

**EFFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO CONVENCIONAL COMBINADO CON
REALIDAD VIRTUAL PARA EL AUMENTO DE LOS RANGOS DE MOVILIDAD
ARICULAR EN NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL**

AUTORES:

YENEIDIS YULIETH ACOSTA CELEDON

ANGÉLICA MARÍA HERNÁNDEZ ÁLVAREZ

VANESA HERNÁNDEZ PÉREZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

SINCELEJO – SUCRE

2020

**EFFECTIVIDAD DEL TRATAMIENTO CONVENCIONAL COMBINADO CON
REALIDAD VIRTUAL PARA EL AUMENTO DE LOS RANGOS DE MOVILIDAD
ARICULAR EN NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL**

AUTORES:

**YENEIDIS YULIETH ACOSTA CELEDON
ANGÉLICA MARÍA HERNÁNDEZ ÁLVAREZ
VANESA HERNÁNDEZ PÉREZ**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
FISIOTERAPEUTA**

ASESOR:

CLAUDIA MARINA PACHÓN FLÓREZ

**CORPORACIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ DE SUCRE
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SINCELEJO – SUCRE**

2020

AGRADECIMIENTO.

Primeramente, estamos agradecidas con Dios porque hemos podido ver su amor y misericordia extendidas sobre nuestras vidas, en la forma que nos ha acompañado en el transcurrir de este camino y nos ha dado sabiduría y fuerzas cada mañana para avanzar y enfrentar nuestras dificultades

Gracias a nuestros padres por su apoyo y comprensión, por siempre confiar en nosotras y en nuestras capacidades, por cada uno de sus consejos y por ser promotores del cumplimiento del inicio de este sueño.

Agradecemos a la institución Antonio José de Sucre Corporación Universitaria y a cada uno de los docentes que fueron parte de nuestra formación comprometidos con darnos la mejor calidad, especialmente a nuestra asesora de proyecto de investigación Claudia María Pachón Flores quien nos guio con paciencia, dedicación y con la mejor calidad como docente y persona, a los niños y padres por su valioso aporte en nuestra investigación.

DEDICATORIA.

Primeramente gracias a Dios y su infinita misericordia y amor que me ha permitido obtener un logro más en mi vida y me ha llevado a superar obstáculos que se han presentado en mi vida y en el transcurrir de esta carrera universitaria de tal forma, que ha pasado el tiempo en el cual hubieron noches de desvelo, día en los cuales pase más tiempo en la universidad que en mi casa, fueron años de mucho sacrificio y esfuerzo, no solo fue mi parte, también de mi familia, compañeros, amigos y profesores que estuvieron ahí siempre cuando necesité ayuda o ellos de mí, no pienso que fui la mejor les fallé a muchos en muchas ocasiones, pero lo que siempre tuve y tendré presente son las personas que ayudé y ayudaré después de terminado este ciclo, en esta institución a través de los diferentes profesores que no solo me enseñaron valores, principios, sino también me enseñó que la vida es de sacrificios, de valor cuando nadie más tiene y de siempre ser una mujer sin temor en un mundo que está desesperado por una solución y no sé si yo soy eso que el mundo necesita, pero sí sé la educación que tuve y sé que el mundo necesita personas que estén decididas a cambiarlo; si quiero retroceder, abandonar algo o creer que algo no tiene solución, solo la miro y me pregunto eh hecho algo con mi vida de importancia o significado y pienso en los niños, niñas, jóvenes y adultos que posiblemente se verán beneficiado por esta profesión, es una frase que nos sirve a todos, porque nos enseña a no detenernos por nada de lo que suceda en este mundo, sino a seguir avanzando a pesar de todo, vendrás más luchas, más problemas y más ocasiones en los cuales perdimos la esperanza, pero así como dice la frase siempre sigue adelante.

“Si no puedes volar, corre. Si no puedes correr camina. Si no puedes caminar, gatea. Pero haz lo que hagas, siempre sigue hacia adelante” *Martin Luther King*.

YENEIDIS YULIETH ACOSTA CELEDON.

DEDICATORIA.

Este logro deseo dedicárselo principalmente a Dios, quién me dio la guía y sabiduría para cruzar todas las adversidades.

A mi familia, a mis padres que me apoyaron durante todo el trascurso de mi carrera, a mis hermanas por sus consejos, su compañía y por sus buenos deseos

A mí pareja, que me ha acompañado, aconsejado y el que me ha brindado su apoyo, compañía, su paciencia durante todo este proceso

A mis docentes que fueron mis guías durante todo mi proceso no solo en el proceso académico si no también personal.

ANGÉLICA MARÍA HERNÁNDEZ ÁLVAREZ.

DEDICATORIA.

Gracias a mi universidad, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, fueron ustedes los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar sin tirar la toalla. Este es un momento muy especial que espero, perdurará en el tiempo, no solo en la mente de las personas a quienes agradecí, sino también a quienes invirtieron su tiempo para echarle una mirada a mi proyecto de tesis; a ellos les agradezco con todo mi ser.

VANESA HERNÁNDEZ PÉREZ.

TABLA DE CONTENIDOS.

Resumen	11
Abstrac	12
Introducción	13
1. Planteamiento del problema	15
1.1 Descripción del problema	15
1.2 Formulación del problema	16
2. Justificación	17
3. Objetivos	19
3.1 General	19
3.2 Especifico	19
4. Estado del arte	20
5. Marco teórico	25
6. Hipótesis	31
7. Variables	31
8. Metodología de investigación	33
8.1 Tipo y diseño de investigación	33
8.2 Población y muestra	33
8.3 Método de recolección de información	35
8.4 Procedimiento	38
9. Resultados	40
10. Análisis de resultado	56
11. Conclusiones	59
12. Recomendaciones	60
13. Referencia Bibliografía.	61

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Causas de la PC en función del período en el que se produce.....	26
Tabla 2. Formas clínicas y formas de aparición de PC.....	27
Tabla 3. Hipótesis.....	30
Tabla 4. Definición conceptual de las variables.....	31
Tabla 5. Operacionalización de variables.....	32
Tabla 6. Registró de amplitud de movimiento.....	40
Tabla 7. Prueba muscular.....	47

LISTA DE GRAFICOS.

Grafico	1.	Valoración	tono	muscular.	Caso
1.....					52
Grafico	2.	Valoración	tono	muscular.	Caso
2.....					53
Grafico	3.	Valoración	tono	muscular.	Caso
3.....					54
Grafico	4.	Valoración	tono	muscular.	Caso
4.....					55

LISTA DE ANEXOS.

Anexo	1.			Consentimiento	
informado.....				68	
Anexo	2.	Instrumento		Ashworth	
modificada.....				71	
Anexo	3.	Instrument	protocolo	de	evaluación
ortopédica.....					72
Anexo	4.				Prueba
muscular.....					75

RESUMEN.

La parálisis cerebral es un conjunto de manifestaciones motoras secundarias a una lesión cerebral ocurrida durante el período madurativo del sistema nervioso central, que interfiere en su completo desarrollo. El tratamiento de esta lesión cerebral va encaminado en disminuir o recuperar el déficit motor y los síntomas asociados, por lo que se realiza un estudio cuyo objetivo va enfocado en Identificar la efectividad del tratamiento convencional combinado con realidad virtual para aumentar rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral, en esta investigación se realizó un estudio de serie de casos de tipo observacional, con cuatro pacientes los cuales se encontraban en un nivel II y III según la gross motor, para ello se llevó a cabo una evaluación inicial y una reevaluación al finalizar las sesiones de terapia la cuales se realizaron en el laboratorio de neurorehabilitación Antonio José de Sucre Corporación Universitaria, los resultados obtenidos fueron satisfactorios puesto que se logró aumentar los rangos de movilidad articular en los pacientes; las articulaciones más beneficiadas fueron cadera, rodilla y tobillo con un aumento mayor de 10 grados de movilidad articular, por lo que se concluye que la realidad virtual combinado con la terapia convencional mejoran el desarrollo motor y así mismo la calidad de vida de las personas con parálisis cerebral.

Palabras claves: Realidad virtual, tratamiento convencional, parálisis cerebral, rango de movilidad.

ABSTRAC.

Cerebral palsy is a set of motor manifestations secondary to a brain injury that occurred during the maturation period of the central nervous system, which interferes with its complete development. The treatment of this brain injury is aimed at reducing or recovering the motor deficit and the associated symptoms, so a study is carried out whose objective is focused on identifying the effectiveness of conventional treatment combined with virtual reality to increase ranges of joint mobility in children With cerebral palsy, for this investigation, a series of observational cases was carried out, with four patients who were at level II and III according to gross motor, for which an initial evaluation and a re-evaluation of the At the end of the therapy sessions which were carried out in the neurorehabilitation laboratory of Antonio José de Sucre University Corporation (Corposucre), the results obtained were satisfactory since it was possible to increase the ranges of joint mobility in the patients; the joints most benefited were hip, knee and ankle with an increase of more than 10 degrees of joint mobility, so it is concluded that virtual reality combined with conventional therapy improve motor development and also the quality of life of people with cerebral palsy.

Key words: Virtual reality, conventional treatment, cerebral palsy, range of motion.

INTRODUCCION.

La Parálisis Cerebral (PC), también conocida como Parálisis Cerebral Infantil, es un trastorno crónico neuromotor causado por una lesión en las áreas motoras del Sistema Nervioso Central (SNC) ocurrida durante la primera infancia, es decir, entre los primeros días de gestación y los 5 años de vida. Actualmente se define como un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, capaces de generar limitación de la actividad, atribuibles a alteraciones que afectan el cerebro en maduración del feto o del niño (1).

Desde el punto de vista fisiopatológico, la injuria cerebral afecta grupos de neuronas de las vías motoras que ejercen una acción inhibitoria sobre la alfa motoneurona del asta anterior de la médula espinal, con un desbalance entre los impulsos excitatorios e inhibitorios que se ejercen sobre ésta, lo que genera consecuencias inmediatas del control motor y otras lesiones derivadas de los cambios en la actividad medular (2). El cuadro clínico de la parálisis cerebral esta comandado por alteraciones motoras que varían según los segmentos corporales afectados, siendo común la presencia de espasticidad. Habitualmente existe compromiso de la sensación, cognición, comunicación, percepción y conducta, además de convulsiones, disfagia, compromiso nutricional, enfermedades respiratorias, alteraciones ortopédicas y otras comorbilidades (3).

Según estudios las personas con parálisis cerebral son incapaces de desarrollar habilidades como cualquier otro ser humano sin alteraciones, pues en este tipo de pacientes existen muchas limitaciones que impiden el correcto desarrollo en sociedad. La parálisis cerebral no tiene cura, pero si la persona afectada recibe una atención adecuada que le ayude a mejorar sus movimientos, que le estimule su desarrollo intelectual, que le permita desarrollar el mejor nivel de comunicación posible y que estimule su relación social, podrá llevar una vida plena (4), desde este punto de vista existen métodos, técnicas y tratamientos fisioterapéuticos que comprueban su efectividad y mejoría en cuanto al desarrollo psicomotor de la persona afectada; algunos de estos modelos de intervención y los más utilizados son: el método bobath, técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva, estrategia de Brunnström, técnica Rood, el modelo de aprendizaje motor y hasta el momento se han adicionado tratamientos con realidad virtual.

La realidad virtual es un método de tratamiento que permite integrar en la intervención las propias preferencias del niño, mejora su atención y motivación de la tarea, lo que supone un

mayor éxito en los aprendizajes, Además proporcionan estrategias de intervención estructuradas y sistemáticas y el terapeuta tiene total control sobre el sistema para realizar las modificaciones necesarias y para reproducir sesiones exactas. Permite desarrollar plataformas de telerrehabilitación, y pueden seguir la evolución del paciente, también está diseñada para simular situaciones reales, incrementando la probabilidad de que las habilidades aprendidas sean transferidas a la vida real (5). Hasta el momento se ha demostrado que esta terapia produce cambios en la corteza sensorial-motora del cerebro, las cuales se relacionan con la mejora de las habilidades motrices de las extremidades afectadas por enfermedades causantes de la discapacidad (6).

Esta investigación surge de la necesidad de evidenciar si la combinación de la realidad virtual con la terapia convencional mejoran los arcos de movilidad articular en niños con secuelas de parálisis cerebral; Esta se realizó en la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre, durante 4 meses con la participación de 4 pacientes evaluados con el dominio osteomuscular (goniometría, prueba muscular) y escala modificada de Ashworth al inicio y al final de la prueba piloto. Los pacientes mostraron evolución en cada escala de valoración, lo que indica que hubo resultados satisfactorios y por ende la intervención fue benéfica

1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

Según reportes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del año 2007, los trastornos neurológicos afectan hasta mil millones de personas en todo el mundo y esa cifra se incrementará a medida que la población envejezca; así mismo reporta que los débiles sistemas sanitarios, la falta de personal preparado, medicamentos esenciales y las creencias tradicionales que estigmatizan muchas enfermedades hacen cada vez más profundas las diferencias en el tratamiento entre los países ricos y los más pobres (7).

Dentro de estos trastornos neurológicos se destaca la parálisis cerebral como la causa más frecuente de discapacidad motora en la edad pediátrica, en ese mismo sentido, Quesada-Hernández L, et al, en el año 2015. Denominaron a la parálisis cerebral (PC) “como el conjunto de manifestaciones motoras, secundarias a una lesión cerebral ocurrida durante el período madurativo del sistema nervioso central, que interfiere en su completo desarrollo”(8).

Los trastornos neurológicos varían alrededor de 2 a 2.5 casos por 1.000 nacidos vivos, en los países desarrollados y de 2.5 a 5 casos por 1.000 nacidos vivos en los países en desarrollo, por otro lado; el Informe Mundial de Discapacidad de 2011 destaca que, más de 1.000 millones de personas tienen algún tipo de discapacidad, cifra que es equivalente aproximadamente al 15% del total de la población mundial (estimaciones población 2010), de este 15%, se estima que casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su vida diaria (9).

Así mismo, es un trastorno que afecta principalmente a los recién nacidos y a los niños menores de 2 años de edad, lesionando las áreas motoras del cerebro que controlan el movimiento y la postura; la PC puede sobrevenir antes del nacimiento por factores perinatales, durante el parto (anoxia o falta de oxígeno en el cerebro, bajo peso al nacer, compresión de la cabeza) o con posterioridad por factores postnatales (anoxia, traumatismos, infecciones), los síntomas que caracterizan esta patología son principalmente la debilidad muscular, la alteración del tono muscular, los movimientos repentinos e incontrolables y el retraso en las habilidades motoras, aunque la parálisis cerebral actualmente no tiene cura, los niños que la padecen pueden mejorar sus capacidades si reciben el tratamiento idóneo, sin embargo las intervenciones deberán establecerse por un equipo multiprofesional (médicos, enfermeros/as, psicólogos, fisioterapeutas, etc.), y la

colaboración de la familia, e incluir no sólo las áreas físicas y médicas, sino también los aspectos de comunicación, psicológicos, emocionales, educativos, entre otros (10).

En Colombia se presentan de uno a dos casos por mil nacidos vivos; en Medellín, de acuerdo con estadísticas de la secretaría de bienestar social, existe una población de 8.119 personas con pérdida de su capacidad física, mental y sensorial, con mayor prevalencia en los hombres y predominio de la discapacidad cognitiva del 42%; aunque no existen datos específicos para la parálisis cerebral (PC) esta ocasiona desórdenes asociados al daño cerebral entre los que se encuentran el retardo mental, dificultades para el aprendizaje, desorden de hiperactividad, déficit de atención, epilepsia, trastornos visuales (especialmente estrabismo), sordera, retardo del lenguaje, alteraciones de la percepción, alteraciones en la postura, entre otros, estas afecciones pueden tener un mayor impacto en la vida del niño que el mismo compromiso motor, otras secuelas de la PC están relacionadas con la alimentación; de acuerdo con los reportes de García-Zapata LF et al , en el 2010 consideraron que hasta el 80% de los pacientes pueden presentar alteraciones de este tipo que cobran relevancia al comprometer el crecimiento y el estado nutricional de los niños como condición secundaria a la parálisis cerebral (3).

Existen técnicas para el tratamiento idóneo de esta patología las cuales son utilizadas para mejorar la funcionalidad de estas personas, dentro de ellas se encuentra la rehabilitación virtual que incluye por lo general un enfoque lúdico el cual permite integrar al programa de intervención las propias preferencias del paciente, mejorar su atención, motivación para la tarea, y aumentar el feedback sensorial; estas técnicas aumentan el compromiso con la terapia, lo que supone un mayor éxito en los aprendizajes, además proporcionan estrategias de intervención estructurada y sistemática donde el terapeuta tiene total control sobre el sistema para realizar las modificaciones necesarias y conocer sesiones exactas (11).

1.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.

¿Será posible que usando el tratamiento convencional combinado con la realidad virtual puede aumentar los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral?

2. JUSTIFICACION.

La presente investigación se enfoca en estudiar cómo el tratamiento fisioterapéutico convencional combinado con la realidad virtual mejoran los arcos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral, desde esta perspectiva es viable realizar este estudio, porque hoy día existe un gran número de personas con alteraciones a nivel del sistema nervioso central que impiden el desarrollo normal del individuo en sociedad; de la misma manera Pérez de la Cruz, 2015 plantea en su estudio que el control postural es el que implica el posicionamiento del cuerpo frente a una actividad, a fin de mantener el centro de gravedad dentro de la base de soporte, sin embargo es necesario que el sistema visual, somato-sensorial, y vestibular funcionen correctamente de lo contrario generara posiciones incorrectas, lo que causara retracciones musculares y por ende disminución de los arcos de movilidad articular, de esta misma manera no existe la capacidad del sistema nervioso central para interpretar y ejecutar la información recibida por estos sistemas; a partir de este postulado el autor determinó que una de las consecuencias del daño cerebral, es la mala calidad en el control postural de los niños con parálisis cerebral y que un protocolo de atención mejora la condición de estos (12).

La parálisis cerebral afecta muy adversamente diversos aspectos de la vida cotidiana, el bienestar emocional y económico y la calidad de vida tanto de los pacientes como de los cuidadores; por lo tanto muchos investigadores en todo el mundo han aportado nuevas ideas para disminuir las cifras actuales de parálisis cerebral y mejorar la calidad de vida de las personas que la padecen, así mismo se han creado métodos de tratamiento para mejorar la discapacidad motora que esta enfermedad ocasiona (13).

Desde el punto de vista fisioterapéutico existen diferentes métodos, técnicas y estrategias de intervención que son seleccionadas de acuerdo a cada caso en particular, dándole un enfoque adaptable a dicha intervención y no enmarcándose dentro de un esquema rígido de tratamiento; cabe destacar que las intervenciones fisioterapéuticas tienen como objetivo aumentar el desarrollo de habilidades motrices y así mismo mejorar la calidad de vida de las personas que padecen de este trastorno (14).

El tratamiento fisioterapéutico convencional consta de tres fases (preparación, activación y función), donde en la preparación se realizó movilización de tejidos blandos con el fin de relajar la fascia y tensiones musculares, luego para la activación de los músculos en la segunda fase se realizó por medio de descargas de peso, estiramientos y el método

Feldenkrais, finalmente la tercera fase en la función la cual va encaminada a la realización de una tarea, en este caso a través de la realidad virtual implementada a través del dispositivo Kinect el cual se desarrollaron 4 juegos (rana, canasta, cesta y piscina) para mejorar los rangos de movilidad articular en los niños con parálisis cerebral.

Esta intervención se hace viable porque el fisioterapeuta; desde la Ley 528 de 1999 vigente en Colombia, regulada según el artículo 3º, está en la capacidad de diseñar, ejecutar, direccionar y controlar programas de intervención fisioterapéutica, como elemento constitutivo del equipo de salud para tal fin; así mismo el fisioterapeuta puede generar programas de actividad física donde tiene disposición de servicio para su participación activa en los procesos de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento, planeación y rehabilitación de la población, además tiene capacidad de liderazgo para el desarrollo de actividades gremiales e intersectoriales, en beneficio de la profesión y en consonancia con las necesidades de la sociedad (15).

De la misma manera la investigación se considera con un nivel de riesgo menor ya que en base de la resolución 008430 del Ministerio de Salud (1993), el proceso de aplicación de pruebas de evaluación y la realización de los ejercicios, no genera riesgo sobre la condición funcional y de salud (16), sin embargo si se presentaran caídas o fatiga en el momento de realizar la actividad, los padres de los participantes conocían el proceso de la investigación y fueron autónomos en la decisión de que sus hijos participaran en la investigación, firmado el consentimiento informado.

3. OBJETIVOS.

3.1 Objetivo general.

Valorar la efectividad del tratamiento convencional combinado con realidad virtual para aumentar rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral.

3.2 Objetivos específicos.

- Evaluar las condiciones osteomuscular presentes en los infantes con parálisis cerebral.
- Implementar un programa con videojuegos de realidad virtual y terapia convencional como método de tratamiento en los niños con parálisis cerebral.
- Revalorar las condiciones osteomusculares presente en los infantes con parálisis cerebral.

4. ESTADO DEL ARTE.

En un estudio desarrollado por Salcedo-Molando MC (17) en el 2012 los cuales realizaron una investigación sobre la realidad virtual para reeducación motora de niños con daño neurológico teniendo como objetivo la realidad virtual en la rehabilitación de pacientes con hemiparesia para mejorar los arcos de movimiento del miembro comprometido, se realizó un estudio de tipo de serie de casos de 9 pacientes con parálisis cerebral que presentan hemiparesia combinado con tecnología de realidad virtual, como la plataforma del Nintendo-Wiill, utilizando los juegos de video teniendo en cuenta como variables los rangos de movilidad articular previos y posterior a la intervención y la medida de espasticidad con la escala de Asworth. Los resultados obtenidos fueron la mejoría en los rangos de movimiento de adducción de hombro (p 0,022), extensión de codo (p 0,01), supinación de antebrazo (p 0,04). Finalmente concluyó que se debe continuar explorando el potencial de la realidad virtual como herramienta de asistencia tecnológica para desarrollar procesos de neurorrehabilitación en niños.

Por su parte Sanchez-Arias M et al, (18) en el 2011 en su estudio titulado amplitud del movimiento articular de la rodilla en el proceso de marcha de niños con parálisis cerebral espástica; se enfocaron en analizar la contribución de la amplitud de movimiento articular de la rodilla en el proceso de marcha de niños hemipléjicos y dipléjicos. Los autores escogieron 12 niños con edades entre 7 y 12 años. Utilizaron la Escala Modificada de Ashworth y se implementó un electro goniómetro. La tarea consistió en recorrer una pasarela de 8 metros, a velocidad libre, en 6 intentos, de los cuales tres fueron en el plano sagital derecho y tres en el plano sagital izquierdo. Dentro de los resultados obtuvieron diferencias significativas en los niños con parálisis cerebral por lo tanto se dice que Los niños con parálisis cerebral espástica utilizaron estrategias de compensación entre los hemicuerpos para desplazarse, que fueron diferentes según el tipo de parálisis.

En una investigación realizada por Peñasco-Martin B et al, (19) en el 2010, titulada aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación se plantearon como objetivos revisar las aplicaciones clínicas de los desarrollos basados en realidad virtual para el tratamiento neurorrehabilitador de los procesos incapacitantes de origen neurológico más habituales en sus aspectos motores, Los autores utilizaron una metodología de estudio de revisión de literatura en bases como Medline, Physiotherapy Evi-dence Database, Ovid y la Biblioteca Cochrane obteniéndose como resultado la eficacia

de la aplicación de técnicas de realidad virtual en el tratamiento de las alteraciones motoras de procesos incapacitantes de origen neurológico, concluyendo que la realidad virtual se presenta como una herramienta novedosa y de gran proyección en la neurorrehabilitación.

En un estudio realizado por Alpizar-Gomez R, et al, (6) en el 2014 titulado “Nivel de mejoría en las habilidades del miembro superior de acuerdo al quest, en niños con parálisis cerebral tipo hemiparesia espástica posterior de recibir un programa de realidad virtual en el centro de rehabilitación infantil teletón estado de México, 2013”. Se enfocaron en determinar cuál era el nivel de mejoría en las habilidades de miembro superior de acuerdo al QUEST, en niños con parálisis cerebral. La metodología utilizada fue un estudio descriptivo, prospectivo, cuasi-experimental, longitudinal con una muestra de 5 pacientes, con una edad promedio de 6 años 4 meses, teniendo como resultados que en el dominio de movimientos disociados el ítem con mayor porcentaje de mejoría fue movilidad disociada de dedos con 34.8%, En el dominio de habilidades de extensión protectora el porcentaje de mejoría alcanzado fue del 25%, el ítem con mayor porcentaje de mejoría fue el de extensión protectora posterior con una mejoría del 35% y el porcentaje de mejoría total fue de 18.35%, el nivel de mejoría fue regular. Concluyendo que el movimiento disociado de dedos obtuvieron un nivel de mejoría excelente (34.8%), La extensión protectora posterior es la habilidad más beneficiada en este estudio 35%. El porcentaje de mejoría promedio fue de 18.35%.

En la investigación realizada por Colomer-Font C, et al, (20) en el 2013, los cuales analizaron la efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral, en este estudio se escogieron 10 pacientes con hemiparesia crónica debido a DCA, los cuales fueron valorados con la escala de Berg Balance Scale y la de Tinetti, estos participaron en un programa de 20 sesiones con el módulo de equilibrio mediante alcances del sistema BioTrak y obtuvieron como resultado mejorías significativas entre la valoración inicial y final con las escalas mencionadas anteriormente, además el sistema mostró un alto grado de usabilidad, tanto en aspectos positivos como por la ausencia de efectos adversos. Finalmente se confirma la validez de los sistemas de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio.

El estudio realizado por Cano de la Cuerda (21) en el 2012, partió del empleo de un video juego como herramienta terapéutica en adultos con parálisis cerebral tipo tetraparesia espástica, cuyo objetivo fue determinar si el entrenamiento con un videojuego mejora la función motriz, la coordinación, la ejecución de las actividades básicas de la vida diaria en

adultos con PC, a través de estudio piloto prospectivo con valoración pre y post-intervención, a los cuales se recogieron datos sobre rango de movilidad activa, actividad muscular, motricidad fina y coordinación, ejecución de las ABVD. Se obtuvieron mejoras estadísticamente significativas en la coordinación y motricidad fina de la mano, el rango de movilidad activa en la flexión de codo, la extensión de muñeca, la desviación radial y en la actividad muscular del bíceps braquial. Concluyendo que los resultados parecen determinar que el entrenamiento con Boccia-wii es útil en pacientes adultos con PC tetraparesia espástica.

En un estudio realizado por Monge-Pereira E, et al, (22) en el 2014, partiendo del empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral, decidieron determinar qué repercusión tiene el empleo de sistemas de realidad virtual en la mejora y adquisición de habilidades funcionales, para este estudio se consultaron en las bases de datos, Pubmed, PEDro, Embase (OVID-Elsevier), Cochrane Library Plus entre otras. Se incluyeron 13 artículos y se reclutaron 97 participantes, en los cuales obtuvieron mejoras significativas en medidas de resultado que evalúan el control postural y el equilibrio, la funcionalidad del miembro superior, el control selectivo articular y la marcha. Finalmente, según la mayoría de los artículos revisados en este estudio concluyeron que la realidad virtual es una prometedora herramienta en el tratamiento de niños con parálisis cerebral.

En un estudio titulado “ Efectos del tratamiento fisioterapéutico con el Wii Balance board en las alteraciones posturales de dos niños con realizado por Córdoba L, et al, (23) 2015, plantearon como objetivos determinar los efectos de la consola Nintendo Wii y la Wii Balance Board con el software Wii Fit Plus en las alteraciones posturales asociadas a PCI. Para esto se utilizó como metodología un estudio de caso de cohorte longitudinal, donde se escogieron a dos niños a los cuales se les realizó una evaluación de la postura y posteriormente se ejecutó un programa de ejercicios utilizando la realidad virtual durante 20 sesiones, adquiriendo cambios significativos, lo que favorece la corrección de la postura. En conclusión, la aplicación del juego con Wii Fit Plus con el Wii Balance Board es una alternativa útil en la rehabilitación de estos pacientes, relacionado con una mejor distribución del centro de gravedad.

Otra investigación desarrollada por Yagüe S, et al, (24) en el 2016, titulada “Los videojuegos en el tratamiento fisioterapéutico de la parálisis cerebral” tuvo como objetivo mejorar el desarrollo psicomotor del niño PCI con ayuda de los videojuegos en el tratamiento

fisioterápico a través de un diseño prospectivo, longitudinal, experimental pretest - posttest con un solo grupo; encontrando en el protocolo propuesto una evidencia estadísticamente significativa que apoya la mejoría en equilibrio, en satisfacción del paciente y una redistribución más adecuada en la carga de miembros inferiores lo que pone en evidencia que la realidad virtual ayuda en la consecución de diferentes objetivos fisioterápicos, siendo interesante su uso para mejorar el equilibrio y el control postural.

Por su parte Jiménez N (25) en el 2017, desarrollo una investigación la cual se enfocó en comprobar la eficiencia de la realidad virtual como tratamiento para la mejora del equilibrio y del patrón de marcha en niños con diplejía espástica. El proceso metodológico consistió en realizar una búsqueda de literatura en las bases de datos PubMed, ScienceDirect. Además se incluyeron estudios clínicos aleatorizados, cuya población eran niños con secuela de PCI. Obteniendo como resultado la revisión un total de 5 estudios publicados entre 2010 y 2016, a lo que concluyeron que aunque los resultados hayan sido favorables para la realidad virtual (RV) como tratamiento competente de la diplejía espástica, solamente se ha valorado en una ocasión la técnica de forma aislada y no acompañada de otros ejercicios debido a que no existen suficientes estudios que determinen la efectividad del tratamiento del equilibrio con RV, por lo que se propone el tratamiento combinado con técnicas convencionales.

Un estudio realizado por Araújo G, et al, (26) en el 2017, los cuales se enfocaron en el entrenamiento del equilibrio corporal en la hemiparesia causada por PC utilizando la realidad virtual. A partir de lo anterior se desarrolló una investigación que pretendía evaluar cómo la RV, por medio de la utilización del sistema de juego de Consola Xba nox 360 Kinect™, influencia en el equilibrio de un adolescente con hemiparesia espástica izquierda causada por PC a través de un estudio experimental, transversal, descriptivo, en formato de relato de caso, lo que puso en evidencia que hubo una mejora significativa de la representación corporal del dominio izquierdo de las adolescentes, repercutiendo en su equilibrio y coordinación motora analizados a través del uso del sistema de juegos de la Consola Xbox 360 Kinect™. La investigación concluye en que se consideró que la utilización de la RV asociada a las terapias convencionales es un importante recurso en el proceso de rehabilitación en la hemiparesia causada por PC.

Games Health J, (27) en el 2018 también realizó un estudio enfocado en la aplicación de la realidad virtual en programas de entrenamiento de equilibrio en la práctica clínica, su objetivo se basó en determinar el efecto de los juegos de realidad virtual (VR) para mejorar el

equilibrio en diferentes grupos de pacientes neurológicos. Para esta investigación se realizó una revisión sistemática de ensayos controlados publicada entre enero de 2009 y diciembre de 2017 buscando en las bases de datos PubMed, SCOPUS, SPORTDiscus y Medline. Los estudios incluyeron pacientes con accidente cerebrovascular o enfermedad de Parkinson o niños con parálisis cerebral, obteniendo como resultado un total de 20 estudios que cumplieron los criterios de inclusión. Finalmente, esta revisión no mostro resultados significativo, sin embargo, deben ser revisados con mayor precaución debido a la diversidad de juegos y entrenamientos utilizados de realidad virtual.

5. MARCO TEORICO.

La parálisis cerebral afecta a un gran número de personas en la actualidad especialmente los niños/a, estos trastorno se considera la causa más común de discapacidad en el mundo (28), por lo tanto se realiza una descripción de la patología, causas, signos, síntomas y cómo evoluciona en una persona en el transcurso de su vida, para esto se tuvo en cuenta los tratamientos utilizados en la rehabilitación de pacientes con daño cerebral, dentro de estos se destaca la terapia convencional combinado con la realidad virtual como método para mejorar la calidad de vida de los paciente facilitando el desempeño social, educativo y personal. A continuación se describan las siguientes categorías

5.1 Parálisis cerebral.

La parálisis cerebral es un trastorno común que genera daño a nivel físico, cognitivo, mental, sensorial, emocional, de desarrollo o una combinación de éstos que afecta la interacción y participar plenamente en la sociedad y puede estar presente desde el nacimiento u ocurrir durante la vida de una persona. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011): “Más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En todo el mundo, las personas con discapacidad tienen peores resultados sanitarios, peores resultados académicos, una menor participación económica y unas tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidad. En parte, ello es consecuencia de los obstáculos que entorpecen el acceso de las personas con discapacidad a servicios que muchos de nosotros consideramos obvios, en particular la salud, la educación, el empleo, el transporte, o la información. Esas dificultades se exacerban en las comunidades menos favorecidas” (29).

Los niños con Parálisis Cerebral (incapacidad motora de origen central) que tienen trastornos motores sin un compromiso cognitivo significativo representan el 75% dentro del espectro de la incapacidad motora de origen central. Las formas espásticas hemipléjicas son las más frecuentes, junto con las dipléjicas y las que dentro de la detección temprana se benefician más de la intervención. La parálisis cerebral es la causa más común de discapacidad en niños, la incidencia se calcula entre 2-2.5/1000 nacidos vivos, la prevalencia varía entre 1-5/1000 bebés en los diferentes países. En centros donde los cuidados perinatales son óptimos y la asfixia perinatal es relativamente infrecuente la incidencia de parálisis cerebral en bebés a término se mantiene (17). Teniendo la parálisis cerebral una característica que es el periodo en la cual esta se puede desarrollar, ver (Tabla 1).

Tabla 1. Causas de la PC en función del período en el que se produce.

Periodo	Causa	Porcentaje de casos
Prenatal (durante el embarazo)	Infecciones maternas (sobre todo la rubeola), la radiación, la anoxia (déficit de oxígeno), y la diabetes materna.	70%
Perinatal (en el momento del parto)	Anoxia, asfíxia, traumatismo por fórceps, prematuridad, partos múltiples, y en general, todo parto que ocasiona sufrimiento al niño	20%
Postnatal (después del nacimiento)	Traumatismo craneales, infecciones, accidentes vasculares, accidentes anestésicos , deshidratación, etc.	10%
No aplicable	Genética, (PC heredada). En la mayoría de los casos ambos progenitores sufren de PC.	2%

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de Abdel-Hamid (2013), Online Mendelian Inheritance in Man (1999) y Stern Law Group (2014).

5.1.1 Clasificación de acuerdo a los protocolos diagnósticos terapéuticos de la AEP (asociación española de pediatría): neurología pediátrica.

La clasificación en función del trastorno motor predominante y de la extensión de la afectación, es de utilidad para la orientación del tipo de tratamiento, así como para el pronóstico evolutivo clasificada en formas clínicas y formas de aparición de PC. (Tabla 2). Otra forma de clasificación, según la gravedad de la afectación: leve, moderada, grave o profunda, o según el nivel funcional de la movilidad: nivel I-V según la GMFCS (Gross Motor Function Classification System).

- **Parálisis cerebral espástica:** Es la forma más frecuente. Los niños con PC espástica forman un grupo heterogéneo.
- **Tetraplejía espástica:** Es la forma más grave. Los pacientes presentan afectación de las cuatro extremidades. En la mayoría de estos niños el aspecto de grave daño cerebral es evidente desde los primeros meses de vida. En esta forma se encuentra una alta incidencia de malformaciones cerebrales, lesiones resultantes de infecciones intrauterinas o lesiones clásticas como la encefalomalacia multiquística.
- **Diplejía espástica:** Es la forma más frecuente. Los pacientes presentan afectación de predominio en las extremidades inferiores. Se relaciona especialmente con la prematuridad. La causa más frecuente es la leucomalacia periventricular.

- **Hemiplejía espástica:** Existe paresia de un hemicuerpo, casi siempre con mayor compromiso de la extremidad superior. La etiología se supone prenatal en la mayoría de los casos. Las causas más frecuentes son lesiones cortico-subcorticales de un territorio vascular, displasias corticales o leucomalacia periventricular unilateral.
- **Parálisis cerebral discinética:** Es la forma de PC que más se relaciona con factores perinatales, hasta un 60-70% de los casos. Se caracteriza por una fluctuación y cambio brusco del tono muscular, presencia de movimientos involuntarios y persistencia de los reflejos arcaicos. En función de la sintomatología predominante, se diferencian distintas formas clínicas: a) forma coreoatetósica, (corea, atetosis, temblor); b) forma distónica, y c) forma mixta, asociada con espasticidad. Las lesiones afectan de manera selectiva a los ganglios de la base.
- **Parálisis cerebral atáxica:** Desde el punto de vista clínico, inicialmente el síntoma predominante es la hipotonía; el síndrome cerebeloso completo con hipotonía, ataxia, dismetría, incoordinación puede evidenciarse a partir del año de edad. Se distinguen tres formas clínicas: diplejía atáxica, ataxia simple y el síndrome de desequilibrio. A menudo aparece en combinación con espasticidad y atetosis. Los hallazgos anatómicos son variables: hipoplasia o disgenesia del vermis o de hemisferios cerebelosos, lesiones clásticas, imágenes sugestivas de atrofia, hipoplasia pontocerebelosa.
- **Parálisis cerebral hipotónica:** Es poco frecuente. Se caracteriza por una hipotonía muscular con hiperreflexia osteotendinosa, que persiste más allá de los 2-3 años y que no se debe a una patología neuromuscular. Parálisis cerebral mixta. Es relativamente frecuente que el trastorno motor no sea “puro”. Las asociaciones de ataxia y distonía con espasticidad son las formas más comunes (30).

Tabla 2. Formas clínicas y formas de aparición de PC.

Formas clínicas de parálisis cerebral	Formas de aparición
<ul style="list-style-type: none"> ● Parálisis cerebral espástica 	Tetraplejía (tetraparesia) Diplejía (diparesia) Hemiplejía (hemiparesia) Triplejía (triparesia) Monoparesia
<ul style="list-style-type: none"> ● Parálisis cerebral discinética 	Forma coreoatetósica Forma distónica Forma mixta

● Parálisis cerebral atáxica	Diplejía atáxica Ataxia simple Síndrome de desequilibrio
● Parálisis cerebral hipotónica	
● Parálisis cerebral mixta	

Fuente de Formas clínicas de parálisis cerebral: elaboración propia a partir de los datos de asociación española de pediatría.

5.2 Realidad virtual.

Se entiende por realidad virtual (RV) aquella tecnología computarizada que proporciona *feedback* sensorial artificial, donde los usuarios obtienen experiencias similares a actividades y eventos que acontecen en la vida real, este proporciona un aprendizaje motor en las tres dimensiones del espacio, correspondiente al movimiento que se realiza en el mundo real (31).

Las características que definen a los sistemas de RV son la interacción que se consigue a través de diversos canales multisensoriales (vista, oído, tacto e incluso olfato) y la inmersión que es el grado en que la persona se siente envuelto en el entorno virtual, ambas características definen el «grado de presencia» que es la sensación de «estar allí» en el cual se necesita un elevado grado de este para conseguir manipular los procesos cognitivos que intervienen en el control motor, por tanto, se obtendrá mayor compromiso del usuario con el sistema cuanto más inmerso sea en el mismo (32).

La realidad virtual posee tres elementos claves que intervienen en el aprendizaje motor:

- Repetición: La plasticidad es dependiente de la práctica. La repetición mejora el aprendizaje de habilidades motoras y funcionales.
- Feedback sensorial: Es sabida la importancia de la estimulación multisensorial en la rehabilitación de los niños con PC ya que se trata de una afectación global. Con el trabajo a través de diferentes canales, se obtiene un máximo desarrollo de las redes neuronales. Los entornos virtuales proporcionan una masiva e intensiva estimulación sensoriomotriz, necesaria para inducir una reorganización cerebral.
- Motivación del sujeto: Se consigue al enfocar las diferentes actividades que conforman la terapia del sujeto de una manera amena y atractiva (11).

5.2.1 Sistemas de realidad virtual empleados en neurorrehabilitación.

Existen tres grandes grupos de sistemas de realidad RV en función del tipo de interacción que ofrecen entre la persona y el sistema: basados en gestos, Feedback y en el contacto (sensaciones hápticas) (33). Han sido empleados en neurorrehabilitación:

- IREX (Interactive rehabilitation and exercise Systems, Gesture Tek). Sistema inmersivo de RV que integra la imagen del paciente en una escena virtual, el cual puede verse a sí mismo moviéndose e interactuando con objetos virtuales a tiempo real. Permite diseñar programas de ejercicios interactivos para articulaciones individuales, movimientos combinados o funcionales de todo el cuerpo. No requiere el uso de otros dispositivos, por lo que permite total libertad de movimiento.
- Mandala Gesture Xtreme (Vivid Group). Sistema inmersivo de RV basado en el movimiento del usuario, al que traslada dentro de experiencias virtuales. Permite el movimiento activo libre del usuario sin necesidad de otros dispositivos. El grupo de Vivid ha creado diferente software para ejecutar en su sistema Mándala GX: 5 de entretenimiento, 7 títulos educativos, 9 de deportes y 6 de «teatro virtual». Permite la opción multijugador.
- CAVE (Fakespace). Habitación con un suelo y tres paredes (una frontal y dos laterales) sobre cuyas superficies se proyectan imágenes en 3D a alta resolución, creando la ilusión de estar dentro del entorno virtual. Sistema inmersivo, equipado con un dispositivo capaz de medir el control postural reactivo, registrando el movimiento del cuerpo. Permite varios usuarios.
- BNAVE (Balance Near Automatic Virtual Environment). Es un sistema inmersivo con imágenes estereoscópicas, en el que se proyecta el entorno virtual sobre todo el campo de visión del paciente, quien se encuentra colocado sobre una plataforma de fuerzas en el centro de la habitación virtual. Los datos registrados por el BNAVE son el movimiento de la cabeza, el centro de presión del pie y señales electromiográficas.
- Sistemas hápticos: Son aquellos que utilizan robots para generar interacción entre el usuario y la realidad virtual. NJIT-RAVR, GENTLE-S, MIT-Manus, PneuWREX, RTGERS MASTER II-ND y DATA GLOVES, proporcionan efectos hápticos durante las actividades de miembro superior en entornos virtuales. LOKOMAT (Hocoma) y CAREN System (Motek) son sistemas diseñados para facilitar el entrenamiento de la marcha, y ambos pueden ser integrados con RV presentando escenarios virtuales de marcha en una pantalla frente al sujeto (11).

5.2.2 Sistemas de bajo coste. Se han utilizado en neurorrehabilitación:

- Wii (NINTENDO): La consola Wii de Nintendo es un videojuego interactivo y basado en el movimiento. El jugador es representado por un avatar dentro del entorno virtual. Un control

remoto que se sostiene en la mano mide los movimientos del jugador y estos son trasladados a la pantalla; este control remoto detecta cambios en la aceleración y la orientación, y el sistema ajusta el feedback de acuerdo con ello. El control remoto de Wii proporciona feedback háptico y los juegos abundantes feedback visual y auditivo, la oportunidad de participar varios jugadores y diferentes niveles de dificultad. Posee diferentes aplicaciones: Wii Sports, Wii Fit (Balance Board).

- PlayStation (SONY): La aplicación EyeToy y el mando Move permiten al usuario entrar en contacto con infinidad de experiencias virtuales.
- Xbox (MICROSOFT): Su sistema Kinect permite al usuario jugar sin mando y por tanto moverse libremente el cuerpo. Utiliza un sensor de movimiento que controla todo el cuerpo (11).

5.3 Terapia Convencional:

Tratamiento que los profesionales de la salud usan considerablemente. Se distingue de los tratamientos alternativos o complementarios, en que estos no se usan tan ampliamente. La fisioterapia convencional ofrece una alternativa terapéutica para la curación y paliación de síntomas y dolencias, tanto agudas como crónicas. Dentro de sus técnicas no sólo encontramos el masaje que está compuesto por un conjunto de técnicas que componen el tratamiento puede ser diverso: estiramientos, movilizaciones, manipulaciones, ejercicios terapéuticos, técnica de Jones, miofascial, drenaje linfático, etc (34).

La fisioterapia convencional está dirigida a inhibir la actividad refleja, el tono anormal y la estipulación del desarrollo neuropsicomotor en las personas con desórdenes neurológicos (35). Está formada por tres fases (preparación, activación y función), siendo la primera fase la preparación por medio de la técnica de movilización de tejidos blandos que es un método de masajes enfocados en el relajamiento y/o eliminación de puntos gatillos en el tejido muscular. Un punto gatillo es una contracción de varias fibras del musculo causando un nudo, dolor y frecuentemente limitación del movimiento. Hay puntos gatillos activos que se sienten sin la palpación y hay otros pasivos que solamente duelen cuando el punto es palpado. Los puntos activos provocan el dolor crónico. Aparte de relajar la tensión muscular, la movilización de tejidos blandos también mejora la circulación, el rango de movimiento alrededor de las articulaciones y alivia estrés (36).

La segunda fase era la activación a través de la técnica de descargas de peso la cual se basa en la comprensión del movimiento normal, utilizando todos los canales perceptivos para facilitar

los movimientos, y las posturas selectivas que aumenten la calidad de la función. Esta fase modifica los patrones dominantes de movimiento, asegura la distribución normal del tono y la graduación normal de inervación recíproca. Se trata de una técnica que inhibe el tono y los patrones de movimiento anormales, Facilitando el movimiento normal y estimulando en casos de hipotonía o inactividad muscular (37), también en esta fase se realiza estimulación propioceptiva técnica que permite inhibir los esquemas de movimiento patológico e influye en el tono muscular, se activan las reacciones de enderezamiento y equilibrio por medio de estímulos repetitivos de puntos específicos (puntos claves) de tal manera que el paciente responda activamente con las reacciones deseadas. Gracias a estas técnicas el paciente adquiere una experiencia sensoriomotriz normal de los movimientos de forma automática (38).

6 HIPOTESIS.

Tabla 3. Hipótesis.

INVESTIGACION	El uso del tratamiento fisioterapéutico junto con la realidad virtual mejoran los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral
ALTERNATIVA	El uso del tratamiento fisioterapéutico junto con la realidad virtual mejoran las alteraciones posturales pero no aumenta los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral.
NULA	El uso del tratamiento fisioterapéutico junto con la realidad virtual no mejoran los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral

Fuente de hipótesis: elaboración propia.

7 VARIABLES

7.2 Tabla 4. Definición conceptual de las variables

Tratamiento convencional	Tratamiento con realidad virtual	Rangos de movilidad
Tratamiento que los profesionales de la salud aceptan y usan considerablemente. Se	Entendemos por realidad virtual (RV) aquella tecnología computarizada que proporciona <i>feedback</i> sensorial artificial, donde los usuarios obtienen experiencias	Es la cantidad de flexibilidad permitida por una articulación la cual se mide en grados de un

distingue de los tratamientos alternativos o complementarios, en que estos no se usan tan ampliamente (39).	similares a actividades y eventos que acontecen en la vida real, este proporciona un aprendizaje motor en las tres dimensiones del espacio, correspondiente al movimiento que se realiza en el mundo real (31).	ángulo desde el punto inicial al punto final del posible movimiento (40).
---	---	---

Fuente de definición conceptual de variables: elaboración propia a partir de los datos del estudio de fundamentos de las técnicas de evolución.

7.3 Tabla 5. Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR
Rangos de movilidad	Patología de base	Parálisis Cerebral
Tratamiento convencional	A través de tres fases	Movilización de tejidos blandos
		Descargas de pesos
		Función encaminada a una tarea
Tratamiento con realidad virtual	Utilización del Kinect, el cual constaba de 4 juegos	Rana
		Canasta
		Cesta
		Piscina

Fuente de Operacionalización de variables: elaboración propia a partir de los datos de las intervenciones realizadas.

8 METODOLOGIA DE INVESTIGACION.

8.2 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.

Esta investigación es un estudio de serie de casos de tipo observacional, cuenta con una evaluación de inicio y una reevaluación final con el fin de demostrar la efectividad de la realidad virtual combinado con el tratamiento convencional como método de tratamiento para aumentar los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral.

8.3 POBLACIÓN Y MUESTRA.

Para esta investigación se tuvieron en cuenta la población de niños con parálisis cerebral en la ciudad de Sincelejo, de los cuales se seleccionaron 4 pacientes menores de 18 años escogidos aleatoriamente, intervenidos desde los meses de julio hasta octubre del año 2019. Para esta selección se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Diagnóstico médico de parálisis cerebral.
- Menores de 18 años.
- Gross Motor en nivel II (camina sin aparatos de ayuda; limitaciones caminando afuera y en la comunidad) y III (camina con la asistencia de aparatos de movilidad; limitaciones en caminando afuera y en la comunidad).
- Realización de marcha con dificultad.
- Nivel cognitivo moderado-alto.

Criterios de exclusión:

- Tono muscular fluctuante.
- Comorbilidades

Caso 1:

Paciente masculino de 15 años de edad, con diagnóstico médico de parálisis cerebral atáxica, con antecedentes perinatales de sufrimiento fetal, antecedentes quirúrgicos de liberación de tendones en miembros inferiores (tendón de Aquiles), alteraciones de la sensibilidad con hiperestesia en S1, L3, L4, falta de visualización en el ojo derecho, reflejos patológicos

positivos (Babinski, Chaddock, Oppenheim), según la Gross Motor se encuentra en un nivel II (camina sin aparatos de ayuda; limitaciones caminando afuera y en la comunidad), flexibilidad muscular normal. Teniendo en cuenta la goniometría.

Caso 2:

Paciente femenina de 10 años de edad, con diagnóstico médico de parálisis cerebral espástica, con antecedentes perinatales de sufrimiento fetal, antecedentes postnatales de epilepsia + estancia en UCIN por 15 días, según las medidas antropométricas existe acortamiento óseo en el miembro inferior izquierdo de 5cm en comparación con el derecho, se hayan retracciones en los músculos psoas iliaco, glúteo mayor, glúteo medio y aductores. Según la Gross Motor se encuentra en un nivel II (camina sin aparatos de ayuda; limitaciones caminando afuera y en la comunidad), flexibilidad muscular normal y goniometría sin alteraciones considerables.

Caso 3:

Paciente masculino de 15 años de edad con diagnóstico de secuelas de parálisis cerebral debido a angiopatía proliferativa molla molla, con antecedente de cirugía reconstructiva múltiple de miembro inferior izquierdo. Según las medidas antropométricas existe acortamiento óseo en el miembro superior izquierdo de 6cm en comparación con el derecho y en el miembro inferior izquierdo de 3 cm en comparación con el derecho. En la escala de ashworth presento una puntuación de 1 (Hipertonía leve: consiste en un aumento del tono muscular, ya sea mediante flexión o extensión. Puede observarse a través de la palpación o la relajación e implica cierta resistencia al final del arco del movimiento muscular.), reflejo patológico de babinski positivo en hemicuerpo izquierdo. No realiza posición de arrodillado ni semiarrodillado. Al realizar la evaluación de goniometría se encontró: en su miembro superior izquierdo retracciones en los músculos; pronador redondo, pronador cuadrado, supinador corto y largo, los cuales presentaron un rango de movilidad articular de 0° (valor normal 0°-90°), el bíceps braquial presento un rango de movilidad de 20°- 132° (valor normal 0°- 155°) y el grupo flexor de muñeca permanece estable en un rango de flexión de 70° (valor normal 0°- 90°). En su miembro inferior izquierdo se encontraron retracciones en los músculos psoas mayor porción iliaca, con un rango de 0°- 65° (valor normal 0°- 125°), glúteo medio y sartorio con un rango de 0° a 20° (valor normal 0°- 45°), los músculos gastronemios, tibial anterior, tibial posterior y peroneos no presentaron rango de movilidad articular (0°).

Caso 4:

Paciente masculino de 9 años de edad con diagnóstico de parálisis cerebral. Según las medidas antropométricas se encontró: acortamiento muscular en miembro inferior izquierdo de una diferencia de 3 cm con respecto al lado derecho. No realiza la posición semiarrodillado y según la Gross motor el paciente se encuentra en un nivel 2 (camina sin aparatos de ayuda; limitaciones caminando afuera y en la comunidad). Según la valoración de goniometría se encontraron retracciones en los músculos paravertebrales de 0°-20° donde el rango normal es de 0°- 30°, y en el miembro inferior derecho: presenta retracción en psoas y porción iliaca de 0°- 60° siendo el valor normal de 0°- 125°, y en el miembro inferior izquierdo de 0°-50°, en el musculo glúteo mayor presenta retracción de 0°- 5° en ambos miembros siendo el valor normal de 0°- 20°, en los músculos abductores en su miembro inferior derecho presenta un rango de movilidad articular de 0°- 25° siendo el valor normal 0°- 45°, y en el regreso del movimiento (músculos abductores) presentaron un rango de 25°- 0°, en cuanto al grupo rotador externo de cadera en el miembro derecho no presenta movilidad articular (0°) y en el izquierdo tubo un rango de 0° - 10° siendo el valor normal de 0° - 45°, en los músculos isquiotibiales presenta una retracción de 0°- 80° tomando como referencia el valor normal de 0- 145°, en los músculos cuádriceps presenta un rango de movilidad de 80°- 0°; en los movimientos de cuello de pie se presentaron retracciones en los músculos gastronemios en un arco de 40°- 30° en ambos miembros (inicia con 40° de plantiflexion) siendo el valor normal 0°-25°, en el musculo tibial anterior presento un grado de 40°- 45° tomando como referencia el valor normal de 0°- 45° en ambos miembros; en los peroneos tuvo un rango de 0°- 10° en ambos miembros siendo el valor normal de 0°- 40°.

8.3 METODO DE RECOLECCION DE LA INFORMACION.

Los datos fueron obtenidos mediante un formato de evaluación neuropediátrica complementada con la escala de Ashworth modificada, el protocolo de evaluación ortopédica (registro de amplitud del movimiento) y prueba muscular, las cuales se describen abajo.

El protocolo de evaluación ortopédica que consto de la prueba muscular la cual sirve para evaluar el flujo de energía a través de los meridianos y sus alteraciones, producidas por estresores tanto físicos como emocionales y el registro de amplitud de movimiento o goniómetro que sirve para medir de manera objetiva el rango de movimiento articular. El registro de amplitud de movimiento es una técnica muy utilizada en Kinesiología Humana,

que tiene parámetros establecidos para cada movimiento por articulación graduado en 180° o 360°. Existen varios tipos de registros de amplitud de movimiento (goniómetro) aplicables en función de la anatomía de las articulaciones a evaluar y de los movimientos que se está midiendo. Este goniómetro está formado por dos brazos articulados que se unen en el centro de un semicírculo graduado. Si bien existen diferentes convenciones en la medición, la técnica general consiste en ubicar los brazos del registro de amplitud de movimiento sobre el eje medio de los huesos proximal y distal de la articulación a explorar, localizando el centro del registro de amplitud de movimiento sobre el eje de flexión articular el cual se determina tras realizar suaves movimientos de flexión y extensión (41).

Para realizar una prueba muscular en general, se deben tener en cuenta ciertas premisas: conocer las posibilidades normales de cada articulación en los tres planos del espacio, para lo que es necesario conocer de qué depende esa amplitud de movimiento: elasticidad de la cápsula y ligamentos articulares, distensión de los músculos antagonistas, con-tacto de las partes blandas y tope óseo entre las dos palancas. Hay otros determinantes, importantes a tener en cuenta, como son: el tipo de movimiento realizado: pasivo, activo, forzado, aparición de dolor durante el recorrido articular. Aplicación de resistencia y existencia de movimientos anormales o desviaciones axiales. Es útil en la evaluación de los pacientes con limitación funcional articular y es empleada con frecuencia para la evaluación de ángulos articulares con distintos fines como determinar la presencia de disfunción, establecer el diagnóstico, documentar progreso, modificar tratamiento o dar el alta médica (42). Teniendo en cuenta que las notas para calificar prueba muscular son:

- (0) Nulo. (Sin actividad). (O).
- (1) Vestigios de actividad. (V).
- (2) Deficiente. (D).
- (3) Regular. (R).
- (4) Bueno. (B).
- (5) Normal. (N).

La evaluación neuropsiquiátrica se realiza en forma transversal, su valoración consta por la inspección general en la cual se describe la consciencia, postura, grado de alerta, exploración de cabeza, cara y cuello, en el sistema músculo-esquelético se observa la fuerza, sensibilidad, marcha, en el nivel de desarrollo psicomotor se describe el comportamiento, actitud, lenguaje,

capacidad de adaptación, habilidad motora; esta evaluación se realiza con el objetivo de evaluar la integridad del sistema nervioso central y periférico (43).

La escala de Ashworth, también denominada escala de espasticidad de Ashworth, es un instrumento diagnóstico utilizado para medir el tono y la espasticidad muscular, es decir, la capacidad que tienen los músculos para mantenerse ligeramente contraídos. Esta escala fue originalmente creada por Ashworth en 1964 y, posteriormente, en 1989 fue modificada por Bahannon y Smith en lo que se conoce actualmente como la escala de Ashworth modificada, esta nueva versión mide mejor la hipertonia muscular y contiene cinco ítems principales, en una graduación de 0 a 4. Al ser una escala de valoración subjetiva, la puntuación depende de la apreciación personal del profesional sanitario que la aplica, tras observar al paciente, el profesional deberá asignar valores de 0 a 4, con el siguiente significado:

0: Tono muscular normal, ausencia total de incremento del tono muscular.

1: Hipertonía leve: consiste en un aumento del tono muscular, ya sea mediante flexión o extensión. Puede observarse a través de la palpación o la relajación e implica cierta resistencia al final del arco del movimiento muscular.

1+: Leve aumento en la resistencia de la respuesta muscular al movimiento en flexión o extensión, seguida de una mínima resistencia en todo el resto del arco de recorrido (menos de la mitad). Este ítem complementa el anterior.

2: Hipertonía moderada: este ítem implica un notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco del movimiento articular, a pesar de que la articulación se mueve con facilidad y no limita en exceso su movimiento.

3: Hipertonía intensa: consiste en un marcado aumento de la resistencia muscular e implica que el movimiento pasivo se ejecuta con dificultad.

4: Hipertonía extrema: este último ítem implica que las partes afectadas están completamente rígidas, en flexión o extensión, incluso cuando se mueven de forma pasiva (44).

Según un estudio realizado por Carolina Arturo Agredo Fisioterapeuta de la Universidad del Valle acerca de la Validación Escala de Ashworth modificada la cual afirma la fidelidad del instrumento mencionado para evaluar la espasticidad, de tal manera que un grupo

interdisciplinario que maneje un determinado paciente, pueda compartir la calificación e identificar el significado de la misma en un determinado momento y con un propósito; siendo La Escala Modificada de ASHWORTH un instrumento que ayude a unificar criterios de evaluación para la calificación de la espasticidad en los pacientes neurológicos (45).

8.4 PROCEDIMIENTO.

El siguiente proyecto estuvo enmarcado por las siguientes fases:

Fase 1:

Se realizó una revisión sistemática acerca de la información relacionada con el tratamiento fisioterapéutico y la realidad virtual en niños con parálisis cerebral, obtenida esta bibliografía se planteó la propuesta investigativa.

Fase 2:

Se llevó a cabo la selección de los participantes, teniendo en cuenta los respectivos criterios de inclusión y exclusión, se le explico detalladamente a los padres en qué consistía el proyecto, una vez realizado procedieron a firmar un consentimiento informado.

Fase 3:

Se inició con una evaluación neuropediátrica (escala de Ashworth, Gross Motor y otras) y se aplicó una evaluación ortopédica (Goniometría) a los cuatro pacientes escogidos (Caso1, Caso 2, Caso 3, Caso 4) con el objetivo de medir arcos de movilidad articular, cuyos datos fueron ingresados a un software Smart Rehab que facilita el análisis de los resultados. De acuerdo a los hallazgos clínicos encontrados se planteó el protocolo de intervención.

Fase 4:

La intervención se llevó a cabo en el laboratorio de neurorrehabilitación ubicado en la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre (Sede C) Sincelejo-Sucre. El protocolo estuvo conformado por un total de 40 sesiones, donde una sesión se dividía en tres etapas, en la primera se preparaba al paciente con movilizaciones de tejidos blandos según el segmento corporal a tratar, esta fase se complementaba con la estimulación de la sensibilidad por medio de las texturas en un tiempo aproximado de media hora. En la segunda etapa (activación) se ejecutaban diferentes acciones, como lo eran las transferencias de pesos, utilización del

fitball, realización de las diferentes transiciones (bajas o altas de acuerdo al objetivo de la sesión). Etc., ésta tenía un tiempo próximo a 45 minutos. La última etapa (función) consistía en la ejecución de los juegos del software, los menores realizaban varias repeticiones de los dos juegos programados inicialmente, pero para avanzar a otro nivel o un juego distinto dependía del progreso de ellos.

Fase 5:

Una vez terminada la intervención se reevaluaron los pacientes recolectando los datos en las tablas dadas por el dominio osteomuscular para correlacionar los resultados arrojados con las escalas utilizadas en la evaluación inicial.

9 RESULTADOS.

A continuación encontraremos el registro de movimiento articular de los cuatro pacientes destacados en el estudio antes de iniciar el tratamiento fisioterapéutico y después de este, para este análisis se realizó una tabla donde se tuvo en cuenta el segmento a evaluar, sus respectivos movimientos y los rangos de movimientos normales de cada miembro; también muestra los valores de movimiento articular de ambos miembros (derecho e izquierdo) obtenidos en la evaluación inicial y los resultados después de llevar a cabo el tratamiento fisioterapéutico en los pacientes, lo que facilita observar si el paciente aumento su rango de movimiento articular o de lo contrario no mejoro su amplitud de movimiento.

9.2 **Tabla 6. Registró de amplitud de movimiento.**

SEGMENTO	MOVIMIENTO	Caso #1 (M)				Caso #2 (N)				Caso #3 (J)				Caso #4 (F)			
		Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después	
		Der.	Izq.	Der.	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq	Der	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.
HOMBRO	Flexión (0°-180°)	0°-180°	0°-175°	0°-180°	0°-175°	0°-170°	0°-170°	0°-180°	0°-180°	0°-180°	0°-161°	0°-180°	0°-180°	0°-170°	0°-170°	0°-170°	0°-170°
	Extensión (0°-60°)	0°-55°	0°-50°	0°-60°	0°-55°	0°-60°	0°-60°	0°-60°	0°-60°	0°-50°	0°-42°	0°-60°	0°-60°	0°-50°	0°-50°	0°-50°	0°-50°
	Abd (0°-180°)	0°-180°	0°-180°	0°-180°	0°-180°	0°-175°	0°-175°	0°-180°	0°-180°	0°-135°	0°-25°	0°-172°	0°-168°	0°-170°	0°-170°	0°-170°	0°-170°
	Add (0°-40°)	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-40°	0°-30°	0°-27°	0°-40°	0°-40°	0°-30°	0°-30°	0°-30°	0°-30°
	Rot. Externa (0°-90°)	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-85°	0°-85°	0°-90°	0°-90°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°	0°-80°

	Rot. Interna (0°-90°)	0°-80°	0°-80 °	0°-80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°-8 0°	0°-8 0°	0°-8 0°
TRONCO	Flexión (0°-90°)	0°-90°	0°-90 °	0°-90°	0°- 90°	0°- 60°	0°- 60°	0°- 70°	0°- 70°	0°- 87°	0°- 87°	0°- 87°	0°- 87°	0°- 80°	0°-8 0°	0°-8 0°	0°-8 0°
	Extensión (0°-30°)	0°-25°	0°-25 °	0°-30°	0°- 30°	0°- 25°	0°- 25°	0°- 30°	0°- 30°	0°- 20°	0°- 20°	0°- 26°	0°- 26°	0°- 25°	0°-2 5°	0°-3 0°	0°-3 0°
	Inclinación lateral(0°-45°)	0°-45°	0°-45 °	0°-45°	0°- 45°	0°- 35°	0°- 35°	0°- 43°	0°- 43°	0°- 45°	0°- 35°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°-4 5°	0°-4 5°	0°-4 5°
	Rotación (0°-45°)	0°-45°	0°-45 °	0°-45°	0°- 45°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 20°	0°- 20°	0°- 25°	0°- 23°	0°- 36°	0°- 36°	0°- 45°	0°-4 5°	0°-4 5°	0°-4 5°
CODO	Flexión (0°-155°)	0°-74°	0°-74 °	0°-150 °	0°-1 50°	0°-1 50°	0°-1 50°	0°-1 53°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 50°	20°-1 32°	0°-15 0°	8°-1 50°
	Extensión (0°-155°)	0°-74°	0°-74 °	0°-150 °	0°-1 50°	0°-1 50°	0°-1 50°	0°-1 53°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 55°	0°-1 50°	20°-1 32°	0°-15 0°	8°-1 50°
ANTEBRAZO	Supinación (0°-90°)	0°-74°	0°-75 °	0°-88°	0°- 88°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°	0°-9 0°	0°
	Pronación (0°-90°)	0°-74°	0°-75 °	0°-88°	0°- 88°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 85°	0°	0°-9 0°	0°
MUÑECA	Flexión (0°-90°)	0°-90°	0°-90 °	0°-90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 40°	70°	0°-8 0°	70°
	Extensión (0°-80°)	0°-80°	0°-80 °	0°-80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 50°	70°	0°-5 0°	70°
	Desviación Radial (0°-15°)	0°-15°	0°-15 °	0°-15°	0°- 15°	0°- 10°	0°- 10°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 15°	0°-1 5°	0°-1 5°	0°-1 5°
	Desviación Cubital (0°-45°)	0°-45°	0°-45 °	0°-45°	0°- 45°	0°- 40°	0°- 40°	0°- 40°	0°- 40°	0°- 40°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°-4 5°	0°-4 5°	0°-4 5°

CADERA	Flexión (0°-125°)	0°-110 °	0°-11 0°	0°-125 °	0°-1 25°	0°-1 05°	0°-1 05°	0°-1 20°	0°-1 20°	0°- 60°	0°- 50°	0°- 81°	0°- 63°	0°- 70°	0°-6 5°	0°-10 5°	0°-1 12°
	Extensión (0°-20°)	0°-14°	0°-15 °	0°-20°	0°- 19°	0°- 10°	0°- 10°	0°- 18°	0°- 15°	0°- 6°	0°- 5°	0°- 10°	0°- 10°	0°- 15°	0°-1 0°	0°-1 8°	0°-1 5°
	Abd (0°-45°)	0°-25°	0°-25 °	0°-40°	0°- 35°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 25°	0°- 25°	0°- 33°	0°- 32°	0°- 20°	0°-2 0°	0°-4 0°	0°-2 5°
	Add (45°-0°)	0°-25°	0°-25 °	0°-40°	0°- 35°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 45°	0°- 25°	0°- 25°	0°- 33°	0°- 32°	0°- 20°	0°-2 0°	0°-4 0°	0°-2 5°
	Rot Interna (0°-45°)	0°-45°	0°-45 °	0°-45°	0°- 45°	0°- 20°	0°- 40°	0°- 40°	0°- 45°	0°- 19°	0°- 20°	0°- 30°	0°- 28°	0°- 18°	0°	0°-2 0°	0°-9 °
	Rot Externa (0°-45°)	0°-45°	0°-45 °	0°-45°	0°- 45°	0°- 20°	0°- 30°	0°- 30°	0°- 35°	0°	0°	0°- 10°	0°- 10°	0°- 20°	0°	0°-2 8°	0°-8 °
RODILLA	Flexión (0°-145°)	0°-135 °	0°-14 0°	0°-145 °	0°-1 45°	0°-1 35°	0°-1 35°	0°-1 45°	0°-1 45°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 90°	0°- 90°	0°-1 30°	0°-12 0°	0°-13 0°	0°-1 20°
	Extensión (145°-0°)	0°-135 °	0°-14 0°	0°-145 °	0°-1 45°	0°-1 35°	0°-1 35°	0°-1 45°	0°-1 45°	0°- 80°	0°- 80°	0°- 90°	0°- 90°	0°- 50°	0°-7 0°	0°-5 0°	0°-7 0°
TOBILLO	Dorsiflexión (0°-25°)	0°-11°	0°-11 °	0°-20°	0°- 20°	0°-2 0°	0°-2 0°	0°-2 5°	0°-2 5°	0°- 10°	0°- 10°	0°- 15°	0°- 20°	60° -50 °	70°	50°-7 0°	70°
	Plantiflexion (0°-45°)	0°-25°	0°-25 °	0°-40°	0°-4 0°	0°-3 5°	0°-3 5°	0°-4 0°	0°-4 5°	40° -45 °	40° -45 °	30° -20 °	30° -20 °	0°- 5°	70°	0°-20 °	70°
	Inversión (0°-40°)	0°-15°	0°-15 °	0°-40°	0°- 40°	0°-3 5°	0°-3 5°	0°-4 0°	0°-4 0°	0°- 20°	0°- 10°	0°- 30°	0°- 20°	0°- 30°	0°	0°-3 0°	0°-4 °
	Eversión (0°-20°)	0°-20°	0°-18 °	0°-20 °	0°-1 8°	0°-1 5°	0°-1 5°	0°-2 0°	0°-2 0°	0°- 15°	0°- 15°	0°- 20°	0°- 20°	0°-2 0°	0°	0°- 20°	0°-5°

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se muestra los resultados del registro de amplitud de movimiento realizada a los diferentes pacientes, las cuales fueron tomadas al iniciar y finalizar el tratamiento, estos representan la amplitud del movimiento correspondiente a cada articulación tanto de miembros superiores como de miembros inferiores. Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar los distintos cambios que se obtuvieron con la rehabilitación en cada paciente, a continuación, se realizara una breve descripción de cada uno y de sus avances, donde serán mencionadas las articulaciones que obtuvieron un avance significativo es decir que presentaron un aumento mayor o igual a 10° :

- **Caso #1** al iniciar el tratamiento el segmento del hombro se encuentra dentro de los rangos normales, la articulación del codo el rango de movimiento de flexión es (0° - 155°), y de extensión (155° - 0°), al iniciar presento un rango de (0° - 74°) y al finalizar (0° - 150°) lo cual refleja un aumento de 76° tanto para flexión como extensión de codo bilateralmente, así mismo para el segmento del antebrazo encontramos que para al movimiento de supinación el rango normal es (0° - 90°) y de pronación (0° - 90°), al iniciar se obtuvo un rango de (0° - 74°) y al finalizar (0° - 88°) mostrando un aumento de 14° para ambos movimientos bilateralmente; en los miembros inferiores en el segmento de la cadera su rango normal de flexión es (0° - 125°), al iniciar se obtuvo un rango de (0° - 110°) y al finalizar (0° - 125°) reflejando un aumento de 15° bilateralmente, con respecto a los movimientos de Abd rango normal es (0° - 45°) y Add (45° - 0°) al iniciar el tratamiento presento un rango de (0° - 25°) bilateralmente y al finalizar (0° - 40°) del miembro derecho y (0° - 35°) del miembro izquierdo, mostrando un aumento de 15° del miembro derecho y 10° del izquierdo. Con respecto a la articulación de rodilla tenemos que su rango normal de flexión es (0° - 145°) y de extensión (145° - 0°), al iniciar el tratamiento se obtuvo un rango de (0° - 135°) del miembro derecho y al finalizar (0° - 140°) arrojando un aumento de 10° y para la articulación de tobillo tenemos que al movimiento de plantiflexion donde su rango normal es (0° - 45°) el paciente al iniciar el tratamiento obtuvo un rango de (0° - 25°) y al finalizar (0° - 40°) mostrando un aumento de 15° bilateralmente , al movimiento de inversión su rango es (0° - 40°) al iniciar el tratamiento se obtuvo un rango de (0° - 15°) y al finalizar (0° - 40°) mostrando un aumento de 25° bilateralmente.
- **Caso #2** al iniciar el tratamiento en la articulación de hombro donde el rango normal de flexión es de (0° - 180°), al iniciar se obtuvo un rango de (0° - 170°) y al finalizar de (0° - 180°) mostrando así un aumento de 10° bilateral, encontramos también que para el movimiento de rotación interna siendo su rango normal de (0° - 90°) al iniciar se obtuvo un

rango de (0°-80°) y al finalizar de (0°-90°) con un aumento de 10° bilateral, para el segmento de tronco encontramos que su rango normal al movimiento de flexión es (0°-90°) al iniciar obtuvo un rango de (0°-60°) y al finalizar de (0°-70°) mostrando así un aumento de 10°, en cuanto a los miembros inferiores encontramos que para el segmento de la cadera al movimiento de flexión su rango normal es de (0°-125°), al iniciar presento un rango de (0°-105°) y al finalizar de (0°-120) mostrando un aumento de 15° bilateral, en cuanto al movimiento de rotación interna su rango normal es (0°-45°) al iniciar obtuvo un rango de (0°-20°) bilateral y al finalizar un rango de (0°-40°) para el miembro derecho y para el izquierdo un rango de (0°-45°) arrojando así un aumento de 20° para el miembro derecho y 25° para el izquierdo, a la rotación externa tenemos que su rango normal es de (0°-45°) al iniciar para el miembro derecho presento un rango de (0°-20°) y al finalizar de (0-30°) mostrando así un aumento de 10°, para la articulación de la rodilla su rango normal de flexión es de (0°-145°) y de extensión es (145°-0°), al iniciar se obtuvo un rango de (0°-135°) y al finalizar de (0°-145°) teniendo así un aumento de 10° bilateral, finalmente la articulación del tobillo para el movimiento de plantiflexión tiene un rango normal de (0°-45°) y al iniciar el tratamiento el miembro izquierdo obtuvo un rango de (0°-35°) y al finalizar de (0°-45°) arrojando un aumento de 10°.

- **Caso #3** al iniciar el tratamiento en la articulación de hombro para el movimiento de flexión su rango normal es (0°-180°), al iniciar se obtuvo un rango en el miembro izquierdo de (0°-161°) y al finalizar de (0°-180°) presentando un aumento de 19°, para el movimiento de extensión es de (0°-60°), al iniciar para el miembro derecho presento un rango de (0°-50°) y para el izquierdo de (0°-42°) y al finalizar (0°-60°) bilateral, teniendo así un aumento de 10° para el miembro derecho y 18° para el izquierdo, para el movimiento de Abd su rango normal es (0°-180°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-135°) para el derecho y de (0°-125°) para el izquierdo y al finalizar de (0°-172°) para el derecho y (0°-168°) para el izquierdo obteniendo así un aumento de 37° para el miembro derecho y de 43° el izquierdo; para el movimiento de Add su rango normal es (0°-40°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-30°) para el brazo derecho y de (0°-27°) para el izquierdo al finalizar de (0°-40°) bilateral obteniendo así un aumento de 10° para el derecho y 13° para el izquierdo; con respecto al tronco encontramos que para el movimiento de inclinación lateral su rango normal es (0°-45°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-35°) para la inclinación lateral a la izquierda y al finalizar de (0°-45°) logrando así un aumento de 10°, para los movimientos de rotación tenemos que el rango normal es de (0°-45°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-25°) de rotación a la derecha y

de (0°-23°) hacia la izquierda y al finalizar de (0°-36°) bilateral teniendo así un aumento de 11° hacia la derecha y de 13° hacia la izquierda; para los miembros inferiores en cuanto al segmento de la cadera al movimiento de flexión tenemos que su rango normal de (0°-125°), al iniciar para el miembro derecho se obtuvo un rango (0°-60°) y para el izquierdo de (0°-50°), al finalizar se obtuvieron rangos de (0°-81°) para el derecho y (0°-63°) para el izquierdo teniendo un aumento de 21° para el miembro derecho y de 13° para el izquierdo, para el movimiento de rotación interna su rango normal es de (0°-45°) al iniciar obtuvo un rango de (0°-19°) y al finalizar de (0°-30°) teniendo así un aumento de 21°, para la rotación externa su rango normal es de (0°-45°) al iniciar no hubo movimiento en ninguno de los miembros y al finalizar obtuvo un rango de (0°-10°) teniendo un aumento así de 10° bilateral, para la articulación de la rodilla su rango normal de flexión es de (0°-145°) y de extensión (145°-0°) al iniciar obtuvo un rango de (0°-80°) y al finalizar de (0°-90°) teniendo así un aumento de 10° tanto para flexión como extensión de rodilla bilateral, para el segmento del tobillo el movimiento de dorsiflexión su rango normal es de (0°-25°), al iniciar el miembro izquierdo obtuvo un rango de (0°-10°) y al finalizar de (0°-20°) teniendo un aumento de 10°, para el movimiento de inversión su rango normal es de (0°-40°) al iniciar para el miembro derecho tuvo un rango de (0°-20°) y para el izquierdo de (0°-10°) al finalizar para el derecho obtuvo un rango de (0°-30°) y para el izquierdo de (0°-20°) teniendo así un aumento de 10° bilateral.

- **Caso #4** al iniciar el tratamiento el segmento del hombro se encuentra dentro de los rangos normales, para el segmento del codo su rango normal de flexión es de (0°-155°) y de extensión (155°-0), al iniciar el tratamiento para el miembro izquierdo el paciente inicia con un rango de (20°-132°) y finaliza con un rango de (8°-150°) teniendo un aumento de 30° tanto para la flexión como para la extensión, cabe resaltar que no inicia de 0° el movimiento por la espasticidad presentada en este miembro, para el segmento de la muñeca para el movimiento de flexión su rango normal es de (0°-90°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-40°) y finaliza con un rango de (0°-80°) para el miembro derecho teniendo así un aumento de 20°, el miembro izquierdo permanece en 70° de flexión debido al patrón flexor del paciente, para los miembros inferiores el segmento de la cadera tenemos que para su movimiento de flexión su rango normal es de (0°-125°) al iniciar se obtuvo un rango de (0°-70°) para el miembro derecho y para el izquierdo de (0°-65°) al finalizar para el derecho obtuvo un rango de (0°-105°) y para el izquierdo de (0°-112°), teniendo así un aumento de 35° para el derecho y de 47° para el izquierdo, para el movimiento de Abd su rango normal es de (0°-45°) y de Add (45°-0°) al iniciar el miembro derecho obtuvo un

rango de (0°-20°) y al finalizar de (0°-40°) teniendo as un aumento de 20° tanto para el movimiento de Abd cono Add, para la articulación del tobillo a su movimiento de dorsiflexion su rango normal es de (0°-25°) al iniciar obtuvo un rango de (60°-50°) para el miembro derecho al finalizar el rango fue de (50°-70°) teniendo un aumento de 10°

9.3 Tabla 7. Prueba muscular.

SEGMENTO	MOVIMIENTO	Caso #1 (M)				Caso #2 (N)				Caso #3 (J)				Caso #4 (F)			
		Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después		Antes		Después	
		Der	Izq.	Der.	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.	Der	Izq.	Der.	Izq.
HOMBRO	Flexión (delt ant, coracobraquial)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Extensión (dorsal ancho, delt post)	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Abd (delt medio, supraespinoso)	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Add (pectoral mayor)	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Rot. Externa (infraespinoso, redondo menor)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Rot. Interna (subescapular)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
TRONCO	Recto anterior mayor del abdomen	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Espinales altos y bajos	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4
	Oblicuo mayor y menor	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Cuadrado de los lomos su acción inversa	4	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CODO	Flexión (bíceps braquial, braquial anterior)	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5
	Extensión (dorsal ancho)	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5

ANTEBRAZO	Supinación (supinador corto y largo)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	2
	Pronación (pronador redondo y cuadrado)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	2
MUÑECA	Flexión (palmar mayor y cubital anterior)	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	0	4	3
	Extensión (1 y 2 radial externo, cubital posterior)	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4	3
	Desviación Radial (1 y 2 radial, palmar mayor)	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Desviación Cubital (desviación cubital y radial)	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
CADERA	Flexión (psoas mayor, iliaco)	2	2	4	4	2	2	4	4	3	3	4	4	4	3	5	5
	Extensión (glúteo mayor)	4	4	4	4	2	2	4	4	3	3	4	4	4	4	5	5
	Abd (glúteo medio)	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	3	2	4	4
	Add (Add mayor, medio ,menor, pectíneo, recto interno)	2	2	4	4	4	4	4	4	2	2	3	3	3	2	4	5
	Rot Interna (glúteo menor)	4	4	4	4	3	3	3	4	2	2	3	3	4	0	4	4
	Rot Externa (obturador interno, externo, gemino sup e inf, piramidal de la pelvis, cuadrado crural)	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	4	0	4	3
RODILLA	Flexión (isquiotibiales)	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	0	4	3
	Extensión (cuádriceps)	4	4	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	4	0	4	3
	Dorsiflexion (tibial anterior)	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	4	0	4	3

TOBILLO	Plantiflexion (gemelos y soleo)	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	3	3	4	0	4	3
	Inversión (tibial posterior)	3	3	4	4	3	3	4	4	1	1	2	2	3	0	4	3
	Eversión (peroneo largo y corto)	3	3	4	4	3	3	4	4	1	1	2	2	3	0	4	2

Fuente: Compilación disfunciones del movimiento de origen musculoesqueletico

En la tabla 7 se muestra los resultados de la prueba muscular realizada a los diferentes pacientes, las cuales fueron tomadas al iniciar y finalizar el tratamiento, estos representan la potencia muscular correspondiente a cada musculo tanto de miembros superiores como de miembros inferiores. Teniendo en cuenta lo anterior se puede observar los distintos cambios que se obtuvieron con la rehabilitación en cada paciente, a continuación, se realizara una breve descripción de cada uno y de sus avances, donde serán mencionados los grupos musculares que lograron un avance significativo.

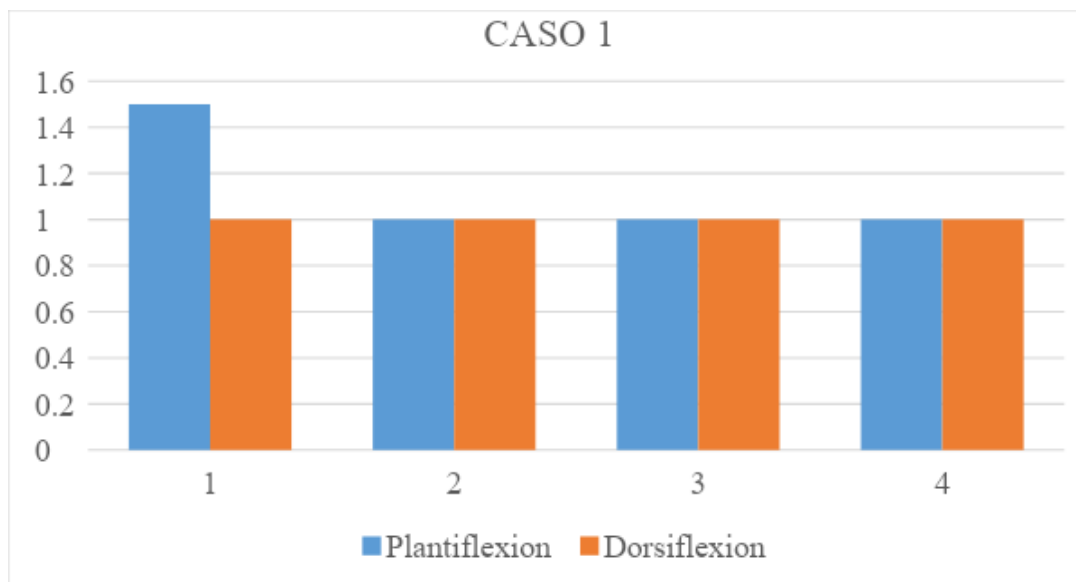
- **Caso #1** En el segmento de hombro en el miembro superior derecho, a los movimientos de flexión, extensión y abducción, los músculos deltoides anterior, deltoides posterior y supraespinoso antes de iniciar las intervenciones tuvieron una nota de 3(Regular) y al finalizar una nota de 4(Buena), también en el miembro izquierdo en el movimiento de flexión, el musculo deltoides anterior presento una nota de 3(Regular), y al finalizar una nota de 4(Buena); En el segmento de antebrazo los movimientos de pronación y supinación bilateral, los músculos pronador redondo, pronador cuadrado, supinador largo y corto, al inicio presentaron una nota de 3(Regular) y al finalizar una nota de 4(Buena); En la articulación de la muñeca, los movimientos de flexión en el miembro superior derecho, el musculo palmar mayor al inicio de la evaluación presento una nota de 2(Deficiente) y al finalizar una nota de 3(Regular) y en el miembro izquierdo una nota inicial de 3(Regular) y al finalizar una nota de 4(Buena). En los movimientos de extensión bilateral, los músculos 1 y 2 radial tuvieron una nota inicial de 3(Regular) y al finalizar una nota de 4(Buena); En las desviaciones radiales y cubitales bilateral, los músculos 1 y 2 radial presentaron una nota inicial de 2(Deficiente) y al finalizar una nota de 3(Regular); En la articulación de la cadera los músculos psoas mayor, aductor mayor, medio y menor, al iniciar obtuvieron una nota de 2(Deficiente) y al finalizar una nota de 4(Buena); En la articulación de tobillo los músculos tibial anterior, gemelos y soleo bilateral obtuvieron una nota de 2(Deficiente) y al finalizar una nota de 4(Buena) los músculos tibial posterior, peroneo largo y corto bilateral obtuvieron un nota de 3(Regular) y al finalizar de 4(Buena).
- **Caso #2** en el segmento de tronco el musculo cuadrado de los lomos al iniciar obtuvo una nota de 3(Regular) y al finalizar de 4(Buena); Para lo miembros inferiores en la articulación de la cadera en los músculos psoas mayor y glúteo mayor al inicio presentaron una nota de 2(Deficiente), y al finalizar las intervenciones una nota de 4(Buena). Por otro lado, en los músculos glúteo medio, glúteo menor y el grupo de obturadores, al principio

tenía una nota de 3(Regular) y al finalizar las intervenciones una nota de 4(Buena), para la articulación de la rodilla los músculos isquiotibiales y cuádriceps bilateral al inicio presentaron una nota de 3(Regular) y al finalizar las intervenciones se obtuvo una nota de 4(Buena); En la articulación de tobillo los músculos tibial anterior, gastronemios, tibial posterior y peroneos laterales, al inicio presentaron una nota de 3 (Regular) y al finalizar una nota de 4(Buena).

- **Caso #3** en la articulación de la cadera, los músculos psoas mayor y glúteo mayor bilateral, al inicio presentaron una nota de 3 (Regular) y al finalizar tuvo una nota de 4(Buena), por otro lado, los músculos glúteo medio, abductores, glúteo menor y el grupo obturador, tuvo una nota de 2(deficiente) y al finalizar las sesiones de terapia una nota de 3(Regular), para la articulación de la rodilla los músculos isquiotibiales bilateral al inicio presentaron una nota de 3(Regular) y al finalizar las intervenciones se obtuvo una nota de 4(Buena). los músculos cuádriceps bilateral tenían una nota inicial de 2(Deficiente), y al finalizar una nota de 3(Regular); en la articulación de tobillos los músculos tibiales anterior y gastronemios bilateral al inicio presentaron una nota de 2 (Deficiente) y al finalizar una nota de 3(Regular), los músculos tibiales posteriores y peroneos tuvieron una nota de 1(vestigios de actividad) al inicio y al final resultaron con una nota de 2 (Deficiente).
- **Caso #4** en la articulación de codo los músculos bíceps braquial, tríceps, pronador redondo, supinador largo del lado derecho, tenían una nota inicial de 4(Buena) al finalizar obtuvieron una nota de 5 (Normal). En su miembro izquierdo los músculos bíceps braquial y tríceps al inicio se tenía una nota de 3 (regular) y al finalizar una nota de 5 (Normal); En el segmento de antebrazo del miembro izquierdo los músculos supinadores corto, supinador largo, pronador redondo y cuadrado obtuvieron al iniciar una nota de 0 (Nulo) y al finalizar de 2 (Deficiente), Para la articulación de muñeca en el miembro derecho el musculo palmar mayor tuvo una nota de 3 (Regular) y al finalizar las sesiones una nota de 4 (Buena) teniendo en cuenta el miembro izquierdo los músculos palmar mayor 1 y 2 radial, la nota inicial fue de 0 (Nulo) al finalizar las sesiones tuvo una nota de 3 (Regular); En el miembro inferior derecho, articulación de la cadera, los músculos psoas mayor y glúteo mayor presentaron una nota inicial de 4 (Buena) y al reevaluar la nota fue de 5 (Normal), en los músculos glúteo medio y el grupo de aductores paso de una nota inicial de 3 (Regular) a una nota de 4 (Buena).En el miembro inferior izquierdo de la articulación antes mencionada, se observa que el musculo psoas mayor al iniciar presentaba una nota de 3 (Regular) y al finalizar una nota de 4 (Buena), en el musculo

glúteo mayor paso de una nota de 4 (Buena) a una nota de 5 (Normal), el musculo glúteo medio paso de una nota de 2 (deficiente) a una nota de 4 (Buena), el grupo abductor al iniciar tenía una nota de 2 (Deficiente) y al finalizar una nota de 5 (Normal), por último los músculos glúteo menor y el grupo de obturadores su nota inicial fue 0 (Nulo) ya que no realizaba los movimientos de rotación interna y externa de cadera, al finalizar se logró alcanzar una nota de 2 (Deficiente);En la articulación de rodilla miembro inferior izquierdo al inicio los músculos isquiotibiales y cuádriceps no realizaban correctamente los movimientos de flexión y extensión, por lo tanto al iniciar se tuvo una nota de 0 (Nulo) y al finalizar se logró alcanzar una nota de 3 (Regular); Para la articulación de tobillo en el miembro derecho los músculos tibial posterior y peroneos pasaron de una nota inicial de 3 (Regular) a una nota de 4 (buena) y en el miembro inferior izquierdo los músculos tibial posterior, peroneos, tibial anterior y gastronemios no realizaban su respectivo movimiento por lo tanto su nota inicial fue de 0 (nulo) y al finalizar se logró alcanzar una nota de 3 (Regular) y solo en el los músculos peroneos una nota de 2 (Deficiente).

9.4 Grafica 1. Valoración tono muscular. Caso 1.

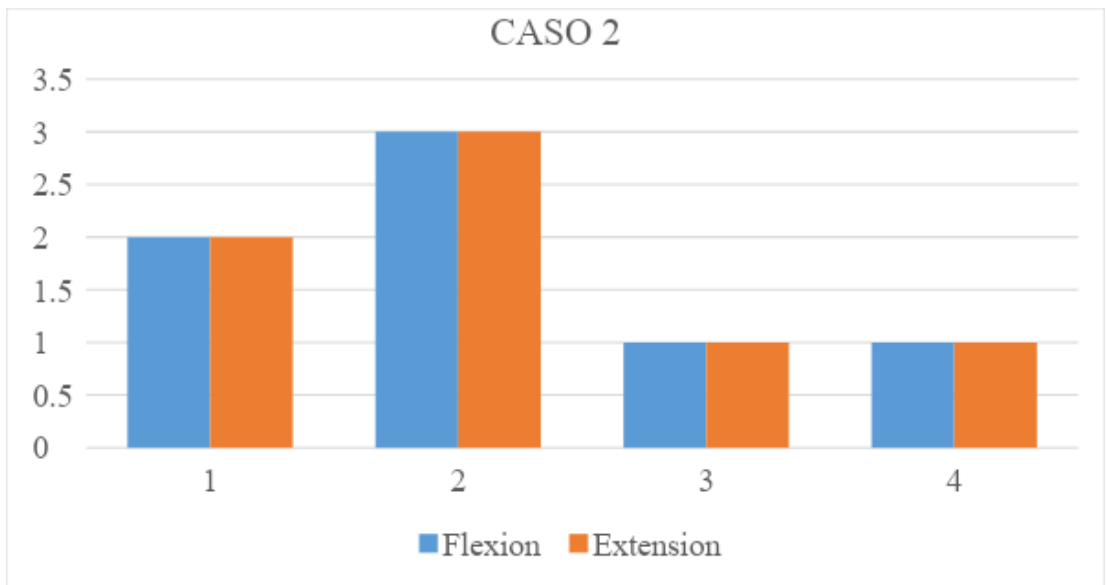


Fuente de valoración del tono muscular caso 1: elaboración propia a partir de los datos de la evaluación.

Esta grafica muestra la clasificación del tono muscular mediante la escala modificada de Ashworth representando el grado de espasticidad de los músculos implicados en los movimientos del tobillo, se evidencia que el pie derecho al inicio en el movimiento de plantiflexion obtuvo un grado máximo de tono muscular en (1+) lo que corresponde a un

incremento leve del tono muscular mostrando resistencia durante el recorrido del movimiento y al finalizar obtuvo una nota de (1) incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular y al movimiento de dorsiflexion se tuvo una nota de 1 al iniciar y finalizar el tratamiento. En los movimientos de plantiflexion y dorsiflexion del pie izquierdo se obtuvo una nota de 1 tanto en la valoración inicial como final.

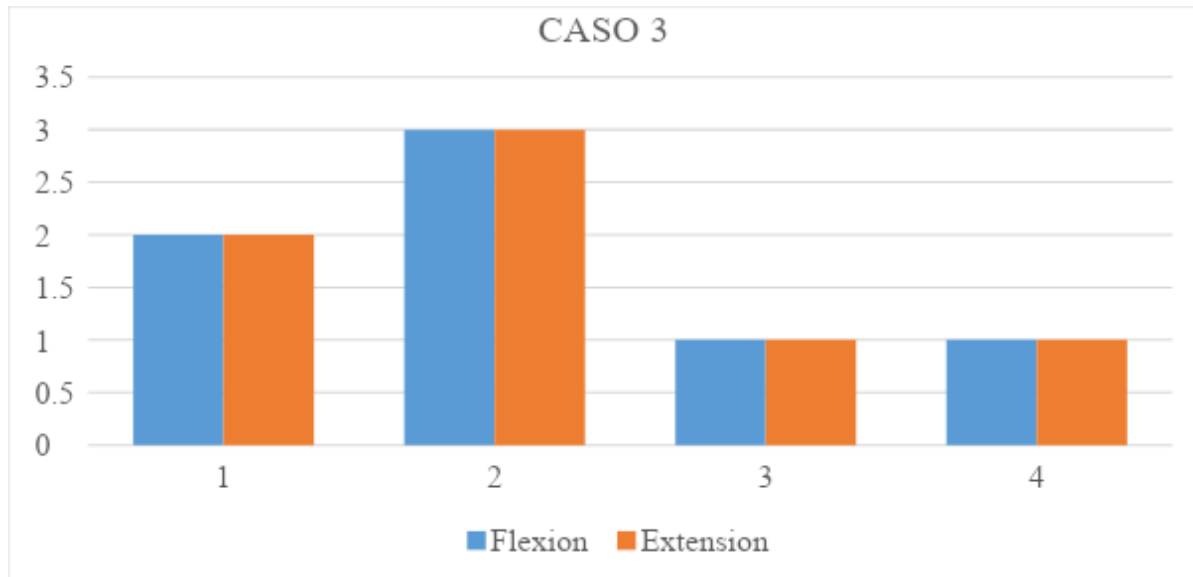
9.5 Grafica 2. Valoración tono muscular. Caso 2.



Fuente de valoración del tono muscular caso2: elaboración propia a partir de los datos de la evaluación

Esta grafica muestra la clasificación del tono muscular mediante la escala modificada de Ashworth representando el grado de espasticidad de los músculos implicados. En los movimientos de flexo- extensión de las articulaciones de codo bilateral al inicio se obtuvo una nota de (2) lo que corresponde a un incremento en la resistencia del musculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular y al finalizar una nota de (1) incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular, en los movimientos de flexo-extensión de la articulación de la rodilla bilateral al inicio se obtuvo una nota de (3) aumento de la resistencia muscular implicando dificultad al movimiento pasivo y al finalizar una nota (1)) incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular.

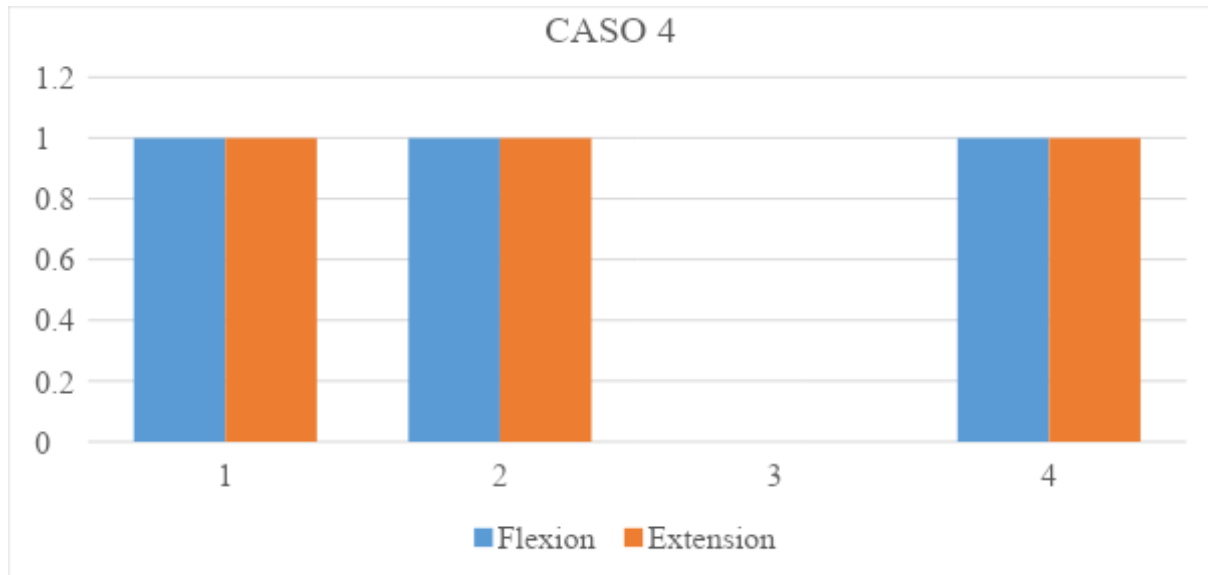
9.6 Grafica 3. Valoración tono muscular. Caso 3.



Fuente de valoración del tono muscular caso 3: elaboración propia a partir de los datos de la evaluación

Esta grafica muestra la clasificación del tono muscular mediante la escala modificada de Ashworth representando el grado de espasticidad de los músculos implicados. En los movimientos de flexo- extensión de las articulaciones de codo bilateral al inicio se obtuvo una nota de (2) lo que corresponde a un incremento en la resistencia del musculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular y al finalizar una nota de (1) incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular, en los movimientos de flexo-extensión de la articulación de la rodilla bilateral al inicio se obtuvo una nota de (3) aumento de la resistencia muscular implicando dificultad al movimiento pasivo y al finalizar una nota (1)) incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular.

9.7 Grafica 4. Valoración tono muscular. Caso 4.



Fuente de valoración del tono muscular caso 4: elaboración propia a partir de los datos de la evaluación

Esta grafica muestra la clasificación del tono muscular mediante la escala modificada de asworth representando el grado de espasticidad de los músculos implicados en los movimientos de flexo-extensión de codo del miembro superior izquierdo obtuvo en la valoración inicial una nota de (1) lo que corresponde a un incremento leve del tono muscular caracterizado por una resistencia y posterior relajación causada por mínima resistencia al final el rango de movilidad articular, en la valoración final obtuvo una nota de (0) es decir, no hay incremento del tono muscular. En la articulación de la muñeca en los movimientos de flexo-extensión del miembro superior izquierdo se obtuvo una nota de (1) tanto a la valoración inicial como final.

10 ANALISIS DE RESULTADOS.

La amplitud de movimiento o movilidad articular es una valoración cuantitativa del arco de movimiento articular de una determinada articulación al realizar un movimiento cualquiera Anon (46) en el (2016). Por consiguiente, tras aplicar el instrumento para verificar la amplitud de movimiento en las principales articulaciones, se observó que en los miembros superiores en la articulación de codo los casos #1 y #4 presentaron disminución del movimiento, así mismo en el segmento de antebrazo en el caso #1 había disminución de movimiento y en el caso #4 no realizaba el movimiento. De igual forma en el miembro inferior en la articulación de cadera se encontró disminución de rangos de movimientos en todos los casos para la flexión, y en los casos #1 y #4 presentaron una disminución para el movimiento de abducción. En el movimiento de rotación interna los casos #2 y #3 presentaron disminución en sus rangos de movimiento; presentado en los casos evaluados dificultades para realizar las transiciones corporales principalmente en las que incluyen la utilización de las articulaciones del tren inferior como lo son: semiarrodillado, arrodillado, bípedo y marcha. Luego de aplicado el tratamiento convencional el cual está conformado por preparación, activación y función, siendo la preparación a través de movilizaciones de tejidos blando, movilizaciones pasivas y estiramientos, siguiendo con la activación muscular mediante la realización de las diferentes transiciones, ejercicios de fortalecimiento y se realizaban circuitos de distintos ejercicios para trabajar de manera conjunta los músculos de tren inferior, la coordinación y el equilibrio de los paciente, finalizando con la función a través del videojuego Kinect con el que se evidencio que los diferentes casos presentaron aumento en los rangos de movimiento en las principales articulaciones tanto de miembro superior como inferior, cabe resaltar que aun que exista un parámetro o un rango articular normal para cada articulación no todos llegan a completar este parámetro, esto dependerá de otros factores como la flexibilidad, la fuerza y potencia muscular entre otros como lo menciona Machado E, et al (47) en el 2017 en su estudio, pero sin embargo con el parámetro adquirido los pacientes pueden realizar las actividades de la vida diaria considerándose un rango funcional. De la misma forma en un estudio realizado por Salcedo-Molando MC (17)

en el año (2012) con 9 pacientes donde fueron evaluadas las extremidades superiores, se obtuvieron 12 medidas diferentes de rango de movilidad para cada extremidad comprometida, encontrando mejoría en los rangos de movimiento de miembros superiores.

Por otro lado, la prueba muscular es utilizada para determinar el comportamiento de la potencia o fuerza muscular, desempeñada por un músculo individual o grupo sinergista Hislop H, (48) en el año (1996), al evaluar a los pacientes por medio del instrumento de la prueba muscular, se evidencio debilidad en los grandes grupos musculares presentando así dificultades para realizar los principales movimientos de las articulaciones más grandes, entre estos se encontró que los casos #1 y #4 en el segmento del antebrazo y muñeca mostraban poca fuerza muscular; para los miembro inferiores en la articulación de cadera, rodilla y tobillo los casos #1, #2 y #3 presentaron debilidad, para las articulaciones de rodilla y tobillo de su miembro inferior izquierdo el paciente #4 no tenía fuerza muscular. Luego de aplicado el tratamiento de realidad virtual y la terapia convencional se encontró aumento de la fuerza muscular de los grandes grupos musculares de los cuatro pacientes logrando así una mejoría en la funcionalidad obteniendo una mayor independencia en sus actividades básicas de la vida diaria. En un estudio realizado por Chunhee C (49) en el año (2016), donde se investigó los efectos de la cinta rodante con realidad virtual sobre la fuerza muscular en miembros inferiores de los pacientes con parálisis cerebral la cual fue evaluada utilizando un medidor de fuerza muscular digital, obteniendo como resultado aumento en la fuerza muscular de los principales músculos de los miembros inferiores.

La escala de Ashworth, es un instrumento de diagnóstico que se emplea para toma una medida del tono muscular o, lo que es lo mismo, medir la capacidad de los músculos para mantener una ligera contracción Agredo C (45) en el año (2009); por consiguiente al aplicar el instrumento en distintos movimientos, el caso #1 obtuvo una nota de 1+ lo que corresponde a un incremento leve del tono muscular mostrando resistencia durante el recorrido del movimiento; para los movimientos de dorsiflexion y plantiflexion, los casos #2 y #3 obtuvieron notas de 2 lo que corresponde a un incremento en la resistencia del musculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular y 3 aumento de la resistencia muscular implicando dificultad al movimiento pasivo, para los movimientos de flexo-extensión en codo y rodilla respectivamente y por último el caso #4 obtuvo un nota de 1 incremento leve del tono muscular caracterizado por resistencia mínima al final del rango de movilidad articular para los movimientos de flexo-extensión de codo y muñeca. Luego de aplicar el tratamiento encontramos que para los distintos movimientos evaluados la nota final

fue de 1 lo que comprueba que hubo disminución de la espasticidad de cada caso, como también lo muestra Salcedo-Molando MC (17) en el año (2012) en su estudio donde los pacientes tenían tendencia a la espasticidad cuando a la valoración inicial mostraban un Asworth de 2 y luego de realizada la intervención obtuvieron un Asworth de 1, de igual forma en el estudio de Guzman-Hoyos B et al, (50) en el año (2018) realizado con tres pacientes los cuales mostraban grandes rasgos de espasticidad arrojando Asworth de 2, 3 y 4, luego de aplicada la prueba piloto hubo mejoría en la espasticidad de los pacientes obteniendo un Asworth de 1+ para los tres pacientes.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se puede concluir que la realidad virtual implementada a través del dispositivo Kinect y la combinación con la terapia convencional que se estructuraba por una preparación, activación y función como método de tratamiento, ayudaron a aumentar los rangos de movilidad articular en niños con parálisis cerebral, dado que se evidencio que los pacientes a los cuales se le realizo una evaluación inicial, una intervención y una evaluación final alcanzaron un grado de independencia en sus actividades de la vida cotidiana, así mismo sus cuidadores observaron la eficacia de las técnicas empleadas ya que ellos fueron testigos de las limitaciones al iniciar el tratamiento y como se les facilitaron algunas tareas de su vida diaria al finalizar, a lo cual se resalta que los resultados esperados fueron satisfactorios.

11 CONCLUSIONES.

Se puede concluir que realizada la valoración inicial y la valoración final teniendo en cuenta el método de intervención fisioterapéutico a través del tratamiento convencional que constaba de una preparación, activación y función, combinado con la realidad virtual como método de tratamiento por medio del sensor Kinect se evidencio mejorías significativas en lo relacionado con la amplitud del movimiento, comprobándose que en los diferentes casos se consiguió un aumento de este en las principales articulaciones tanto de miembro superior como inferior, resaltando que aun que exista un parámetro o un rango articular normal para cada articulación no todos llegan a completar este parámetro no siendo la excepción los niños intervenidos pero cabe resaltar que aunque no llegaron a estos parámetros normales si se pudo evidenciar un adelanto en sus tareas básicas cotidianas.

Así mismo al evaluar la prueba muscular en una valoración inicial y final, se evidencian resultados favorables después de aplicado el tratamiento de terapia convencional combinado con realidad virtual encontrando un aumento notable en la fuerza muscular de los grandes grupos musculares de los cuatro pacientes logrando así mayor funcionalidad. Igualmente se obtuvieron resultados beneficiosos al momento de evaluar Asworth debido a que se encontró que para los distintos movimientos evaluados la nota final fue de 1+ lo que comprueba que hubo disminución de la espasticidad de cada caso.

Por lo tanto, la utilización de terapia convencional combinada con la realidad virtual tiene un impacto importante en la rehabilitación de niños con parálisis cerebral debido a que se consiguió mayor independencia en las actividades básicas de la vida diaria, generando gran satisfacción en los menores y cuidadores. Por consiguiente, también a los terapeutas al observar dichos avances de los pacientes intervenidos dado que al momento del inicio se fue testigos de las diferentes dificultades de esos niños al desenvolverse en su entorno y al observar las mejorías significativas al concluir las terapias, lo que produjo gran complacencia debido a la entrega, el compromiso y sobre todo el amor que se les brindo.

12 RECOMENDACIONES.

Basándose en la investigación realizada y en los resultados obtenidos en el proceso de indagación se plantearon las siguientes recomendaciones:

- Se le recomienda a la institución específicamente en el área de fisioterapia implementar nuevas estrategias de rehabilitación teniendo en cuenta los avances tecnológicos, el auge y beneficio que estos tienen en la actualidad.
- Capacitar e incentivar a estudiantes, egresados y docentes con base a nuevas técnicas de rehabilitación comprobada su eficacia científicamente en busca de recuperación integral de los pacientes.
- Se recomienda continuar con estudios referentes a la implementación de nuevas tecnologías como método de tratamiento en búsqueda de un aprendizaje integral para cada estudiante y una rehabilitación innovadora para cada paciente.
- Ampliar el número de la muestra a futuros estudios para mayor evidencia de efectividad de dicho tratamiento.

13 BIBLIOGRAFÍA.

1. Bacco JL, Araya F, Flores E PN. Trastornos de la alimentación y deglución en niños y jóvenes portadores de parálisis cerebral: abordaje multidisciplinario [Internet]. Vol. 25, Revista Médica Clínica Las Condes. 2014. p. 330–42. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864014700446>
2. Malogon-Valdez J. Parálisis cerebral. Medicina (B Aires) [Internet]. 2007;67(6 I):586–92. Available from: https://www.revistapediatria.cl/volumenes/2014/vol11num2/pdf/PARALISIS_CEREBRAL.pdf
3. García-Zapata LF, Restrepo-Mesa SL. La alimentación del niño con parálisis cerebral un reto para el nutricionista dietista. Perspect En Nutr Humana [Internet]. 2010;12(1):77–85. Available from: <http://www.sci.unal.edu.co/pdf/penh/v12n1/v12n1a7.pdf>
4. CONFEDERACIÓN ASPACE. Descubriendo la Parálisis Cerebral. Aspace [Internet]. 2014;1–69. Available from: <https://www.guiadisc.com/wp-content/uploads/Descubriendo-la-paralisis-cerebral.pdf>
5. Monge E, Molina F, Alguacil IM, Cano R, de Mauro A, Miangolarra JC. Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica [Internet]. Vol. 29, Neurología. 2014. p. 550–9. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-articulo-empleo-sistemas-realidad-virtual-como-S0213485312000047>
6. Alpizar-Gomez R, Gutierrez-Diaz A, Vilchies-Martinez G UL. “Nivel De Mejoría En Las Habilidades Del Miembro Superior De Acuerdo Al Quest, En Niños Con Parálisis Cerebral Tipo Hemiparesia Espástica Posterior De Recibir Un Programa De Realidad Virtual En El Centro De Rehabilitacion Infantil Teletón Estado De México [Internet]. 2014. Available from: <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/14466>
7. Organización Mundial de la Salud (OMS). OMS | Los trastornos neurológicos afectan a millones de personas en todo el mundo: informe de la OMS [Internet]. Who. 2013. p. 1. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2007/pr04/es/>
8. Quesada-Hernández L F-PI. La parálisis cerebral como un problema de salud

- [Internet]. Vol. 19, Correo Científico Médico. 2015. p. 757–60. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1560-43812015000400015&script=sci_arttext&lng=en
9. Gómez L, Avella T MA. Observatorio-Nacional-Discapacidad-Gomez-Avella-Morales. 2014;1–9. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/ED/GCFI/observatorio-nacional-discapacidad-gomez-avella-morales.pdf>
 10. Madrigal-Muños A. LA PARÁLISIS CEREBRAL. Bull Acad Sci USSR Div Chem Sci [Internet]. 1959;8(7):1290–1. Available from: http://sid.usal.es/idocs/F8/FDO8993/paralisis_cerebral.pdf
 11. Monge E, Molina F, Alguacil IM, Cano R, de Mauro A, Miangolarra JC. Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica. Vol. 29, Neurología. 2014. p. 550–9.
 12. Cruz SP. Parálisis cerebral infantil y el uso de sistemas de posicionamiento para el control postural: estado actual del arte [Internet]. Vol. 32, Neurología. 2017. p. 610–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2015.05.008>
 13. Camacho A, Pallás CR, De La Cruz J, Simón R, Mateos F. Parálisis cerebral: Concepto y registros de base poblacional. Rev Neurol. 2007;45(8):503–8.
 14. González-Arévalo MP. FISIOTERAPIA EN NEUROLOGIA: ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN EN PARALISIS CEREBRAL [Internet]. 2005. p. 24–32. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30400704>
 15. Sistema Unico de Informacion Normativas. LEY 528 DE 1999 [Internet]. 1999. p. 1–1. Available from: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1662075>
 16. Salud organizacion mundia de la. Ministerio de Salud y Protección Social. 2012. p. 1–34.
 17. Salcedo-Molando MC. Realidad virtual para reeducacion motora de niños con daño neurologico [Internet]. 2012. p. 20. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/11142/>

18. Sanchez-Arias M, Batistela R GL. Estudio sobre la amplitud del movimiento articular de la rodilla en el proceso de marcha de niños con parálisis cerebral espástica. *Rehabilitacion* [Internet]. 2011;45(3):222–7. Available from: https://www.academia.edu/13454645/Estudio_sobre_la_amplitud_del_movimiento_articular_de_la_rodilla_en_el_proceso_de_marcha_de_niños_con_parálisis_cerebral_espástica
19. Peñasco-Martin B, Gil-Agudo A, Reyes-Guzman A BA. Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Rev Neurol* [Internet]. 2010;51(8):481–8. Available from: https://www.researchgate.net/publication/260920134_Aplicacion_de_la_realidad_virtual_en_los_aspectos_motores_de_la_neurorrehabilitacion
20. Lloréns R, Colomer-Font C, Alcañiz M N-SE. BioTrak: Análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral [Internet]. Vol. 28, *Neurologia*. 2013. p. 268–75. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485312001661#>
21. Cano de la Cuerda. Empleo de un video juego como herramienta terapéutica en adultos con parálisis cerebral tipo tetraparesia espástica. Estudio piloto [Internet]. 2012. 2012. p. 1–1. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0211563811001337>
22. Monge Pereira, F.Molina Rueda, Cano de la Cuerda, Mauro MP. Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica. 2014;29(9):550–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213485312000047?via%3Dihub>
23. Córdoba L, Gómez V TL. Efectos del tratamiento fisioterapéutico con el Wii Balance board en las alteraciones posturales de dos niños con parálisis cerebral. Estudio de caso [Internet]. 2015. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-7273201500020002
24. Yagüe S, Lekuona-Amiano A SRM. Los videojuegos en el tratamiento fisioterápico de la parálisis cerebral [Internet]. Vol. 38, *Fisioterapia*. 2016. p. 295–302. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5700334>

25. Jimenez N. La realidad virtual como tratamiento para la mejora del equilibrio y del patrón de marcha en niños con diplejía espástica: una revisión sistemática [Internet]. 2017. 2017. p. 1–1. Available from:
<https://repositori.udl.cat/handle/10459.1/60457?show=full>
26. Araújo G, Moema T CS. La Realidad Virtual en el Entrenamiento del Equilibrio Corporal en la Hemiparesia causada por Parálisis Cerebral [Internet]. 2017. p. 1–1. Available from:
http://adolescenciaesaude.com/detalhe_artigo.asp?id=662&idioma=Espanhol
27. Games Health J. Aplicación de los estándares de realidad virtual en los programas de entrenamiento de equilibrio en la práctica clínica: una revisión sistemática. [Internet]. 2018. 2019. p. 1–1. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30239217>
28. Mundial Banco organizacion mundial de la salud. Informe mundial la discapacidad discapacidad [Internet]. Convergencia Educativa. 2013. p. 1–388. Available from:
http://www1.paho.org/arg/images/Gallery/Informe_spa.pdf
29. Gomez-Davo R. Videojuego adaptado para personas con parálisis cerebral. 2014;1–94. Available from:
https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/40272/1/Videojuego_adaptado_para_personas_con_paralisis_cerebral_GOMEZ_DAVO_ROBERTO.pdf
30. Arguelles P. Parálisis cerebral infantil: protocolos en neurología. [Internet] Barcelona Asoc Española Pediatría; 2008 [acceso 15 febrero 2014] Dispon en <http://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36-pci.pdf> [Internet]. 2008;(Tabla I):1–7. Available from: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/36-pci.pdf>
31. Muños H, Alguacil D. Telerehabilitación y neurología [Internet]. 2010. p. 1–1. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20568068>
32. Keshner EA KR. Orientación postural y espacial impulsada por la realidad virtual. 2009. p. 1–1.
33. Karger-Basel AG. Realidad virtual en neurorrehabilitación pediátrica_ trastorno por déficit de atención con hiperactividad, autismo y parálisis cerebral. 2010. p. 1–1.
34. Prada CP. Fisioterapia Convencional y Avanzada - Clínica Podocent Prada [Internet]. 2007. p. 1–1. Available from:

- <http://www.podocent.com/fisioterapia-convencional-y-avanzada/>
35. Zambrano-Susatama C. ESTRATEGIAS CONVENCIONALES Y ALTERNATIVAS USADAS POR FISIOTERAPEUTAS EN NIÑOS CON PARALISIS CEREBRAL [Internet]. 2019. Available from: <https://ecr-dspace.metabiblioteca.com.co/bitstream/001/319/1/PROYECTO CAMILO ZAMBRANO FINAL.pdf>
 36. Clinica RED. Clínica Red - Rehabilitación - Equilibrio - Desarrollo [Internet]. 2016. 2016. p. 1–1. Available from: <http://www.clinicared.com/tejidosblandos.html>
 37. Bolet-Otaño L. Metodo de Bobath [Internet]. 2008. p. 1–10. Available from: <https://www.efisioterapia.net/articulos/metodo-bobath>
 38. Fisioonline. Técnicas de reeducación propioceptiva [Internet]. 11/10/2018. 2018. Available from: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/tecnicas-de-reeducacion-propioceptiva-de-que-se-tratan-y-como-funcionan>
 39. Instituto Nacional del Cáncer. National Cancer Institute: Diccionario de Cáncer [Internet]. United States. 2004. p. 1–1. Available from: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/torniquete%0Ahttps://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/genetica%0Ahttps://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionario/def/broncodilatador>
 40. Lynn-Palmer M M-EE. FUNDAMENTOS DE LAS TÉCNICAS DE EVALUACIÓN MUSCULOESQUELÉTICA (Bicolor) - M [Internet]. 2002. 26–486 p. Available from: https://books.google.com.co/books?id=LBnRcRv3Lf4C&pg=PA20&lpg=PA20&dq=Es+la+cantidad+de+flexibilidad+permitida+por+una+articulación+la+cual+se+mide+en+grados+de+un+ángulo+desde+el+punto+inicial+al+punto+final+del+posible+movimiento.&source=bl&ots=0lAJycm_
 41. Mercado M, Gambarotta, González P. Utilidad de la goniometría en la evaluación del rango de los movimientos de flexión y extensión de la articulación del codo canino [Internet]. 2008. p. 1–1. Available from: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1668-34982008000200001

42. Lopez A, Barriga L, Hildalgo S. Fisioterapeutas servicio Andaluz de Salud (SAS) [Internet]. 2017. p. 1–9. Available from: <https://books.google.com.co/books?id=JCaFDgAAQBAJ&pg=PA94&lpg=PA94&dq=Para+realizar+una+valoración+articular+en+general,+y+particularmente,+una+goniometría,+se+deben+tener+en+cuenta+ciertas+premisas:+1.Conocer+las+posibilidades+normales+de+cada+articulaci>
43. González AB. Examen neurológico pediátrico [Internet]. 2012. p. 1–26. Available from: https://es.slideshare.net/jefe_docencia/examen-neurolgico-peditrico-14064691
44. Poza-Aso U. Escala de Ashworth_ ¿qué es y para qué sirve [Internet]. 2016. p. 1–1. Available from: <https://psicologiymente.com/salud/escala-de-ashworth>
45. Agredo C, Bedoya A J-M. Validación escala de Ashworth Modificada. [Internet]. 2009. p. 112–21. Available from: http://www.efisioterapia.net/articulos/imprimir.php?id=153&p=escala_ashworth_mod..
46. Watsonsroom. ¿Flexibilidad, elasticidad o amplitud de movimiento? [Internet]. 2016. Available from: <http://entrenamientoactual.es/flexibilidad-elasticidad-o-amplitud-de-movimiento/>
47. Machado E, García MT, Medero W QM. Estudio comparativo de factores (edad, sexo, calentamiento muscular) que influyen la valoración de la flexibilidad [Internet]. 2017. p. 1–20. Available from: <https://www.efisioterapia.net/articulos/estudio-comparativo-factores-edad-sexo-calentamiento-muscular-que-influyen-valoracion-0>
48. Hislop H MJ. Pruebas Funcionales Musculares Daniels 6a Edicion [Internet]. 1996. p. 428. Available from: <https://es.slideshare.net/AlbertSlasher/pruebas-musculares-daniels>
49. Chunhee C, Wonjeong H, Sujin H YC. Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *Tohoku J Exp Med.* 2016;238(3):213–8.
50. Guzman-Hoyos B, Hernandez-Ruiz E S-BY. Tesis Entrega Final. 2018. p. 1–75.

ANEXOS.

Anexos 1. Consentimiento informado.

Consentimiento informado para participar en el proyecto de sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Estimado padre de familia

Somos docentes y estudiantes de la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre-Corposucre y estamos llevando a cabo una investigación que tiene como título: sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Su hijo ha sido seleccionado para participar en esta investigación, la cual consiste en Diseñar un sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores.

Las sesiones serán video grabadas y/o fotografiadas para tener un registro posterior que facilite la calificación de la prueba, pero las grabaciones y/o fotografías se emplearán únicamente para fines de investigación, serán almacenadas de manera confidencial y en ningún caso NO se harán públicas. El proceso será estrictamente confidencial y el nombre de su hijo no será utilizado. La participación es voluntaria. Usted tiene el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento. *El estudio no conlleva ningún riesgo ni recibe ningún beneficio. No recibirá ninguna compensación por participar.*

Si tiene alguna pregunta sobre esta investigación, se puede comunicar con el grupo investigador a los teléfono 3014557245, 3007613862, 3046164972, 3218276147, 3023408614, 3042171747, o al correo electrónico mairacoley97@outlook.com, sofiasaah@outlook.com, yaro0707@outlook.es, yeneidis-acosta@hotmail.com, vane_hndz@outlook.es, hdezangelica35@gmail.com.

Si desea participar, favor de llenar el consentimiento abajo.

Maira Coley Méndez

Karen Saah Taboada

Yaribeth Chávez Gómez

Yeneidis Acosta Celedon

Vanessa Hernández Pérez

Angélica Hernández Álvarez

Consentimiento del participante

He leído el procedimiento de arriba y el investigador me ha explicado el estudio y contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para que mi hijo participé en el estudio sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Fecha _____

Nombre completo del niño participante _____

Firma del padre de familia _____

Cedula del padre de familia _____

Consentimiento informado para participar en el proyecto de sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Estimado padre de familia

Somos docentes y estudiantes de la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre-Corposucre y estamos llevando a cabo una investigación que tiene como título: sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Su hijo ha sido seleccionado para participar en esta investigación, la cual consiste en Diseñar un sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores.

Las sesiones serán videograbadas y/o fotografiadas para tener un registro posterior que facilite la calificación de la prueba, pero las grabaciones y/o fotografías se emplearán únicamente para fines de investigación, serán almacenadas de manera confidencial y en ningún caso NO se harán públicas. El proceso será estrictamente confidencial y el nombre de su hijo no será utilizado. La participación es voluntaria. Usted tiene el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento. *El estudio no conlleva ningún riesgo ni recibe ningún beneficio. No recibirá ninguna compensación por participar.*

Si tiene alguna pregunta sobre esta investigación, se puede comunicar con el grupo investigador a los teléfonos 3218276147, 3023408614, 3042171747, o al correo electrónico yeneidis-acosta@hotmail.com, vane_hndz@outlook.es, hdezangelica35@gmail.com. Si desea participar, favor de llenar el consentimiento abajo.

Yeneidis Acosta Celedon

Vanessa Hernández Pérez

Angélica Hernández Álvarez

Consentimiento del participante

He leído el procedimiento de arriba y el investigador me ha explicado el estudio y contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para que mi hijo participe en el estudio sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Fecha _____

Nombre completo del niño participante _____

Firma del padre de familia _____

Cedula del padre de familia _____

Consentimiento informado para participar en el proyecto de sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Estimado padre de familia

Somos docentes y estudiantes de la Corporación Universitaria Antonio José de Sucre-Corposucre y estamos llevando a cabo una investigación que tiene como título: sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Su hijo ha sido seleccionado para participar en esta investigación, la cual consiste en Diseñar un sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores.

Las sesiones serán videograbadas y/o fotografiadas para tener un registro posterior que facilite la calificación de la prueba, pero las grabaciones y/o fotografías se emplearán únicamente para fines de investigación, serán almacenadas de manera confidencial y en ningún caso NO se harán públicas. El proceso será estrictamente confidencial y el nombre de su hijo no será utilizado. La participación es voluntaria. Usted tiene el derecho de retirar el consentimiento para la participación en cualquier momento. *El estudio no conlleva ningún riesgo ni recibe ningún beneficio. No recibirá ninguna compensación por participar.*

Si tiene alguna pregunta sobre esta investigación, se puede comunicar con el grupo investigador a los teléfonos 3106409071, 3206846241 o al correo electrónico elionce99@gmail.com, luyma0712@gmail.com. Si desea participar, favor de llenar el consentimiento abajo.

Elizabeth Adab Suarez

Maura Diazgranados Paternina

Consentimiento del participante

He leído el procedimiento de arriba y el investigador me ha explicado el estudio y contestado mis preguntas. Voluntariamente doy mi consentimiento para que mi hijo participé en el estudio sistema de telerehabilitación funcional empleando entornos virtuales interactivos en línea y tecnologías biomédicas en niños con secuelas de parálisis cerebral que presentan limitaciones en los movimientos de las extremidades inferiores. Fase II.

Fecha _____

Nombre completo del niño participante _____

Firma del padre de familia _____

Cedula del padre de familia _____

Anexo 2 instrumento Ashworth modificada.

ESCALA ASHWORTH MODIFICADA

La escala de Ashworth modificada se encarga de la evaluación de la espasticidad (evaluando el tono muscular normal o aumentado) en diferentes articulaciones, según éstas se encuentren en miembros superiores o miembros inferiores.

ANEXOS 3: instrumento protocolo de evaluación ortopédica.

REGISTRO DE AMPLITUD DE MOVIMIENTO: Escriba en el recuadro la amplitud que encontró.

SEGMENTO	MOVIMIENTO	LADO DERECHO				LADO IZQUIERDO			
		Fecha				Fecha			
CUELLO	Flexión (0°-45°)								
	Extensión (0°-45°)								
	Inclinación lateral(0°-45°)								
	Rotación (0°-60°)								
TRONCO	Flexión (0°-90°)								
	Extensión (0°-30°)								
	Inclinación lateral(0°-45°)								
	Rotación (0°-45°)								
HOMBRO	Flexión (0°-180°)								
	Extensión (0°-60°)								
	Abd (0°-180°)								
	Add (0°-40°)								
	Rot. Externa (0°-90°)								
	Rot. Interna (0°-90°)								
CODO	Flexión (0°-155°)								
	Extensión (0°-155°)								
ANTEBRAZO	Supinación (0°-90°)								
	Pronación (0°-90°)								
MUÑECA	Flexión (0°-90°)								
	Extensión (0°-80°)								
	Desviación Radial (0°-15°)								
	Desviación Cubital (0°-45°)								
PULGAR	Flexión metacarpo falángica (0°-70°)								
	Flexión interfalángica (0°-90°)								
	Extensión metacarpo falángica (70°-0°)								
	Extensión interfalángica (90°-0°)								
	Abd (0-75)								

	Add (75- 0)								
DEDOS	Flexión Metacarpo falángica (0°-90°) Dedo índice								
	Flexión Metacarpo falángica (0°-90°) Dedo medio								
	Flexión Metacarpo falángica (0°-90°) Dedo anular								
	Flexión Metacarpo falángica (0°-90°) Dedo meñique								
	Extensión Metacarpo falángica (0°-20°) dedo índice								
	Extensión Metacarpo falángica (0°-20°) dedo medio								
	Extensión Metacarpo falángica (0°-20°) dedo anular								
	Extensión Metacarpo falángica (0°-20°) dedo meñique								
	Flexión Interfalangica proximal (0-120) dedo índice								
	Flexión Interfalangica proximal (0-120) dedo medio								
	Flexión Interfalangica proximal (0-120) dedo Anular								
	Flexión Interfalangica proximal (0-120) dedo meñique								
	Extensión Interfalangica proximal dedo índice (120°-0°)								
	Extensión Interfalangica proximal dedo medio (120°-0°)								
	Extensión Interfalangica proximal dedo Anular (120°-0°)								
	Extensión Interfalangica proximal dedo meñique (120°-0°)								
	Flexión Interfalangica distal (0°-70°) dedo índice								

	Flexión Interfalangica distal (0°-70°) dedo medio								
	Flexión Interfalangica distal (0°-70°) dedo anular								
	Flexión Interfalangica distal (0°-70°) dedo meñique								
	Extensión Interfalangica distal dedo índice (70°-0°)								
	Extensión Interfalangica distal dedo medio(70°-0°)								
	Extensión Interfalangica distal dedo anular (70°-0°)								
	Extensión Interfalangica distal dedo meñique (70°-0°)								
	Abd (5-7 cm) dedo índice								
	Abd (5-7cm) dedo anular								
	Abd (5-7cm) dedo meñique								
	Add (0 cm) dedo índice								
	Add (0 cm) dedo anular								
	Add (0 cm) dedo meñique								
CADERA	Flexión (0°-125°)								
	Extensión (0°-20°)								
	Abd (0°-45°)								
	Add (45°-0°)								
	Rot Interna (0°-45°)								
	Rot Externa (0°-45°)								
RODILLA	Flexión (0°-145°)								
	Extensión (145°-0°)								
TOBILLO	Dorsiflexión (0°-25°)								
	Plantiflexion (0°-45°)								
	Inversión (0°-40°)								
	Eversión (0°-20°)								
DEDOS DEL PIE	Flexión metacarpofalangaica (0°-90°)								
	Flexión interfalangica proximal (0°-90°)								
	Flexión interfalangica distal (0°-70°)								

	Extensión metacarpofalangica (90°-0°)								
	Extensión interfalangica proximal (0°-90°)								
	Extensión interfalangica distal (70°-0°)								

Anexos 4. PRUEBA MUSCULAR.

Escriba en el cuadro la nota que obtuvo el musculo. Parámetros de calificación:

- (0). Ausencia de contracción.
- (1). Contracción muscular palpable/visible sin movimiento.
- (1+). 25 % del arco de movimiento eliminando la gravedad.
- (2-). 75% del arco de movimiento sin gravedad.
- (2). musculo realiza todo el movimiento sin resistencia y sin gravedad
- (2+). Arco completo de movimiento con resistencia sin gravedad.
- (3-). Arco incompleto de movimiento en contra de la gravedad.
- (3). Musculo realiza todo el movimiento sin resistencia contra gravedad
- (3+). Arco de movimiento completo con mínima resistencia contra la gravedad
- (4-). Arco de movimiento completo con regular resistencia contra la gravedad
- (4). Movimiento en toda la amplitud con resistencia moderada, contra gravedad.
- (4+). Arco de movimiento completo con muy buena resistencia contra la gravedad
- (5). Movimiento completo contra gravedad, musculo soporta resistencia manual máxima.

SEGMENTO	MOVIMIENTO	LADO DERECHO				LADO IZQUIERDO			
		Fecha				Fecha			
ESCAPULA	Elevación (Trapecio fibras Superior)								
	Aducción (Trapecio ½, romboides < y >								
	Abd y rotación superior (serrato mayor)								
	Add y rot inferior (romboides > y <)								
	Depresión (trapecio inferior)								

CUELLO	Flexión (esternocleidomastoideo)								
	Extensión (Trapezio f. superiores (cr 11). Complejo mayor, esplenio de la cabeza y del cuello (c4, 8), iliocostal cervical, complejo menor, cervical trasverso, digástrico de la nuca, espinoso cervical, semiespinoso de la nuca)								
	Inclinación lateral (Escaleno anterior medio y posterior, ecm, esplenio de la cabeza y esplenio de cuello)								
	Rotación (esternocleidomastoideo)								
TRONCO	Flexión (Recto Abdominal)								
	Extensión (sacrolumbares, Dorsal largo, iliocostal dorsal, espinoso dorsal, iliocostal lumbar, cuadrado de los lomos)								
	Rotación (Oblicuo mayor y menor)								
	Inclinación (Cuadrado de los lomos su acción inversa)								
HOMBRO	Flexión (delt ant, coracobraquial)								
	Extensión (dorsal ancho, delt post)								
	Abd (delt medio, supraespinoso)								
	Add (pectoral mayor)								
	Rot. Externa (infraespinoso, redondo menor)								
	Rot. Interna (subescapular)								
CODO	Flexión (bíceps braquial, braquial anterior)								
	Extensión (dorsal ancho)								

ANTEBRAZO	Supinación (supinador corto y largo)								
	Pronación (pronador redondo y cuadrado)								
MUÑECA	Flexión (palmar mayor y cubital anterior)								
	Extensión (1 y 2 radial externo, cubital posterior)								
	Desviación Radial (1 y 2 radial, palmar mayor)								
	Desviación Cubital (desviación cubital y radial)								
PULGAR	Flexión metacarpo falángica (flexor corto del pulgar)								
	Extensión metacarpo falángica(extensor corto del pulgar)								
	Flexión interfalángica (flexor largo del pulgar)								
	Abd (Abd corto y largo del pulgar)								
	Add (Add del pulgar)								
	Oponencia (oponente del pulgar y el meñique)								
DEDOS	Flexión Metacarpo falángica (lumbricales)								
	Extensión Metacarpo falángica (extensor común de los dedos, ext propio del índice y el meñique)								
	Flexión Interfalángica proximal (Flexor superficial de los dedos)								
	Flexión Interfalángica distal flexor profundo de los dedos)								
	Abd (interóseos dorsales)								
	Add (interóseos palmares)								
CADERA	Flexión (psoas mayor, iliaco)								
	Extensión (glúteo mayor)								
CADERA	Abd (glúteo medio)								

	Add (add mayor, medio ,menor, pectíneo, recto interno)								
	Rot Interna (glúteo menor)								
	Rot Externa (obturador interno, externo, gemino sup e inf, piramidal de la pelvis, cuadrado crural)								
RODILLA	Flexión (isquiotibiales)								
	Extensión (cuádriceps)								
TOBILLO	Dorsiflexión (tibial anterior)								
	Plantiflexión (gemelos y soleo)								
	Inversión (tibial posterior)								
	Eversión (peroneo largo y corto)								
DEDO GORDO	Flexión								
	Extensión								