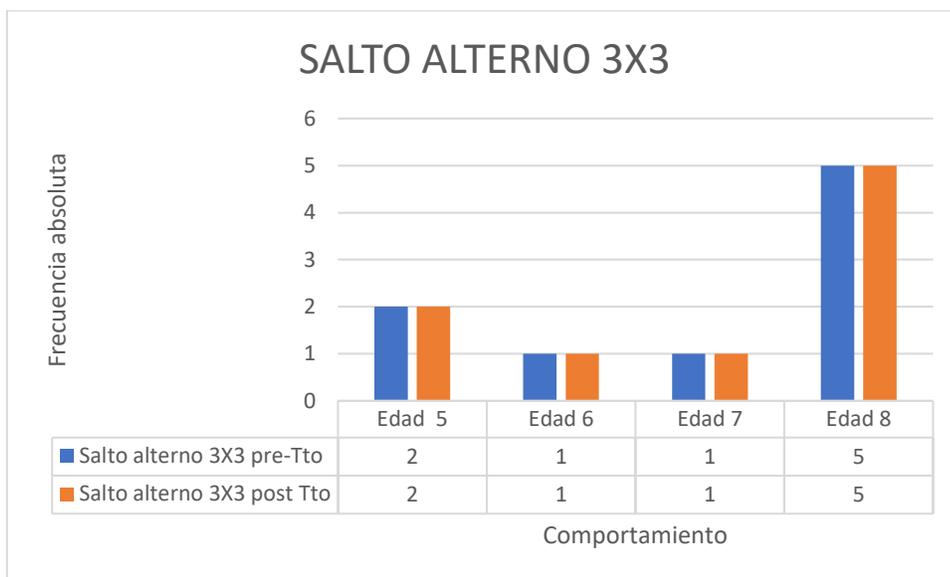


Figura 36. Frecuencia de los resultados post- tratamiento 3 x3 salto alterno

En la figura 36, muestra que los participantes en la habilidad de integración evaluada con 3 x 3 salto alterno se conserva el mismo comportamiento vs los resultados iniciales.

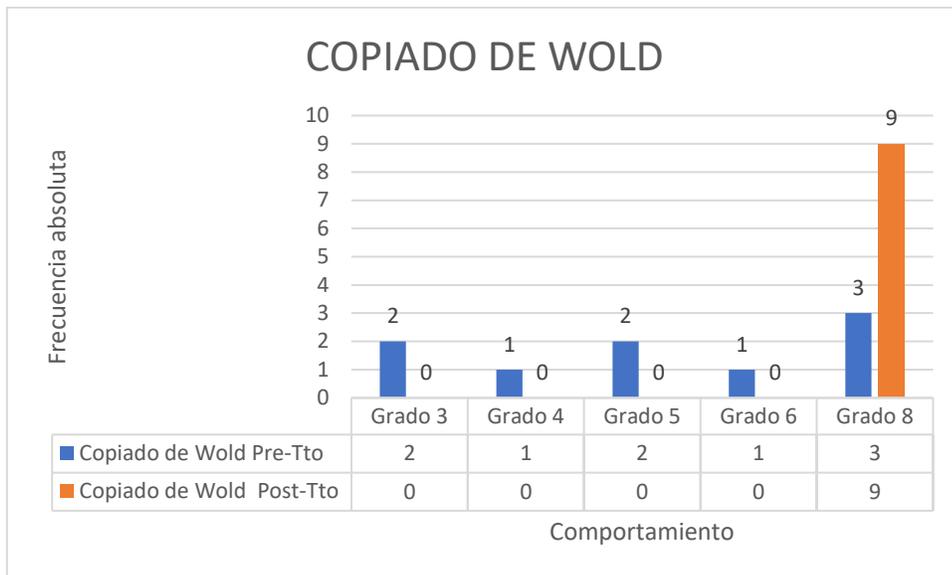


Figura 37. Frecuencia de los resultados post- tratamiento copiado de Wold.

En la figura 37, muestra que el 100% de los participantes del estudio lograron el grado más alto del copiado del Wold, donde para la prueba inicial el 67% reportaron grados inferiores.



Figura 38. Desplazamiento de la línea media horizontal.

En la figura 38, se muestra que el 100% de la población en estudio en los datos post- tratamiento, la conducta de la línea media es centrada, donde para un 55% de la población intervenida mejoraron positivamente, evidenciándose un

comportamiento similar y comparable con los resultados obtenidos en el centro de gravedad.

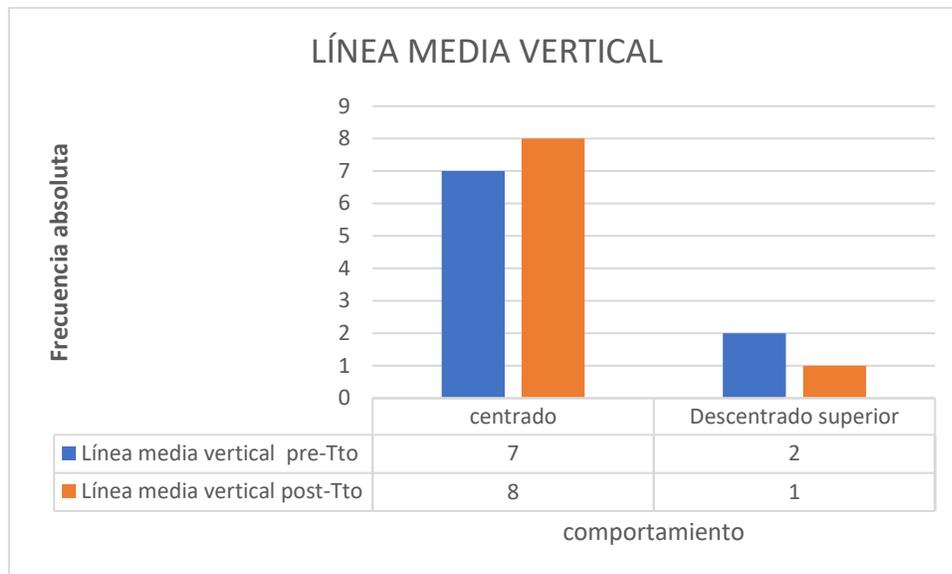


Figura 39. Desplazamiento de la línea media vertical.

En la figura 39, se muestra que el 89% de la población intervenida mantiene un comportamiento centrado en el componente vertical, excepto en un participante, teniendo una relación con el tipo de desviación que aún sigue presentado posterior al tratamiento.

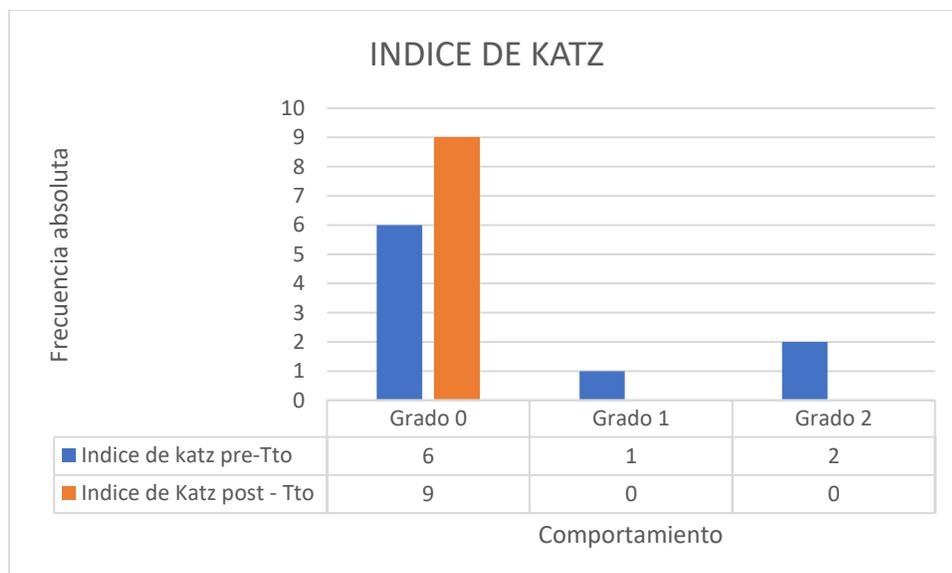


Figura 40. Frecuencia porcentual para la variable de índice de Katz.

En la figura 40, muestra que el 100% de los participantes intervenidos para esta variable manifiestan ausencia de incapacidad, teniendo una relación causal en el desempeño positivo en sus actividades de la vida diaria como leer textos, cocinar, caminar, correr, conducir y el uso de video terminales, observándose un mejor desempeño en esta variable con referencia a los datos obtenidos en la prueba inicial.

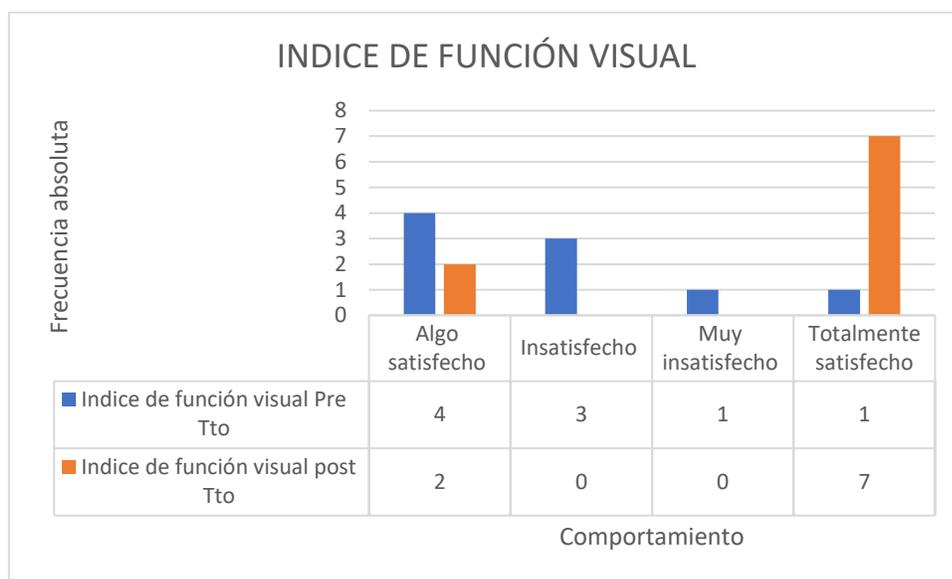


Figura 41. Frecuencia porcentual para la variable de índice de función visual

La figura 41, se muestra una respuesta satisfactoria en el 100% de la población intervenida con relación a su función visual, observándose un impacto positivo referente a los datos obtenidos en la prueba inicial, donde el 33% de los participantes referían insatisfacción con su funcionamiento visual.

DISCUSIÓN

- La terapia visual convencional reforzada con la realidad virtual ha permitido evidenciar una favorable y dinámica rehabilitación de las alteraciones neurosensoriales y neuromusculares en pacientes con TCE , no solo por la inversión de las habilidades visuales y perceptuales , si no a su vez permite plantear esquemas de tratamientos llamativos y entretenidos que hace que los participantes intervenidos muestren más interés sobre el proceso , viéndose un impacto en la precisión , amplitud , facilidad , flexibilidad y capacidad de cada una de las habilidades binoculares , mejorando los movimientos oculomotores , funciones acomodativas, motoras y sensoriales, observando una coincidencia con los datos reportados por el autor Mitchell Scheiman , en su libro *Understanding and Managing, Vision déficits, a guide for occupational therapists* , donde advierte que los pacientes con daño cerebral presentan una alta prevalencia de alteraciones binoculares , donde en la población intervenida se muestra disfunciones binoculares en el 100% de la población , acompaña de alteraciones acomodativas donde en la literatura muestra una incidencia del 10% , y en la población de interés en un 33% , el daño en los movimientos oculomotores el autor describe una incidencia de 40% y en la muestra estudiada 55% ,teniendo esta un impacto en la eficiencia visual relacionada a las actividades en visión próxima.

A su vez la tecnología permite articular funciones del procesamiento visual como lo muestra una investigación de revisión realizada por Fortenbacher, D. L y colaboradores en el 2018 ⁽⁴⁹⁾., viéndose un impacto positivo en habilidades perceptuales principalmente en análisis visual como la discriminación visual , memoria visual , secuencial , relación espacial y figura fondo, en los participantes intervenidos siendo estas evaluadas con el MVPT-4 , donde la suma de estas habilidades con las binoculares , generan un impacto en la coordinación ojo mano , equilibrio, control motor grueso y fino, siendo estas habilidades identificadas en un mejor control en el centro

de gravedad por medio balance board del Nintendo Wii Fit , en el desempeño del test salto 3x3 y en el desplazamiento de la línea media.

Se comparte las conclusiones planteadas por Alashram et al 2019 ⁽⁵⁰⁾, donde plantea que entrenamiento con realidad virtual mejora la recuperación exitosa y mejora el desempeño de las actividades de la vida diaria, así como Maggio et al 2019 ⁽⁵¹⁾, donde en la población intervenida con daño cerebral intervenida se manifiesta una mejor función cognitiva, puntualmente en un mejor desempeño en actividades académicas y laborales donde en estudios anteriores comportante lo anteriormente mencionado donde la intervención de realidad virtual brinda oportunidades para trabajar en la función de atención y memoria en pacientes con accidente cerebrovascular esto también es relevante para las personas con Lesión Craneal Cerrada (TBI). Como también Grealy et al 1999 ⁽⁵²⁾, demostraron que el entrenamiento en un entorno de realidad virtual proporciona ganancias significativas en la función cognitiva en pacientes con TCE, donde Jacoby y col 2013 ⁽⁵³⁾, mostraron una mejora en la función ejecutiva en individuos con LCT después de una intervención de tratamiento con RV, donde en la población intervenida manifiesta mayor facilidad para plantear y mantener una conversación , retomar actividades laborales que anteriormente al desempeño traumático dejaron de realizar como leer , usar la computadora y conducir , siendo esto posible gracias a la retroalimentación multisensorial permitiendo la activación del sistema somatosensorial, visual y vestibular.

- Es inevitable que las enfermedades neurológicas presente un comportamiento acelerado tendiendo cada vez más seres humanos limitados en su desempeño cognitivo, social , profesional e individual , donde el uso de la tecnología proporciona una nueva alternativa prometedora dentro de su proceso de rehabilitación, siendo un tratamiento que aumenta el entusiasmo y compromiso en su proceso de rehabilitación, siendo esto manifestado por los participantes intervenidos y también en los resultados de las pruebas del índice de funcionalidad visual e índice de Katz.

- El 100% de los individuos intervenidos correspondieron al sexo masculino, donde se difiere en el comportamiento de esta variable en estudios epidemiológicos colombianos como EPINEURO donde advierte que esta alteración neurológica se presenta en igual incidencia tanto en hombres como en mujeres, pero concuerdan en que el TCE se presenta principalmente en población joven y productiva entre los 20 y 40 años.
- Se observa que el 78% de los individuos, presentaban localización del TCE en el hemisferio izquierdo y reportaban alteraciones relacionadas al lenguaje donde para estudios realizados por Carvajal et al, 2010 en Chile ⁽⁵⁴⁾ y García. A et al, 2010 ⁽⁵⁵⁾, se evidencia un comportamiento similar.
- El tratamiento a las alteraciones visuales desde un manejo multidisciplinario incluyendo la estimulación del sistema vestibular y propioceptivo, contribuye al equilibrio, rehabilitación y articulación de las funciones binoculares, teniendo un impacto positivo en las habilidades vergenciales, acomodativas, sensoriales y control en los movimientos oculomotores mejoran la eficiencia visual y la calidad de vida en pacientes con daño cerebral, coincidiendo con estudios realizados por Barton J.J y Ranalli P.J 2020 ⁽⁵⁶⁾, Brad P, Barnett B.P Y Singman E.L 2015 ⁽⁵⁷⁾, Richard A.A 2018 ⁽⁵⁸⁾ Y Kapoor N y Ciuffreda K.J. 2002⁽⁵⁹⁾⁽⁶⁰⁾

CONCLUSIONES

- Las alteraciones de la visión en pacientes con trauma craneoencefálico es un acontecimiento inminente donde la calidad y cantidad de la agudeza visual se ve afectada como resultado de alteraciones articuladas con habilidades acomodativas, vergenciales, oculomotoras repercutiendo estas en la salud ocular del paciente y en el desempeño e independencia en las actividades de la vida diaria de estos individuos; donde en este estudio se observó que los participantes al inicio de la intervención, algunos referían sintomatología

asociada a resequeidad ocular, fotofobia, disminución de agudeza visual , visión doble, donde desde el inicio de la intervención se garantizó un trabajo multidisciplinario entre oftalmología y optometría , teniendo resultados muy positivos donde a medidos de la intervención los paciente ya reportaban mejoría en su sintomatología e independencia de sus actividades diarias mejorando su calidad de vida y participación en la sociedad.

- Se concluye que los pacientes con TCE intervenidos de una manera adecuada e integral, presentan un buen pronóstico de rehabilitación como también lo advierten Quijano Et al y Domínguez Et al ⁽⁶¹⁾.
- Se evidencia que un tratamiento visual donde permita articular las funciones binoculares como perceptuales es posible rehabilitar sustancialmente las alteraciones reportadas por los participantes no solo obteniendo un resultado positivo desde la perspectiva clínica, si no a su vez productiva del individuo, viéndose reflejado en los resultados para las variables relacionadas a la independencia (índice de KATZ) y funcionalidad visual (VisQoL-15).
- Se concluye que la vinculación de la realidad virtual en la rehabilitación de personas con TCE, proporciona resultados muy positivos ya que permite articular la sinergia entre el sistema visual, vestibular y somatosensorial, contribuyendo en funciones como la postura, el equilibrio, el desplazamiento de línea media, control motor ocular y en potencialización en habilidades presentes en el área de análisis visual como la memoria visual, constancia de forma, cierre visual visualización y relación figura fondo, teniendo un impacto en desenvolvimiento en actividades de la vida diaria relacionadas a la orientación, atención , memoria, lectura y escritura.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere para futuros estudios realizar una intervención con una población más amplia que permita realizar análisis estadísticos más robustos, que

posibilite establecer caracterización de la población y conductas más intencionadas en la rehabilitación de los pacientes con TCE.

GLOSARIO

TCE: Trauma craneoencefálico

MS: Memoria sensorial

MCP: Memoria a corto plazo

MLP: Memoria a largo plazo

LCT: Lesión cerebral traumática

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Jaramillo Hernandez J, Malagón Márquez C, Rodríguez Rodríguez J. Demencia tipo Alzheimer y lenguaje. Rehabilitación y desarrollo humano. Universidad del Rosario. Bogotá-Colombia. 2006. p 21.
2. Su-Yi Hsu, Te-Yung Fang, Shih-Ching Yeh, Mu-Chun Su, Pa-Chun Wang, Victoria Y. Wang. Three-dimensional, virtual reality vestibular rehabilitation for chronic imbalance problem caused by Ménière's disease: a pilot study. *Disability and Rehabilitation*. 2017; 39(16): 1601-06.
3. Cardona.Moncada S, Solarte Milla R, Pineda Salazar D. Alteraciones en las ejecuciones viso-perceptuales en pacientes con síndromes electro-clínicos de epilepsias del lóbulo temporal y frontal Visuo-perceptual performances impairments in patients with electro-clinical . *Acta Neurológica Colombiana*.
4. Pan American Health Organization. All rights reserved (PAHO). Trastornos neurológicos: un serio desafío para la salud pública en las Américas y en todo el mundo. Regional Office for the Americas of the World Health Organization. United States of America. Disponible : https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=240:2008-trastornos-neurologicos-un-serio-desafio-salud-publica-americas-todo-mundo&Itemid=40595&lang=en.
5. Organización mundial de la salud. Trastornos neurológicos, desafíos para la salud pública. Estados unidos de América .2006. [citado 18 de junio de 2018]. Disponible:http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2008/Trastornos_Neurologicos.pdf.
6. World Health Organization. Envejecimiento y salud [Internet]. World Health Organization. [citado 18 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>
7. Lee HY, Kim YL, Lee SM. Efectos del entrenamiento basado en la realidad virtual y el entrenamiento orientado a las tareas en el rendimiento del equilibrio en

pacientes con accidente cerebrovascular. *J Phys Ther Sci* . 2015; 27 (6): 1883–1888. doi: 10.1589 / jpts.27.1883.

8. Gatica-Rojas V, Méndez-Rebolledo G. Dispositivos de interfaz de realidad virtual en la reorganización de redes neuronales en el cerebro de pacientes con enfermedades neurológicas. *Neural Regen Res* [serie en línea] 2014 [citado el 17 de mayo de 2019]; 9: 888-96. Disponible en: <http://www.nrronline.org/text.asp?2014/9/8/888/131612>

9. World Health Organization. Envejecimiento y salud [Internet]. World Health Organization. [citado 18 de junio de 2018]. Disponible en: <http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/envejecimiento-y-salud>.

10. Quijano MC, Arango JC, Cuervo MT, Aponte M. Neuropsicología del trauma craneoencefálico en Cali, Colombia. *Rev. Cienc. Salud* 2012; 10 (1): 21-31.

11. Restrepo JM. Epidemiología y prevención del trauma en accidentes de tránsito. En: Quintero L, editor. *Trauma. Abordaje inicial en los servicios de urgencias*. Cali: Salamandra; 2008 : 51-62.

12. Gutiérrez J, De los Reyes C, Tovar M, Alzate N, Bohórquez F. Rehabilitación en trauma craneoencefálico. *Guías de práctica clínica basadas en la evidencia*. Bogotá: Convenio ISS-Ascofame; 1998.

13. Domínguez M, Rodríguez R, Machuca F, Madrazo M. Rehabilitación neuropsicológica multidisciplinar, integral y holística del daño cerebral adquirido. *Rev. de Psicol. Gral. Aplic.* 2002; 55 (1):123-37.

14. Machuca F, León-Carrión J, Barroso JM. Eficacia de la rehabilitación de inicio tardío en la recuperación funcional de pacientes con daño cerebral traumático. *Rev. Esp. Neurops.* 2006; 8 (3-4):81-103.

15. Alberdi F, Iriarte M, Mendía A, Murgialdai A, Marco P. Pronóstico de las secuelas tras la lesión cerebral. *Med. Inte.* 2009; 33 (4):171-81.

16. Kolb B, Whishaw I.Q. *NEUROPSICOLOGÍA HUMANA* . 5 edición. Buenos Aires 2003. Panamericana .

17. Behav Neurol. Effects of Systematic Categorization Training on Cognitive Performance in Healthy Older Adults and in Adults with Traumatic Brain Injury. 2019; 2019: 9785319.
18. Karbach J., Verhaeghen P. Making working memory work: a meta-analysis of executive-control and working memory training in older adults. *Psychological Science*. 2014;25(11):2027–2037. doi: 10.1177/0956797614548725.
19. Brehmer Y., Westerberg H., Bäckman L. Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in Human Neuroscience*. 2012;6:p. 63. doi: 10.3389/fnhum.2012.00063.
20. Lupón M, Torrents A, Quevedo L. TEMA 4. PROCESOS COGNITIVOS BÁSICOS. PDF. Disponible : https://15f8034cdf6595cbfa11dd67c28d3aade9d3442ee99310d18bd.ssl.cf3.rackcdn.com/8858b1de688c412047067d05fbfcb70/tema_4.__procesos_cognitivos_basicos-5313.pdf.
21. Zickefoose S, Hux K , Brown J , et al . Let the games begin: A preliminary study using Attention Process Training-3 and Lumosity™ brain games to remediate attention deficits following traumatic brain injury. *Brain Injury* 2013; 27:707–16. Disponible :10.3109/02699052.2013.775484
22. Revista médica nuestros hospitales. Junta de beneficencia de guayaquil. Aplicación de la Escala de Coma de Glasgow Ampliada (GOSE) en pacientes con Trauma de Cráneo Grave. Disponible: <https://www.revistamedica.org.ec/numeros-antteriores/4932>
23. Sotero, L, Relvas, A, P. Escala de objetivos atingidos (GAS). Universidad de Coimbra. 2017 May 19;18(07): 15. Disponible: <http://hdl.handle.net/10316.2/35904>.
24. Hamzah N, Narayanan V, Ramil N et al . Randomised controlled clinical trial of a structured cognitive rehabilitation in patients with attention deficit following mild traumatic brain injury: study protocol. *Rehabilitation medicine*. © Author(s) (or their employer(s)) 2019. Disponible : <https://bmjopen.bmj.com/content/9/9/e028711.long> .
25. Ostrosky-Solís, Ardila y Rosselli. Evaluación del funcionamiento cognoscitivo. Presentación de un instrumento de evaluación neuropsicológica breve en español

– NEUROPSI. Departamento de psicología. Universidad Nacional Autónoma de México.

26. Scheinman M . Visual problems associated with acquired brain injury. Understanding and managing.3rd ed. Estados Unidos: Slack Incorporated;2011. p.189-200.

27. Espinosa J. Neuro optometría. Conferencia IV congreso nacional de Optometría México. 2014. Disponible: https://issuu.com/blogtometria/docs/neuro_optometria.pptx

28. Gutierrez D, I. Melgarejo K, E. García N. Prevalencia de las habilidades perceptuales visuales, la integración viso-motora, los movimientos sacádicos, la atención visual y el proceso de lecto-escritura en niños entre 6-7 años de la ciudad de Bogotá en estratos 5 y 6. universidad de la Salle. Facultad de ciencias de la salud. Maestría en ciencias de la visión. Bogotá D.C.2015.

29. Apuntes de Habilidades perceptuales. Maestría en rehabilitación visual. 2019.

30. Sánchez Etxaniz, J. Ataxia y vértigo. Protocolos diagnóstico-terapéuticos de Urgencias Pediátricas SEUP-AEP. Servicio Urgencias de Pediatría del Hospital de Cruces-Barakaldo: 27-34.

31. Chan RCK. Attentional deficits in patients with post-concussion symptoms: a componential perspective. Brain Inj 2001; 15:71-94. Disponible: 10.1080/02699050118215

32. Cappa SF , Benke T , Clarke S , et al . EFNS guidelines on cognitive rehabilitation: report of an EFNS Task force. Eur J Neurol 2005; 12:665–80. Disponible: 10.1111/j.1468-1331.2005.01330.

33. Comper P, Bisschop SM, Carnide N , et al . A systematic review of treatments for mild traumatic brain injury. Brain Injury 2005; 19:863–80. Disponible:10.1080/02699050400025042

34. Snell DL, et al. A systematic review of psychological treatments for mild traumatic brain injury: an update on the evidence. J Clin Exp Neuropsychol 2009; 31:20–38. Disponible: 10.1080/13803390801978849.

35. van Heugten C, Wolters Gregório G, Wade D. Evidence-Based cognitive rehabilitation after acquired brain injury: a systematic review of content of treatment. *Neuropsychol Rehabil* 2012; 22:653–73. Disponible: 10.1080/09602011.2012.680891 38.
36. Guía de práctica clínica abordaje y manejo de la parálisis cerebral. Gilberto Moreno O, Mónica Naranjo Q, Alejandra Ochoa M, Carlos Ortega M, Elizabeth Ortiz O, Lina Paredes C, Daniel Patiño Z, Carlos Andrés Pérez, Juan D. Ruiz, David Salazar, Andrés Vera, Edison Villafañe. Universidad tecnológica de Pereira
37. Suárez-Escudero J.C. Et al. Descripción clínica, social, laboral y de la percepción funcional individual en pacientes con ataque cerebrovascular. Unidad de Neuro Rehabilitación Motora, Sensorial y del Lenguaje - Instituto Neurológico de Antioquia. Departamento de Investigación y Docencia Instituto Neurológico de Antioquia. [citado 17 de mayo 2019]; Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v27n2/v27n2a03.pdf>.
38. Gatica-Rojas V, Méndez-Rebolledo G. Dispositivos de interfaz de realidad virtual en la reorganización de redes neuronales en el cerebro de pacientes con enfermedades neurológicas. *Neural Regen Res* [serie en línea] 2014 [citado el 17 de mayo de 2019]; 9: 888-96. Disponible en: <http://www.nrronline.org/text.asp?2014/9/8/888/131612>
39. Propiedad Intelectual. Derechos de Autor. LEY NÚMERO 23 DE 1982 1982;23: Artículo 1-Artículo 260.
40. Ministerio de Salud. RESOLUCION N° 008430 DE 1993. Colombia, leyes, decretos 1993;008430:Artículo 1-Artículo 94.
41. WMA Declaration of Helsinki - Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects [Internet]. 2008 [citado 17 de mayo de 2019]. Disponible en: <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/>.
42. Española RA. Diccionario de la lengua española [Internet]. Real Academia Española; 2001. (Biblioteca esencial). Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=rFW1QgAACAAJ>.

43. Bernal Reyes N, Arias Díaz A, Hormigó Puertas I, Roselló Leyva A. Actividades de la vida diaria y calidad de vida en adultos mayores operados de catarata .Revista Mexicana de Oftalmología.Volume 89, Issue 3, July–September 2015, Pages 141-149.Disponible: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187451914001048>.
44. Reed-Jones RJ, Dorgo S, Hitchings MK, Bader JO. Vision and agility training in community dwelling older adults: Incorporating visual training into programs for fall prevention. *Gait Posture*.2012 Apr ;35(4):585-9.
45. Verdú FMM, Moreno ÁMP. Fundamentos de visión binocular [Internet]. Universidad de València Servicio de Publicaciones; 2004. (Educació (Universidad de Valencia)). Disponible en: https://books.google.com.co/books?id=tP_bvpl47DwC.
46. Scheiman M, Wick B. Clinical Management of Binocular Vision: Heterophoric, Accommodative, and Eye Movement Disorders [Internet]. Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins; 2008. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=jGGROHBFYt8C>
47. Hao Q, Yang M, Luo L, Hai S, Ding X, Dong B. The association of falls and various physical activities in Chinese nonagenarians/centenarians. *Arch Gerontol Geriatr*.2015 Jul ;61(1):21.
48. Grosvenor T, Grosvenor TP. Primary Care Optometry [Internet]. Butterworth-Heinemann/Elsevier; 2007. Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=uEmQKPAOwccC>.
49. Fortenbacher, D. L., Bartolini, A., Dornbos, B., & Tran, T. (2018). *Vision Therapy and Virtual Reality Applications. Advances in Ophthalmology and Optometry, 3(1), 39–59.* doi:10.1016/j.yao.2018.04.002.
50. Alashram, A. R., Annino, G., Padua, E., Romagnoli, C., & Mercuri, N. B. (2019). *Cognitive rehabilitation post traumatic brain injury: A systematic review for emerging use of virtual reality technology. Journal of Clinical Neuroscience.* doi:10.1016/j.jocn.2019.04.026.

51. Maggio, M. G., De Luca, R., Molonia, F., Porcari, B., Destro, M., Casella, C., ... Calabro, R. S. (2019). *Cognitive rehabilitation in patients with traumatic brain injury: A narrative review on the emerging use of virtual reality*. *Journal of Clinical Neuroscience*. doi:10.1016/j.jocn.2018.12.020
52. Grealy M, Johnson D, Rushton S. Improving cognitive function after brain injury: the use of exercise and virtual reality. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(6):661–7. [https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(99\)90169-7](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(99)90169-7).
53. Jacoby M, Averbuch S, Sacher Y, Katz N, Weiss P, Kizony R. Effectiveness of executive functions training within a virtual supermarket for adults with traumatic brain injury: a pilot study. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2013;21(2):182–90. <https://doi.org/10.1109/tnsre.2012.2235184>.
54. Carvajal-Castrillón J, Henao E, Uribe C, Giraldo M, Lopera F. Rehabilitación cognitiva en un caso de alteraciones neuropsicológicas y funcionales por traumatismo craneoencefálico severo. *Rev. Chil. Neuropsicol.* 2009; 4 (1):52-63.
55. García-Molina A, Gómez A, Rodríguez P, Sánchez-Carrión R, Zumarraga L, Enseñat A et al. Programa clínico de telerrehabilitación cognitiva en el traumatismo craneoencefálico. *Trauma Fund. Mapfre* 2010; 21 (1):58-63.
56. Jason J.S. Barton, Paul J. Ranalli, Vision therapy: Occlusion, prisms, filters, and vestibular exercises for mild traumatic brain injury, *Survey of Ophthalmology*, 2020 Agu;19. doi: <https://doi.org/10.1016/j.survophthal.2020.08.001>.
57. Barnett BP, Singman EL. Vision concerns after mild traumatic brain injury. *Curr Treat Options Neurol.* 2015 Feb;17(2):329. doi: 10.1007/s11940-014-0329-y. PMID: 25619534.
58. Armstrong RA. Visual problems associated with traumatic brain injury. *Clin Exp Optom.* 2018 Nov;101(6):716-726. doi: 10.1111/cxo.12670. Epub 2018 Feb 28. PMID: 29488253.
59. Kapoor N, Ciuffreda KJ. Vision Disturbances Following Traumatic Brain Injury. *Curr Treat Options Neurol.* 2002 Jul;4(4):271-280. doi: 10.1007/s11940-002-0027-z. PMID: 12036500.

60. Domínguez M, Rodríguez R, Machuca F, Madrazo M. Rehabilitación neuropsicológica multidisciplinar, integral y holística del daño cerebral adquirido. Rev. de Psicol. Gral. Aplic. 2002; 55 (1):123-37.

ANEXO A. Consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Nombre del Estudio: Entrenamiento virtual en habilidades motoras, visuales y perceptuales en pacientes con enfermedad neurológica en la ciudad de Bucaramanga, Colombia.

Depto/UDA Universidad Autónoma de Aguascalientes – México.

El propósito de esta información es ayudarle a tomar la decisión de participar, -o no-, en una investigación médica.

Tome el tiempo que requiera para decidirse, lea cuidadosamente este documento y haga las preguntas que desee al optómetra o al personal del estudio.

Propósito del estudio

Este estudio pretende investigar si el entrenamiento virtual con Nintendo wii fit plus , acompañado de terapia visual , mejora las condiciones motoras periféricas y visuales , teniendo un impacto en su calidad de vida ; Es la primera vez que en la ciudad de Bucaramanga- Comlombia se realice este tipo de tratamiento en pacientes con alteraciones neurológicas (Trauma craneoencefálico).De esta manera esperamos visibilizar la importancia de la terapia visual dentro de las conductas de rehabilitación en estos casos , como también la influencia de la realidad virtual en la terapia visual .

Lugar: Centro oftalmológico COPAS

Duración del seguimiento: 20 Semanas.

Antecedentes:

En la literatura se reportan estudios realizados desde el 2002, donde los países pioneros en este tema de investigación son estados unidos, Europa y asía, pero en Colombia no se evidencian estudios donde articulen la realidad virtual, en la terapia visual en pacientes con alteraciones neurológicas.

PARTE I: Información

Estamos invitándolo (a) a participar voluntariamente en esta investigación para evaluar la eficacia de la terapia visual, paralela a la terapia virtual. Nos interesamos en usted porque los criterios de inclusión para ingresar al estudio es ser mayor de edad y que se encuentre en la fase subaguda de la historia natural de la enfermedad.

En esta investigación se realizarán algunos procedimientos que incluyen exámenes de optometría (ojo) supervisados por un optómetra profesional y ejercicios de terapia visual, que se complementarán con el entrenamiento virtual, toda la información recolectada en los procedimientos descritos será registrada en formularios diseñados específicamente para el proyecto.

Así mismo, se tomarán algunas fotografías o videos durante la realización de los ejercicios, con la intención de documentar la evolución de las funciones físicas y visuales a lo largo del entrenamiento.

A continuación, brindamos información para que usted pueda decidir si acepta o no participar en este estudio

Procedimientos

- a. Durante la primera visita, el optómetra le realizará un examen visual completo para conocer y registrar su estado actual. De ser necesario se le entregará la fórmula para anteojos; Adicionalmente será valorado por oftalmología en una consulta adicional.
- b. Se procederá a la aplicación de las escalas de calidad de vida y satisfacción.
- c. Después de lo anterior, comenzará de manera individual, la serie de terapias de entrenamiento visual específicas. Éstas se realizarán en 20 citas, dos veces a la semana.
- d. En cada una de estas citas usted realizará una serie de ejercicios para los ojos y la visión integrado con la realidad virtual donde se tendrá el debido registro dentro de la historia clínica, con la finalidad de llevar el seguimiento de la evolución de cada caso.
- e. Al finalizar el entrenamiento visual se realizará una valoración de optometría completa, acompañada de las escalas de calidad de vida y satisfacción.

- f. Toda la información obtenida será registrada en una base de datos de forma segura. Solo tendrá acceso a ella el personal autorizado del estudio, información personal de identificación no será ingresada en la base de datos. Su nombre no aparecerá. En su lugar se asignará un código para que la información se registre y los datos se guarden de forma confidencial. Con base en esta información se harán los análisis posteriormente.

Riesgos y molestias de participar en la investigación.

Los riesgos y molestias que puede experimentar durante las sesiones de terapia visual son dolor de cabeza, mareo y/o sensación de fatiga en los ojos. En el caso de las sesiones de realidad virtual se podrá experimentar: Fatiga muscular, pérdida del equilibrio, dolor articular y dolor lumbar. Haremos todo lo posible para evitar incomodidades y minimizar los síntomas, para ello realizaremos pausas y trabajaremos de manera lenta y progresiva.

En caso de presentarse algún evento adverso relacionado con el entrenamiento ortóptico, el participante recibirá la asistencia básica requerida y será remitido a su Entidad prestadora de servicios de salud (EPS).

Beneficios

A las personas que participen en el estudio se les realizará el examen inicial de optometría, el de oftalmología y las terapias sin ningún costo.

Si lo requiere se entregará fórmula para anteojos en la primera valoración.

Al hacer este estudio de investigación, esperamos adquirir más conocimientos acerca del entrenamiento visual y perceptual, vinculado a la realidad virtual en pacientes con alteraciones neurológicas.

El participante tendrá acceso en el momento que lo desee a la información recolectada durante el desarrollo de la propuesta de investigación, en particular si los hallazgos ponen en riesgo su integridad.

Confidencialidad

Todos los registros o resultados, incluyendo la historia clínica, relacionados con este estudio de investigación pueden ser inspeccionados por funcionarios debidamente autorizados de organismos de control como el Comité de Bioética de la Universidad Autónoma de Aguascalientes - México y de otros entes autorizados para la regulación de investigación médica en Colombia. Cualquier información sobre usted tendrá un número asignado y no su nombre o documento de identidad. Solo el investigador sabrá el código asignado y guardaremos la información con claves de acceso.

Los resultados de este estudio de investigación podrán ser presentados en reuniones o publicaciones científicas; sin embargo, su identidad no será divulgada en estas presentaciones.

5. Participación Voluntaria y derecho a retirarse.

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Usted puede elegir participar o no hacerlo.

Los investigadores y el patrocinador.

Este proyecto será ejecutado por la Optómetra Yhisedt Gerardine Parada Jaimes, investigadora principal, Egresada de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga y estudiante de la maestría en rehabilitación visual de la Universidad Autónoma de Aguascalientes – México.

Antes de decidir, por favor haga cualquier pregunta sobre el estudio o solicite información de este documento de consentimiento para que usted pueda entender claramente. Solo firme este consentimiento informado luego de leerlo y de recibir respuesta y aclaración de las inquietudes que hayan surgido y usted se sienta cómodo y totalmente seguro de haber entendido los procedimientos que implican participar. Por favor, no se preocupe en interrumpir y hacer cualquier pregunta mientras avanzamos en la explicación del estudio, tenemos tiempo para responderle. Si usted tiene preguntas después, puede preguntarle a la al profesional que supervise su atención o al investigador principal del estudio.

A quién Contactar

Si usted tiene cualquier inquietud, puede preguntar ahora o posteriormente, aún después de que el estudio haya iniciado. Si usted tiene alguna duda o inquietud puede contactarse con la Optómetra.

Investigadora Principal:

Yhisedt Gerardine Parada Jaimes. Optómetra USTA. Teléfono: 3002433549. Email: geralp_1302@hotmail.com

PARTE II: Certificado de Consentimiento

Al firmar este formulario, yo certifico todo lo siguiente:

1. He leído la información anterior, o esta me ha sido leída en presencia de testigos.

2. He tenido la oportunidad de hacer preguntas al respecto y las preguntas que he realizado me han sido respondidas satisfactoriamente.

4. Yo entiendo que puedo hacer cualquier pregunta en cualquier momento sobre el estudio de investigación a los investigadores.

5. Yo entiendo que soy libre de retirarme del estudio de investigación en cualquier momento sin justificar mi decisión y sin afectar la atención médica que se me presta.

6. Yo autorizo la utilización de todos los registros o resultados, incluyendo la de los registros médicos

Firma del participante

Nombre y apellido del participante

Cédula

Fecha (día/mes/año)

Firma del testigo
testigo

Nombre y apellido del

Cédula

Fecha (día/mes/año)

Dirección del testigo

Parentesco

Investigador (o persona que solicita el consentimiento)

Certifico que he explicado al participante cuyo nombre aparece como voluntario sobre la naturaleza y el propósito del estudio, beneficios potenciales, y razonablemente los riesgos previsibles asociados a la participación en este estudio. Confirmando que el consentimiento se ha dado libre y voluntariamente. He contestado las preguntas formuladas por los participantes y han sido testigos de la firma anterior. Una copia de este consentimiento informado ha sido entregada al participante.

Nombre del Investigador/persona que toma el consentimiento

Firma del investigador /persona que toma el consentimiento

Fecha (Día/mes/año)

Teléfono/Celular

Correo electrónico

ANEXO B. Escala de Katz – Realizada en línea

Gráfica 6. Cálculo del índice de Katz. Disponible: <http://www.samiuc.es/indice-katz-valoracion-actividades-vida-diaria/>

Calculadores Antropometricos >		Indice de Katz	
Calculadores Cardiovasculares >			
Calculadores de Enfermeria >			
Nursing Activities Score (NAS)			
TISS-28			
NEMS (Nine Equivalents of nursing Manpower use Score)			
ATICE (Adaptation to The Intensive Care Environment scale)			
Behavioral Pain Scale (BPS)			
COMFORT Sedation Scale			
Indice de Barthel			
Escala de Norton (Probabilidad de Ulceras por presión)			
Indice de Katz (Valoración actividades vida diaria)			
Escala de Interacción y Serenidad de Vancouver			
Calculadores de Aparato Digestivo			

Indice de Katz		
1. Baño	Independiente: Se baña solo o precisa ayuda para lavar alguna zona, como la espalda, o una extremidad con minusvalía	<input type="radio"/>
	Dependiente: Precisa ayuda para lavar más de una zona, para salir o entrar en la bañera, o no puede bañarse solo	<input type="radio"/>
2. Vestido	Independiente: Saca ropa de cajones y armarios, se la pone, y abrocha. Se excluye el acto de atarse los zapatos	<input type="radio"/>
	Dependiente: No se viste por sí mismo, o permanece parcialmente desvestido	<input type="radio"/>
3. Uso del WC	Independiente: Va al WC solo, se arregla la ropa y se limpia	<input type="radio"/>
	Dependiente: Precisa ayuda para ir al WC	<input type="radio"/>
4. Movilidad	Independiente: Se levanta y acuesta en la cama por sí mismo, y puede levantarse de una silla por sí mismo	<input type="radio"/>
	Dependiente: Precisa ayuda para levantarse y acostarse en la cama o silla. No realiza uno o más desplazamientos	<input type="radio"/>
5. Continencia	Independiente: Control completo de micción y defecación	<input type="radio"/>
	Dependiente: Incontinencia parcial o total de la micción o defecación	<input type="radio"/>
6. Alimentación	Independiente: Lleva el alimento a la boca desde el plato o equivalente (se excluye cortar la carne)	<input type="radio"/>
	Dependiente: Precisa ayuda para comer, no come en absoluto, o requiere alimentación parenteral	<input type="radio"/>

Indice de Katz:

Valoración:

ANEXO C. Escala de función visual visQOL-15

Índice de Función Visual VisQoL-15.

INSTRUCCIONES: Si Usted presenta problemas relacionados con su visión en las siguientes actividades, marque con una (x) si la respuesta es afirmativa, en sin problemas, pequeños problemas, grandes problemas y serios problemas.

Si el paciente no está seguro de cómo responder a una pregunta, por favor que conteste lo que le parezca más cierto.

Preguntas	Sin Problemas	Pequeños Problemas	Grandes Problemas	Serios Problemas
1.Leyendo libros o periódicos				
2.Leyendo textos en la TV				
3.Viendo programas en la TV				
4.Leyendo o escribiendo cartas				
5.Haciendo llamadas telefónicas				
6.Usando el timbre de la puerta				
7.Reconociendo caras				
8.Mirando fotos				
9.Haciendo Labores de Costura				
10.Comprando				
11.Caminando				
12.Conduciendo autos				
13.Conduciendo bicicletas				
14.Cocinando				
15.Lavando				
16.Reconociendo flores				
17.Pescando				
18.Tocando instrumentos				
19.Hobbits				
20.Visión estimada por sí mismo en relación a sus problemas				

ANEXO D. Cronograma de actividades

	SEMESTRES ACADÉMICOS															
	Semestre I 2019				Semestre II 2019				Semestre I 2020				Semestre II 2020			
FASES DEL TRABAJO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Selección del tema de investigación	x	x	X	x												
Revisión bibliográfica del tema seleccionado			X	x												
Revisión de artículos acerca del entrenamiento o virtual - Alteraciones neurológicas			X	x	x	x										
Aprobación de la propuesta y título de la investigación					x											
Realización de planteamiento del problema, justificación y objetivos					x	x										
Realización de metodología.							x									
Entrega del protocolo								x								

