



TESINA

Presentado para acceder al título de grado de la carrera de
LICENCIATURA EN KINESIOLOGIA Y FISIATRIA

EL IMPACTO DE LA REALIDAD VIRTUAL EN EL TRATAMIENTO DE LA MARCHA Y EL EQUILIBRIO EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.

Magris, Brunella Ayelen 2962

Roldan, María Victoria 3376

DIRECTORA:

Lic . Ornela , Mangiante

Lugar :

Rosario, Santa fe

Fecha de presentación:

19/09/2022

FIRMA DE AUTORES

Resumen

Los niños con parálisis cerebral que presentan dificultades motoras, tienen alteraciones en la marcha y el equilibrio lo que resulta en complicaciones en el desarrollo de este niño, afectando su independencia. Para esto, la realidad virtual se presenta como una alternativa a la terapia convencional proporcionando a esta mayor motivación para lograr un objetivo, estimulando al paciente y haciendo que este se vea más comprometido con el tratamiento.

Objetivo general: Realizar una revisión bibliográfica para analizar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de la realidad virtual en marcha y equilibrio en niños con parálisis cerebral.

Materiales y métodos: Se realiza un trabajo de revisión bibliográfica de la literatura consultando los artículos biomédicos Medline, LiLACS, iBECS Y Scielo, utilizando los buscadores pubmed y BVS, publicados entre 2014 y 2022.

Resultados: En total fueron identificados 23.356 artículos de los cuales 40 cumplían con los criterios de inclusión. Luego se aplicaron los criterios de exclusión y quedaron 8 artículos para su análisis

Conclusión: La realidad virtual representa una intervención prometedora y efectiva en pacientes con parálisis cerebral para rehabilitar marcha y equilibrio, ya que esta es una patología crónica que necesita mayor incentivos y motivación para continuar la terapia en el tiempo. Sin embargo, algunos estudios mostraron que es difícil continuar con esta terapia porque es costosa. Por otro lado, la calidad metodológica de gran parte de los estudios analizados demostró poca fiabilidad ya que las muestras de los pacientes son bajas.

ÍNDICE:

I- INTRODUCCIÓN.....	1
II- OBJETIVOS	3
II.I. Objetivo general.....	3
II.II. Objetivo específico.....	3
III- MARCO TEÓRICO	4
III.I Parálisis cerebral. Fisiopatología... ..	4
III.II Etiología de parálisis cerebral.....	5
III.III Diagnóstico.....	5
III.IV Trastornos en niños con parálisis cerebral	5
III.V Concepto de aprendizaje motor.....	6
III.VI Alteraciones y desviaciones en niños con parálisis cerebral.....	8
III.VII Clasificación mediante análisis observacional como tridimensional instrumental.....	8
III.VIII Enfoque terapéutico	10
III. IX Tipos de realidad virtual.....	12
III.X Aplicación de realidad virtual	12
III. XI Realidad virtual en el aprendizaje motor	13
IV- JUSTIFICACIÓN	14
V- MÉTODOS.....	15
V.I Criterios de inclusión y exclusión	15
V.II Combinación de palabras claves.	16
V.III Resultados... ..	16
V.IV Estrategias de búsqueda.....	17
V.V Análisis de los resultados	17
VI- DISCUSIÓN	31
VII- CONCLUSIÓN	33
VIII- BIBLIOGRAFÍA.....	35

I - Introducción:

La importancia del juego en un niño es fundamental para su desarrollo, con él aprende, experimenta usando su imaginación e interactúa con otros niños. Se emplea a través de la acción ocupando un tiempo y un espacio con pautas determinadas, pero también formulando sus propias reglas que van acompañadas de sentimientos agradables o no.(1) Hoy en día, el uso de la tecnología se incorporó en el ámbito terapéutico mediante la realidad virtual, fomentando a realizar un tratamiento en donde el niño se sienta motivado a progresar y al mismo tiempo pueda divertirse jugando. (2,3)

La realidad virtual (RV) es una herramienta que permite relacionarse en un entorno interactivo tridimensional, facilitando la participación y mejorando la planificación de tratamiento. Estos, pueden variar de una simple Nintendo Wii (dispositivo manual que detecta movimientos en un plano tridimensional) hasta sistemas más complejos(2,3), permitiendo estimular al sistema nervioso central generando nuevas conexiones neuronales, favoreciendo así una retroalimentación multisensorial en tiempo real. La utilización de imágenes facilita la recuperación mejorando la reorganización cortical y la plasticidad neural. (4)

La parálisis cerebral infantil es la causa más común de discapacidad infantil a largo plazo y afecta a 2 y 2,5 por cada mil niños nacidos vivos por año. En muchos casos afecta la postura, movimiento y equilibrio generando debilidad o espasticidad influyendo en la marcha y actividades funcionales cotidianas. Puede sobrevenir por distintos factores que tiene lugar antes, durante o después del parto dentro de los tres primeros años de vida.(5)(6)

La parálisis cerebral abarca síntomas que manifiestan diferentes grados de deterioro en áreas motora, cognitiva y del lenguaje, con múltiples consecuencias tanto para el paciente como para el grupo familiar.(7) A nivel motor se observa una disminución en su velocidad de marcha, cadencia y longitud de paso, como también, dificultad para mover de forma voluntaria sus extremidades.(4) Una de las alteraciones principales de esta patología es la falta de equilibrio, se debe a que no hay buena conexión entre el cerebelo y el resto de los centros cerebrales; por lo tanto, la marcha de las personas se encuentra afectada.

Con un plan de RV se pretende mejorar el equilibrio y la marcha de estos niños, que presentan parálisis cerebral presentan dificultades en ocasiones para desenvolverse de forma independiente en distintos ámbitos, como su hogar o escuela. Con el juego se fomenta que el niño pueda divertirse aumentando su motivación y autoestima, ayudando

a potenciar habilidades motoras, con el fin de priorizar estos aspectos y ver repercusiones a nivel social y psicológico tratando de lograr el mejor manejo en su ambiente.(4)

La terapia basada en realidad virtual es un gran adyuvante para la terapia convencional, ya que proporciona mejoras en la función motora gruesa y entrena las actividades directas a objetivos.(8)

¿Cuáles son los efectos de un tratamiento basado en realidad virtual en relación a marcha y equilibrio en niños con Parálisis Cerebral?

II- Objetivos:

II. I Objetivos Generales:

- Analizar a través de una revisión bibliográfica los efectos de la utilización de realidad virtual sobre la marcha y equilibrio en pacientes con parálisis cerebral

II. II Objetivos específicos:

- Describir diferentes sistemas empleados para aplicación de realidad virtual en el proceso de la rehabilitación
- Analizar los efectos de un tratamiento convencional en comparación con un tratamiento con realidad virtual en niños con parálisis cerebral

III- Marco teórico:

III-I Parálisis cerebral. Fisiopatología

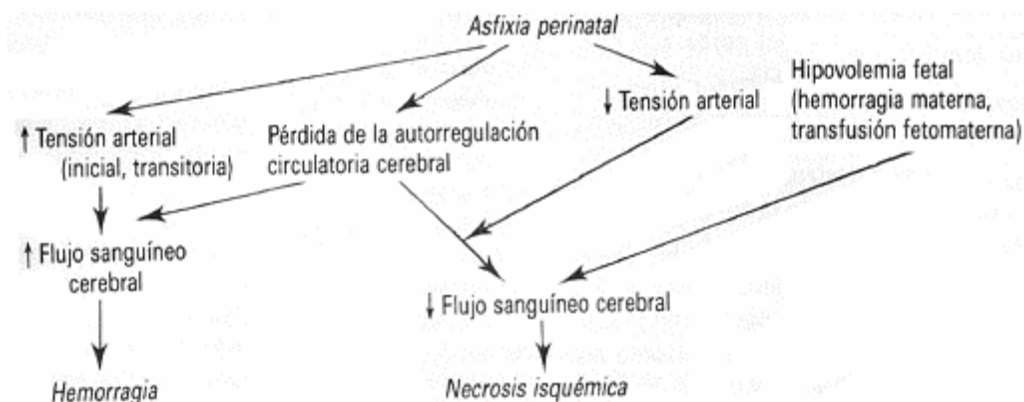
En la actualidad la parálisis cerebral (PC) es considerada como desorden permanente en el desarrollo del movimiento y la posición que causa limitación en la actividad; atribuidas a alteraciones no progresivas que suceden en el desarrollo fetal o encéfalo infantil. Los desórdenes motores de la Parálisis cerebral podrían acompañarse de alteraciones sensitivas, de la percepción, cognitivas, comunicación y comportamiento.

La fisiopatología de la PC, es el resultado de una isquemia cerebral cuya causa esenciales la hipoxia e isquemia como consecuencia de hemorragias cerebrales. En el período perinatal, es la asfixia neonatal o asfixia perinatal, cuyos componentes biológicos esenciales son la hipoxia, hipo-hipercapnia y la acidosis, que llevan a modificaciones de la circulación cerebral provocando isquemia.

La asfixia intrauterina, el mecanismo de producción de las lesiones es idéntico al del período neonatal.

En la Encefalopatía isquémica prenatal, existen estudios anatómicos y de neuroimagen que han podido probar lesiones isquémicas entre el 5º y 7º mes de vida fetal. Las causas de estas encefalopatías isquémicas prenatales son desconocidas.

En las Causas posnatales podemos encontrar meningoencefalitis, traumatismo craneo cerebral, estado epiléptico, o deshidratación aguda severa. (9)



Fuente: Lyon G, Evrard P. Patología perinatal: incapacidades motrices cerebrales, 1990. p.23 (49).

Figura 2. Mecanismos de asfixia perinatal que conducen a la isquemia

Figura 1: Mecanismo de asfixia perinatal que conducen a la isquemia (1)

III. II La etiología de parálisis cerebral

Se puede dar en los tres periodos de embarazo:

- Periodo prenatal: alteraciones la coagulación, enfermedades autoinmunes, HTA, Infección intrauterina, traumatismo, consumo sustancias tóxicas, disfunción tiroidea, alteraciones de la placenta, Trombosis en el lado materno, trombosis en el lado fetal, Cambios vasculares crónicos, enfermedades metabólicas.
- Periodo natal: la causa más común es la anoxia neonatal dado por un traumatismo a la hora del parto.
- Periodo postnatal: Prematuridad, bajo peso Fiebre materna durante el parto, Infección del Sistema Nervioso Central o sistémica, hipoglucemia mantenida, hiperbilirrubinemia, hemorragia intracraneal, encefalopatía hipóxico-isquémica, traumatismo, cirugía cardíaca, ECMO.(9)

III.III Diagnóstico

Para poder llegar al diagnóstico preciso de esta enfermedad, se logra mediante la clínica, también se debe combinar con estudios complementarios para confirmar dicho diagnóstico, como una neuroimagen que está recomendada en todos los niños. Con este estudio, el especialista puede detectar su localización y la extensión de la lesión, el estudio más específico para diagnosticar a estos niños con PC es una Resonancia Magnética, pero si hay sospecha de infecciones se debería realizar una Tomografía Axial Computarizada para visualizar calcificaciones. Además, se debe hacer una práctica exploratoria donde se pueden descartar trastornos sensoriales.

En niños con PC que son prematuros es importante optar por un electroretinograma, estudios de audición, hiperbilirrubinemia, y por último es recomendable una Radiografía de cadera antes de comenzar con carga en bipedestación, para observar si existen algún tipo de deformidad ortopédica.(10)

III.IV Trastornos en niños con parálisis cerebral

Estos niños además de tener un trastorno en el desarrollo del movimiento, cuentan con un desequilibrio postural. Para poder entender este desequilibrio, hay que saber que en niños sanos su control postural se da por una correcta organización del sistema visual, propioceptivo y vestibular, donde estos dan información de la posición y de movimientos del cuerpo en el espacio, el sistema propioceptivo llamado "sexto sentido" proporciona la base

para saber dónde está nuestro cuerpo en el espacio y comprende movimientos tanto estáticos como dinámicos, todo esto se genera a través de un feedback, y por eso tenemos un buen control muscular, control de los segmentos durante un movimiento, trayectoria del movimiento y contribuciones de los modelos internos de representación corporal que sirve para la adquisición y adaptación de habilidades motrices.(11)

Los niños que cursan con PC no tienen un correcto feedback por eso el control postural se condiciona por 2 sistemas: uno neuromuscular y otro músculo esquelético. El primero tiene la capacidad de coordinar precariamente los músculos sinérgicos posturales, generando problemas en su tiempo de activación a las respuestas y agregar la falta de adaptación postural en distintas situaciones que el entorno presenta. Con el sistema músculo esquelético tiene una alteración en la alineación corporal. Cualquier desequilibrio en estos sistemas va a repercutir en cambios del centro de gravedad como también en la base de sustentación.(11)

El equilibrio es una dificultad importante en la mayoría de los pacientes con PC, que se da a raíz de la mala conexión que tiene el cerebelo y la mayoría de los centros cerebrales, así como las neuronas descendentes a la médula espinal.

La marcha es una tarea compleja que está influenciada entre la alineación ósea, amplitud de movimiento articular, actividad neuromuscular y las leyes de la física.

En los niños con PC hay factores que pueden interrumpir el equilibrio y pueden dar como resultado una deficiencia en la marcha. (24)

El análisis observacional y el examen físico completo son utilizados para determinar las causas de los desafíos dinámicos.(24)

III. V El concepto sobre el aprendizaje motor

Se define al aprendizaje motor como un movimiento que se centra en el entendimiento de la adquisición o readquisición del mismo. Se describe como un proceso asociado a la práctica o experiencia que lleva a cambios en la capacidad de realizar acciones, a partir de las imágenes sensorio motoras por medio de la información sensorial que se recibe.

Se describen tres etapas fundamentales:

- Etapa Cognitiva: En esta fase el niño adquiere conocimientos sobre lo que lo rodea. Por lo tanto, se requiere de realizar con frecuencia la práctica de la misma bajo supervisión, donde el error es importante en este proceso para la corrección del mismo.
- Etapa asociativa: En esta fase el niño se encuentra en un ambiente controlado, donde disminuye el número de errores dentro de la ejecución de la tarea, logrando realizar con

menos esfuerzo la ejecución.

- Etapa autónoma: El niño logra la ejecución de la actividad en diferentes entornos, dónde dentro de la ejecución mantiene el control en cada una de las fases de la misma.(12)

Es sumamente importante el aprendizaje motor en los niños con PC ya que con la práctica o la experiencia conducen a cambios motores relativamente permanentes. Esto se logra con la intervención de un profesional e implica un alto número de repeticiones de tareas y el incremento progresivo de la dificultad.(25)

El tratamiento del trastorno motor está fundamentado en cuatro pilares básicos: fisioterapia, ortésis, fármacos y tratamiento quirúrgico (cirugía ortopédica, tratamiento neuroquirúrgico) si empezamos a describir la Fisioterapia podemos decir que son varios métodos empleados y prácticamente todos han demostrado su utilidad. Independientemente del método utilizado es fundamental la colaboración con el cirujano ortopédico y con el ortopedista.

La Farmacoterapia en PC espástica por inyección local: Toxina botulínica (TB), la utilización de la TB, ha de formar parte de un plan de tratamiento global. La recuperación del tono muscular ocurre por el desarrollo de brotes de las terminaciones nerviosas que reinervan el músculo, en un proceso cuya máxima actividad sucede alrededor de 60 días después de la inyección. Al debilitar específicamente grupos musculares agonistas hipertónicos, facilitando el margen de movimiento de la articulación involucrada y la función de la extremidad, a diferencia de los ejercicios de rehabilitación que fortalecen los músculos antagonistas y promueven el mapa propioceptivo de la extremidad en el cerebro. Se obtienen resultados favorables al disminuir el tono de la extremidad, el espasmo muscular y el dolor causado por el mismo, y se observa una mejora en la función de la extremidad.

El número de sitios de inyección por músculo es de dos a cuatro para los gemelos, semitendinoso, semimembranoso y cuádriceps. La frecuencia de inyección no debe ser superior a tres meses, generalmente una vez cada seis meses o más. La relajación del músculo se inicia en 48-72 horas.

Cuando hablamos de tratamiento quirúrgico está presente la cirugía ortopédica: las técnicas quirúrgicas incluyen tenotomía, neurotomía, trasplante de tendones, alargamiento de unidades miotendinosas retraídas, osteotomías, artrodesis, reducción de luxaciones, fusiones vertebrales y por otro lado la Neurocirugía, los procedimientos neuroquirúrgicos en el tratamiento de la PC incluyen dos técnicas principalmente: la bomba de baclofeno intratecal y la rizotomía dorsal selectiva.(21)

III. VI Alteraciones y desviaciones de niños con parálisis cerebral

En el desarrollo típico, los niños van adquiriendo un desarrollo de la actividad hasta lograr tener una marcha que se asemeja a la del adulto. Dentro de sus primeros meses de vida, el bebé no carga su peso en sus extremidades inferiores y no mantiene su cabeza erguida; meses después estos mismos comienzan con movimientos de reptación. A los 10 meses de vida logran desplazarse mediante el gateo y colocarse de pie, siempre y cuando tengan algún objeto de donde sostenerse. Cuando llegan al año de vida comienzan a dar sus primeros pasos no manipulando objetos porque necesitan de sus miembros superiores para lograr equilibrio. Las características que el niño adquiere en sus primeros pasos es que tienen una longitud de paso irregular, no generan rotación de pelvis, tienen una amplia base de sustentación con pronación de pies para mayor equilibrio, mayor flexión de caderas y rodillas y sus miembros superiores separados del cuerpo. Alrededor de los 15 meses logran una marcha independiente.

Cuando un niño comienza a caminar utiliza una posición “en guardia alta” con los hombros abducidos y los codos flexionados. El movimiento braquial recíproco está ausente y la cadera está en rotación externa en la fase de la marcha. Las rodillas están en extensión y los tobillos muestran un choque digital con el contacto inicial con una plantiflexión durante la fase de apoyo.

Cuando el niño va creciendo su patrón de marcha empieza a cambiar pareciéndose más a la marcha del adulto. A la edad de 2 años la oscilación de los brazos es recíproca. Aparece como primera medida un contacto del talón similar a la del pie del adulto. La presencia de dorsiflexión de tobillo durante la oscilación permite evitar el contacto del pie con el suelo. A los 3 años están presente la mayoría de los patrones del adulto sin embargo la maduración continúa hasta los 7 años.(13)

III.VII Clasificación mediante análisis observacional como tridimensional instrumental

La clasificación de los análisis, en estos niños se utiliza para identificar los patrones de movimientos anormales durante la marcha, anormalidades que pueden afectar el movimiento en la cadera, rodilla y tobillo.

En cadera hay 3 desviaciones significativas pueden suceder de manera aislada o en conjunto una de ellas es ADUCCIÓN donde hay un desequilibrio muscular proveniente de la espasticidad de los aductores y flexores de cadera en combinación con una debilidad de los abductores y extensores de cadera, esto puede conducir a una

subluxación de cadera tanto en niños que caminan como en los que no. La marcha se altera cuando una pierna se cruza con la otra. Otra alteración se da en la FLEXIÓN estase da por espasticidad o contractura del psoas iliaco, la excesiva flexión de cadera impide que el niño pueda apoyar una pierna por delante de la otra en la fase de apoyo final, acortando de este modo la longitud de paso. La tercera desviación es la ANTEVERSIÓN FEMORAL, esto provoca el “síndrome del brazo de palanca”. Normalmente los niños en la vida intrauterina presentan anteversión femoral significativa, sin embargo, el niño que no camina bien, especialmente en aquellos que tienen flexión de la cadera, hay pocas probabilidades de que suceda una desrotación fisiológica del fémur. En los niños con PC esto se acompaña con un incremento en la torsión tibial y con un metatarsiano en varo, esto puede causar aducción del pie en la marcha.

Una desviación que se puede dar es a nivel de rodilla, en esta, se pueden dar cuatro diferentes problemas. El primero es marcha en salto, que presenta flexión aumentada de rodilla y cadera en la fase de apoyo, el segundo es MARCHA EN FLEXIÓN, que incluye flexión excesiva de cadera y rodilla en la fase de apoyo, así como también dorsiflexión aumentada de tobillo, esto generalmente es causado por la elongación del tendón de Aquiles. El tercero es MARCHA CON RODILLA RÍGIDA, esta posee una reducida amplitud de movimiento de rodilla durante el ciclo de la marcha. La sobre actividad de los isquiotibiales durante la pre-oscilación impide el avance del fémur a nivel de cadera, limitando a la pierna de los 40 grados normales de flexión pasiva de rodilla durante este periodo. El último GENU RECURVATUM, es denominado también como hiperextensión de rodilla, la espasticidad plantar flexora o las contracturas pueden conducir a esto, al impedir el avance de la tibia en la fase de apoyo al mismo ritmo que el fémur y el cuerpo. Cuando la pierna está en apoyo la rodilla se va a recurvatum.

Y como última desviación hablamos de tobillo, que existen 4 problemas dentro de estos se encuentra el PIE EQUINO, la flexión plantar es secundaria a la contractura del complejo gastrocnemio-soleo, esto causa que el tobillo se flexione y el niño camine sobre su antepié y sobre sus dedos. PIE CALCÁNEO, dorsiflexión de tobillo, se da en la fase de apoyo. PIE VARO Esto se suele evidenciar en pacientes con hemiplejia espástica, hay sobre actividad del tibial posterior o tibial anterior o puede estar presente en ambos músculos. Es muy importante en esta deformidad tener electromiograma para saber de dónde viene la deformidad y durante qué periodo o ciclo de la marcha.

PIE VALGO está asociado con el pie en equino, retropié valgo y finalmente colapso del

retropié. Estos niños muestran una inestabilidad en la fase de apoyo. En el electromiograma se ve una actividad aumentada de los peroneos, así también como de los gemelos. Estas desviaciones van a llevar a una marcha patológica, la interrupción del ciclo de la marcha normal debido a una afección significativa de las extremidades inferiores tiene como resultado un mayor gasto energético, presentan comúnmente espasticidad, pérdida del control motor y pérdida sensitiva, que esta última altera la marcha debido a que priva a los pacientes de conocer la posición de su cuerpo o el contacto que tiene el pie con el suelo, como resultado no saben cuándo es correcto transferir el peso corporal a la extremidad inferior. La combinación de la alteración sensitiva con debilidad muscular impide una rápida sustitución. A partir de esto la marcha es lenta y cauta, aunque exista un déficit sensitivo moderado. Cuando exista un déficit mayor los pacientes serán incapaces de utilizar su control motor disponible ya que no pueden confiar en los movimientos que se producen.

Pueden intentar compensar su déficit propioceptivo utilizando su sistema visual para obtener información sobre la posición de la pierna implicada.(14)

III.VIII Enfoque terapeutico

Hoy en día el avance de la tecnología aplicada a tratamiento ayuda, no solo al niño a poder realizarlo y motivar sino también al profesional como a la familia, lograr a través del trabajo y sobre todo de su motivación a que el niño quiera y pueda lograr independizarse como también que sienta que puede ser incluido en varios ámbitos de su rutina diaria. La motivación de estos pacientes es un modulador crítico en la plasticidad neuronal funcional y se lo considera un factor determinante intrínseco para la mejora de las habilidades motoras.(15)

Lo que se logra con la RV es que el niño con el juego realice situaciones de la vida real, pero al estar plasmadas en una animación, el tratamiento se le torna más fácil tanto a él como al profesional, porque el niño entiende mejor las acciones que debe hacer. Con este tipo de tratamiento se puede lograr que el paciente realice tareas simples y logre una mayor complejidad a medida que va avanzando. Al estar jugando no se preocupa por los fallos, el mismo es capaz de entrenar distintos movimientos de forma sistémica en un entorno enriquecido y motivador, que le permite la sensación de autocontrol en el entorno virtual, además de vivir situaciones que les podrían restringir en el entorno físico. Con el juego se puede desplazar en distintas direcciones, como también simular que atraviesa diferentes

obstáculos, trabajar el equilibrio y coordinación, y poder obtener una mejoría en su base de sustentación. Dentro del mismo el profesional puede ir indicando órdenes claras para poder mejorar posturas o movimientos que se van ejecutando cuando el niño se mueve. También se trabaja con los distintos sentidos, sobre todo lo visual, auditivo y táctil. (11, 23)



Fig 1. The riding simulator (Joba®) disguised as a velvet pony.

Figura 1. Simulador de equitación disfrazado de pony (22)

Es importante en estos niños lograr un tratamiento lo más llevadero posible y que se sientan comprometidos, por lo tanto, se debe tratar de introducirlos en el juego para poder motivarlos.

Hoy en día hay varios tratamientos para tratar este tipo de enfermedades, pero como se habló antes no todos los tratamientos motivan y comprometen al niño a realizarlo. Por eso la RV se introdujo en el mundo de la rehabilitación en niños con PC, logrando trabajar marcha y equilibrio mediante una tecnología computarizada a través de un feedback sensorial ya que este es el primer elemento clave y el segundo elemento es la repetición, donde se mejoran las habilidades motoras y lo más importante la motivación del niño, es decir, la realidad virtual es una herramienta de tratamiento con múltiples objetivos funcionales. La RV ayuda a que los niños puedan entrenar distintos grupos de músculos logrando una mejor y mayor amplitud y fuerza para lograr dentro de sus posibilidades un mejor movimiento para su marcha. Además, con este tipo de tratamiento se logra que el niño pueda comprender las tareas, cambiar de dirección de sus obstáculos para trabajar el equilibrio. Esta retroalimentación permite al cerebro adoptar nuevas vías de aprendizaje. (23)

III. IX Tipos de RV

Hay 2 tipos de dispositivos/sistemas de RV:

- Sistemas de RV inmersivos: donde el usuario está integrado totalmente dentro del ambiente virtual, viendo solo las imágenes generadas por el ordenador, bloqueando el resto del mundo físico. En la actualidad, los sistemas inmersivos más utilizados son Glas Thom, IREX y PlayStation Eye Motion.
- Sistemas de RV semi inmersivos o no inmersivos: en los cuales el usuario percibe parte del mundo real y parte del mundo-entorno virtual. No hay una inmersión total en el entorno virtual siendo que los semi inmersivos utilizan habitaciones con proyectores y pantallas ubicadas en los muros; mientras que la no inmersiva utiliza solamente una pantalla frontal al paciente. En la actualidad, los sistemas no inmersivos más utilizados son Virtual Teacher, Cyberglobe, Virtual Reality Motion, Pneumo Globe, Nintendo-Wii, Microsoft Kinect for Xbox y Sony EyeToy.(16)

Actualmente, hay 2 formas de visualización que pueden influir en la calidad de la percepción de la tarea, lo que afecta el rendimiento sensorio motor del paciente:

- Entornos virtuales 3D: utilizados para obtener un espacio tridimensional que representa el mundo real con un alto nivel de detalle, cuyo realismo está determinado por la resolución y la fidelidad de los objetos implicados en la tarea.
- Entornos virtuales 2D: utilizados para representar las tareas con un bajo grado de realismo utilizando técnicas de gráficos bidimensionales.(17)

III.X Aplicación de la RV

En la última década han aparecido un creciente número de estudios que reportan el potencial de la RV que permite generar entornos virtuales diseñados artificialmente respondiendo a las acciones de los usuarios de manera inmediata, proporcionando un feedback en distintos canales sensoriales de manera similar a como lo haría el mundo real. Si bien la definición clásica de RV implica la sustitución de los estímulos reales en todos los canales sensoriales por estímulos generados sintéticamente, en la práctica, los canales visual y auditivo han demostrado ser los más relevantes en pos de conseguirla inmersión de los usuarios en el mundo virtual.

La aplicación de la RV en distintos campos, y en la neurorrehabilitación en particular ha ido ligada al desarrollo tecnológico que facilita su inclusión en la clínica con un menor coste y de manera menos invasiva. (18)

III. XI RV en el aprendizaje motor

La RV brinda los elementos claves necesarios para el aprendizaje motor:

- Repetición: Mejora las habilidades del aprendizaje motor y funcional, dado a que los procesos de plasticidad dependen de la repetición de la actividad
- Feedback sensorial: la importancia de la estimulación multisensorial en la rehabilitación 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 sensorio motriz, 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.
- Task Oriente / specific: brindar a las personas la oportunidad de practicar actividades cotidianas que no son o no pueden practicarse en el entorno del hospital.
- Estimulación de las neuronas en espejo: el sistema nervioso transforma la información sensorial obtenida al observar la acción de los otros en un formato motor muy similar al programa motor interno generado cuando un individuo se imagina realizando una acción, o bien cuando realmente la está ejecutando.(18,19)

La realidad virtual proporciona una forma precisa de controlar todos los elementos de una escena y los objetivos, ajustando cada tarea a un usuario específico. La principal característica que aporta la RV es la posibilidad de repetir la misma tarea en cualquier momento, modificando factores como el nivel de complejidad, el tiempo y la intensidad de la práctica. De esta manera, la terapia virtual puede usarse para promover el aprendizaje motor y la rehabilitación debido a que la realidad virtual se puede ajustar para generar un entorno, escenario o actividad que permita al usuario practicar habilidades motoras para mejorar la plasticidad neuronal dependiente de la experiencia.(20)

Uno de los resultados favorables que tiene este sistema de RV es lograr disminuir la ansiedad y que pueda realizar los movimientos de una forma más coordinada y consciente.(20)

Al ser introducido en el juego, el niño logra que sus dolores disminuyan, ya que su cerebro logra desviar su pensamiento del foco del dolor. (20)

IV - Justificación.

La tecnología ha avanzado y acompañada de esto trae consigo varios cambios que se implementan en el tratamiento kinésico.

La RV se utiliza como complemento de la terapia kinésica convencional al momento de la rehabilitación de la marcha y el equilibrio en niños con PC. Es un método que activa todos los sentidos con la asistencia de un kinesiólogo que tiene como tarea llevar adelante su supervisión. Esto puede mejorar la motivación del paciente y ayudar a lograr una mayor independencia en sus actividades de la vida diaria como también lograr que el niño a nivel social pueda sentirse incluido. Así mismo, se buscó investigar cuáles son los efectos de la RV como complemento del tratamiento convencional sobre la marcha y el equilibrio en niños con PC, además esta revisión bibliográfica busca concientizar sobre esta patología y aportar información sobre nuevos y diferentes enfoques terapéuticos y tratamientos, resultando posibles beneficios de la intervención kinésica en éste nuevo campo disciplinar.

V- Métodos:

Para desarrollar los objetivos planteados se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica a través de la cual se seleccionaron estudios de investigación. Los mismos fueron obtenidos en las bases de datos biomédicas Medline, LILACS, IBECS y Scielo, utilizando los buscadores pubmed y BVS. El periodo de búsqueda fue entre 2014 y 2022, idioma español, inglés y portugués.

V.I Criterios de inclusión y exclusión:

Para la selección de los artículos potenciales de análisis se establecieron los siguientes criterios de inclusión: Niños con PC, intervención kinésica donde se trabajó la realidad virtual como también tratamientos convencionales.

Se excluyeron artículos duplicados y artículos con otras patologías cerebrales.

PALABRAS CLAVES QUE SE UTILIZARON EN LA ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA:

Palabra clave	DECS	MESH	TÉRMINO LIBRE
Parálisis cerebral		Cerebral palsy	
Realidad virtual	Realidad virtual	Virtual reality	
Balance postural	Balance postural	Postural balance	
Marcha	Marcha	Gait	
Tratamiento	Tratamiento convencional		Tratamiento
Rehabilitación neurológica	Rehabilitación neurológica	Neurological Rehabilitation	

V. II - Combinación de palabras claves

A partir de las mismas se realizaron una serie de combinaciones:

- BVS:

“Cerebral palsy” AND “virtual reality” se recuperaron 233 artículos de los cuales se seleccionaron 2 artículos

“Cerebral Palsy” AND “gait” OR “postural balance” se recuperaron 1118 artículos de los cuales se seleccionó 1 artículo

“Neurological Rehabilitation” AND “Cerebral palsy ” se recuperaron 121 artículos de los cuales se seleccionó 1

- Pubmed:

“Cerebral Palsy” AND “gait” OR “postural balance” se recuperaron 20794 artículos de los cuales se seleccionaron 2 artículos

“Virtual reality” AND “Gait” se recuperaron 1187 artículos de los cuales se seleccionaron 1

“Cerebral palsy” AND “conventional treatment” se recuperaron 27 artículos de los cuales se seleccionaron 1

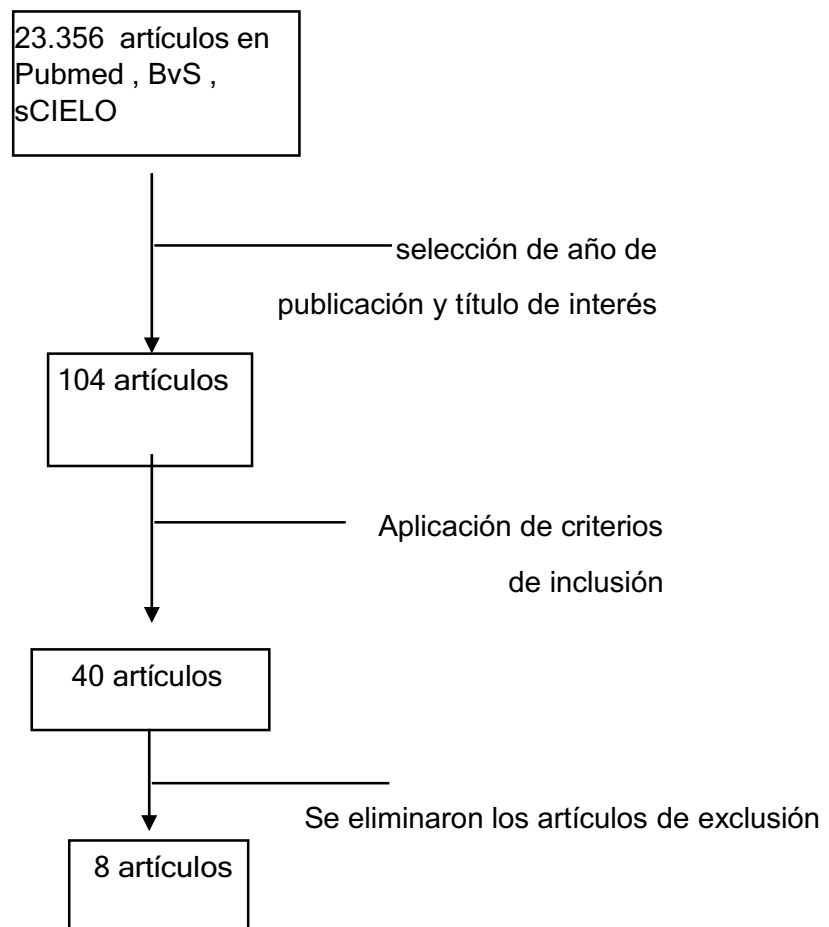
V.III Resultados:

En la búsqueda en las bases de datos científicas se identificaron un total de 23.356 artículos.

Luego de disponer el filtro “intervalo de año de publicación” y seleccionar los títulos de interés, se registraron 104 artículos.

Posteriormente, se realizó una lectura de los resúmenes de los mismos. Se seleccionaron aquellos que cumplieran con los criterios de inclusión y que eran potencialmente relevantes para la investigación, recolectando un total de 40 artículos. Por último, se realizó una lectura completa de los artículos y se seleccionaron los artículos que no cumplieron los criterios de exclusión, quedando 8 artículos para su análisis. El procedimiento se resume en el esquema siguiente:

V.IV Estrategias de búsqueda Bibliográfica



VI - Análisis de los resultados

De acuerdo con las conclusiones y los datos arrojados por los 8 artículos que fueron incluidos en esta revisión, se pudo observar que 1 fueron ensayos clínicos controlados y 4 búsquedas sistemáticas, 2 meta análisis, y 1 estudio observacional. En cada uno de ellos se describieron los siguientes resultados de intervención consideradas para pacientes con parálisis cerebral e intervenciones que involucran la marcha y el equilibrio. También se describieron comparaciones de tratamiento con realidad virtual y tratamiento convencional.

APLICACIÓN DE REALIDAD VIRTUAL SOBRE PACIENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL QUE TIENEN ALTERACIÓN EN LA MARCHA

Se han observado efectos positivos en dos ensayos clínicos controlados realizados en cuanto al análisis de la efectividad de la intervención de la realidad virtual en pacientes con PC con déficit de la marcha se utilizaron pruebas musculares manuales, la Medida funcional motora gruesa (GMFM), la Escala de equilibrio pediátrica (PBS), la prueba de caminata de 10 metros (10 MWT) y la prueba de caminata de 2 minutos (2 MWT) antes y después del entrenamiento. Equilibrio, timed and go, Functional, Reach Test, Test de la marcha de 10 m, cadencia, longitud de paso, longitud de zancada, velocidad.

El estudio de Gai Shashank, GhIshan analiza la influencia del entrenamiento con realidad virtual (dosis de entrenamiento relevante) en la recuperación de la marcha en niños con PC. De 989 registros, 16 estudios en los que participaron un total de 274 niños con PC cumplieron con los criterios de inclusión. El ochenta y ocho por ciento de los estudios informaron mejoras significativas en el rendimiento de la marcha después del entrenamiento con realidad virtual. $g = 0,68$), longitud de zancada (0,30), cadencia (0,66) y medida de la función motora gruesa (0,44). El análisis de subgrupos informó una duración de entrenamiento de 20 a 30 minutos por sesión, ≤ 4 veces por semana durante ≥ 8 semanas para permitir mejoras máximas en la velocidad de la marcha. (4)

En cuanto al estudio de Chun Hee Cho, Wonjeong Hwang, Sujin Hwang, Yijung Chung evalúa los efectos del entrenamiento en cinta rodante de realidad virtual sobre la capacidad ambulatoria de los niños con PC. Fue diseñado para comparar los efectos del entrenamiento de la marcha en cinta rodante reforzada con realidad virtual sobre la fuerza muscular, la función motora gruesa, el equilibrio dinámico y la capacidad ambulatoria utilizada por los videojuegos. La realidad virtual es un programa terapéutico seguro, agradable y educativo, proporciona una fuerte motivación y mejora la concentración de los participantes. Se informa que VRTT es significativamente más efectivo que TT solo para mejorar la fuerza muscular de los niños con PC. La fuerza muscular de los niños con PC aumenta significativamente después del ejercicio aeróbico junto con el entrenamiento de la marcha en cinta rodante. (23)

Hay aumentos significativos en la fuerza muscular de la flexión dorsal y plantar del tobillo en niños con PC.

La RV permitió que el peso corporal se distribuya uniformemente en las extremidades inferiores al mejorar la simetría. Aumentó la estabilidad al estar de pie y, por lo tanto, mejoró la capacidad para ajustar la postura.

El entrenamiento mejoró la fuerza muscular en las extremidades inferiores, lo que mejoró la capacidad de los participantes para ajustar la postura, mejorar la estabilidad postural dinámica y, en última instancia, mejorar la marcha, mejora de la resistencia al caminar y la fuerza muscular ha llevado a un mejor rendimiento de la marcha después del entrenamiento en cinta rodante con realidad virtual en este estudio.

Los estudios sostuvieron que los efectos producto de esta intervención del entrenamiento de la marcha proporcionan evidencia preliminar de la influencia beneficiosa del entrenamiento con realidad virtual en la rehabilitación de la marcha paraniños con PC.

CONTROL POSTURAL Y EQUILIBRIO EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL

Uno de los signos más relevantes en estos niños, es el equilibrio; este conduce al niño a tener menor rendimiento en marcha y funciones diarias, generando restricción en actividades sociales. La motivación para el niño es fundamental ya que es un modulador de la plasticidad neuronal, ayudando a mejorar la motricidad. Los videojuegos tratan aspectos motores en un contexto motivador; debe aplicarse con continuidad y repetición. Permiten al niño controlar su entorno virtual, sin preocuparse por fallas. Joyce y Louise evaluaron el equilibrio a través de la escala de Desarrollo Motor para evaluar equilibrio y la escala de Cociente Motor General para evaluar el rendimiento motor, como conclusión la RV mejora el equilibrio, desempeño motor con éxito.

Jin long y cols.(28) evaluaron el efecto de los juegos de RV en la recuperación del equilibrio de los niños con PC mediante la síntesis cuantitativa de la literatura existente y determinaron el impacto de la intervención del juego RV (la duración de cada intervención, la intervención frecuencia, ciclo de intervención y tiempo total de intervención) sobre la recuperación del equilibrio de los niños con PC. En cuanto al análisis de subgrupos de moderadores, los esquemas de intervención se clasificaron según: Duración de la sesión (15 a 40 min, ≥ 40 min), frecuencia de la intervención (2 a 5 sesiones/semana, ≥ 5 sesiones/semana), ciclo de intervención (3 a 12 semanas, ≥ 12 semanas) y tiempo total de intervención (480 a 1000 min, ≥ 1000 min). Los resultados del presente metanálisis de ECA que evaluaron el impacto de los juegos de realidad virtual en el equilibrio de los niños con PC mostraron que los juegos de realidad virtual tuvieron un efecto positivo en el equilibrio de los niños con parálisis cerebral en comparación con los métodos de rehabilitación tradicionales, el desarrollo de varios juegos de realidad virtual proporciona nuevos métodos y enfoques para el tratamiento de niños con PC para el personal clínico, y los juegos de realidad virtual pueden mantener a los niños comprometidos y haciendo ejercicios de

rehabilitación repetitivos. Por el contrario, los tratamientos tradicionales de discinesia requieren varios juegos e instalaciones, como bolas de bolos, obstáculos y canastas de diferentes alturas, y un espacio relativamente grande para el tratamiento.

Rosalee Dewar (31) desarrolló en los niños con PC la disfunción del control postural que se deriva de Lesión cerebral primaria, que provoca déficits en las redes posturales.

Las redes motoras se ven afectadas por déficits como la espasticidad muscular, la contractura, la disminución de la producción de fuerza isométrica y el tiempo anormal, y la reducción de la amplitud del reclutamiento muscular, como también se ven afectadas las redes de percepción por déficits que incluyen un registro y/o percepción deficiente en los sistemas visual, táctil, propioceptivo y vestibular. Se sabe que esta disfunción contribuye a las limitaciones en las habilidades motoras gruesas que requieren equilibrio, especialmente en la marcha.

Por otro lado, Monge Pereira E utilizaron El Gross Motor Function Classification System (GMFCS) que fue desarrollada para clasificar a los niños con diagnóstico de parálisis cerebral en los niveles de movilidad funcional y consta de 5 niveles que van desde I, que incluye a los niños con mínima o ninguna disfunción en relación a la movilidad en la comunidad, hasta V, que incluye a los niños que son totalmente dependientes y necesitan ayuda para desplazarse.

El control postural normal requiere de la organización de la información sensorial procedente de los sistemas visuales, propioceptivo y vestibular, que proporcionan información acerca de la posición y el movimiento del cuerpo en el entorno, así como la coordinación de esta información con las acciones motrices. El sistema propioceptivo, llamado «sexto sentido», proporciona la base para saber dónde está nuestro cuerpo en el espacio, y comprende componentes estáticos (posición) y dinámicos (movimiento).

El feedback propioceptivo es crítico para el correcto control muscular, el control de los segmentos durante un movimiento multiarticular, la trayectoria del movimiento y nos aporta modelos internos de representación corporal que nos sirven para la adquisición y adaptación de habilidades motrices. El control postural en las personas con PC está condicionado por los sistemas neuromusculares y musculoesquelético. Su sistema neuromuscular al estar alterado no puede coordinar múltiples músculos en las sinergias posturales, lo que deriva en problemas de secuenciación, tiempo de activación de respuestas posturales y problemas de adaptación postural según las demandas del entorno. Esta herramienta puede alcanzar esta individualización y flexibilidad ya que nos permite integrar en el programa de intervención, las propias preferencias del niño, mejorar

su atención y motivación por la tarea, y sobre todo aumentar el feedback sensorial. Se recopiló estudios con el mayor nivel de evidencia. Se incluyeron aquellos ensayos cuyos participantes fuesen exclusivamente niños y/o adolescentes de 4 a 18 años, afectados de PC sin importar el diagnóstico motor y el nivel de afectación. Dos estudios evaluaron el control postural en sedestación en 6 participantes, obteniendo mejoras importantes a nivel del tono postural, alineación postural.

Realizaron un ensayo en el que sometieron a 16 participantes, 10 afectados de PC y 6 controles sanos, a una intervención para compararla RV frente a los ejercicios convencionales en el trabajo analítico de tobillo. Los principales resultados revelaron que obtuvieron más repeticiones mediante los ejercicios convencionales para ambos grupos y emplearon un mayor tiempo promedio para realizar una repetición en el juego de RV que en los ejercicios convencionales. En ambos grupos, consiguieron un mayor rango de movimiento activo bajo la condición de RV.

Asifa Qurat Ul Ain y cols, utilizaron los juegos de Nintendo Wii como terapia junto con la fisioterapia convencional en sus sesiones, para evaluar el control motor en pacientes con parálisis cerebral, la duración de cada sesión varió de 20 a 90 minutos, se requirieron de 2 a 6 veces por semana para producir resultados constructivos. Concluyeron que los juegos de realidad virtual no se pueden utilizar como sustituto de la terapia convencional, pero cuando se usan junto con la fisioterapia convencional, pueden ser muy efectivos para producir cambios significativos en las funciones motoras.

Por último, Robert M.T (30) comparó tres movimientos de alcance realizados en dos planos entre una realidad virtual basada en un juego de bajo costo y un entorno físico similar en niños con desarrollo típico en niños con parálisis cerebral (PC). Para la evaluación sensorial, se evaluaron los umbrales táctiles en el dorso de la mano con filamentos Semmes-Weinstein válidos y confiables (Lafayette Instruments, Lafayette, IN, EE. UU.). Los valores de Semmes-Weinstein en niños de 11 a 17 años con desarrollo típico son 2,83. La propiocepción de las extremidades superiores (pulgar, muñeca, codo, hombro) se calificó de 0 a 2 puntos utilizando la escala de Fugl-Meyer, donde 2 indica ausencia de déficit, para una puntuación máxima de 8. La escala de Fugl-Meyer también evaluó el rango de movimiento de 12 movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, codo y hombro en escalas de 3 puntos donde 24 puntos representan un rango completo e indoloro. La espasticidad del flexor del codo se evaluó mediante la escala de Tardieu, una escala ordinal de 6 niveles que clasifica la resistencia que siente el examinador durante el estiramiento pasivo realizado a tres velocidades diferentes. Se observaron diferencias pequeñas a grandes (2,8 %–

155%) en la cinemática de alcance para tres gestos realizados en un entorno virtual 2D en comparación con un entorno físico similar en niños con un desarrollo típico y en niños con parálisis cerebral. Aparte de la distancia de trayectoria para el movimiento frontal, la cinemática de alcance fue similar para los tres gestos entre los grupos. Los niños con mayores déficits táctiles pueden utilizar más el desplazamiento del tronco.

Seguidamente, se presenta el siguiente cuadro a modo de resumen, un análisis comparativo entre los estudios revelados siguiendo algunas variables como: título, autor, año, tipo de estudio, objetivo, muestra, variables, intervención y resultado.

Titulo: Use of virtual reality systems as proprioception method in cerebral palsy: clinical practice guideline (11)				
Autor: Monge Pereira E Molina Rueda F , Alguacil Diego I.M Cano de la Cuerda R, de Mauro A. Miangolarra Page J.C				
Año: 2014				
Tipo de estudio: Revisión Sistemática				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
El objetivo de realizar esta guía de práctica clínica es analizar qué repercusión tiene el empleo de diferentes sistemas de RV en la mejora y adquisición de habilidades funcionales en niños y adolescentes con PC,y evaluar la evidencia científica existente para determinar qué fuerza de recomendación tienen dichas intervenciones	Niños y/o adolescentes de 4 a 18 años, afectados de parálisis cerebral sin importar el diagnóstico motory el nivel de afectación	Diferentes tipos de realidad virtual habilidades de niños y adolescentes con pc de 4 a 18años	Intervenciones con un uso aislado de los sistemas de Rv y por otro lado una combinación de sistemasde Rv más un tratamiento complementario	Se encontraron diferencias significativas en la ejecución de tareas sobre el control, cuando se comparó la rv con el tratamiento convencional, este fue más rápido para la ejecución de las mismas, cuando se evaluó la coordinación y calidad de movimiento no se describieron cambios significativos y por último la activación de la corteza sensorio motor evaluaron el control postural y movilidad funcional, después de la intervención el balanceo disminuyó la movilidad aumentoy evaluaron el torque de la articulación dela rodilla isocinética con rv y encontraron resultados significativos en la ejecución de tareas.

Titulo: Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review (3)				
Autor: Dewar, R., Love, S. and Johnston, L.M				
Año: 2015				
Tipo de estudio: Revisión Sistemática				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
El objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia y efectividad de las intervenciones de ejercicio que pueden mejorar el control postural en niños con parálisis cerebral (PC)	Niños diagnosticados con PC y con edades comprendidas entre 0 y 18 años	Estimulación Eléctrica Entrenamiento de tareas motoras gruesas Hipoterapia Realidad virtual Terapia neurodesarrollo Resistencia progresiva	Motricidad gruesa, hipoterapia, entrenamiento en pasarela rodante sin apoyo del peso corporal (sin BWS), entrenamiento dirigido al tronco y entrenamiento de equilibrio reactivo. Seis de las intervenciones tenían pruebas débiles o contradictorias: estimulación eléctrica funcional (FES), simuladores de hipoterapia, terapia de desarrollo neurológico (NDT), entrenamiento en cinta rodante con apoyo del peso corporal, realidad virtual y retroalimentación visual	Esta revisión ha identificado cinco intervenciones potencialmente efectivas, seis que requieren más investigación y dos que probablemente sean ineficaces. La evidencia actual es débil, la falta de una investigación rigurosa dificulta sacar conclusiones sobre los efectos de la realidad virtual en el control postural.

Título: Effects of active videogame-based intervention on self-concept, balance, motor performance and adaptive success of children with cerebral palsy: preliminary study (5)

Autor: Joice Luiza Bruno Arnoni JLB, Verderio BN, Pinto AMA, Rocha R, et al.

Año: 2018

Tipo de estudio: Ensayo clínico

OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
El objetivo de este estudio ha sido certificar el efecto de un programa de intervención basado en RV utilizando un videojuego activo en el auto concepto, en el equilibrio, en el desempeño motor y en el éxito adaptativo de niños PC	Participaron 8 niños (7 niños y 1 niña) con edades entre 5 y 14 años con PC hemiparesia espástica	- Escala de Autoconcepto Infantil de Piers-Harris - Escala de Desarrollo Motor (EDM)	Entrenaron durante 8 semanas, 2 sesiones semanales e individuales de 45 minutos. Durante la intervención, se proporcionaban comandos verbales para corrección en la alineación. La intervención se realizó mediante un televisor de 32" conectado a la consola y sensor de escaneo corporal (Xbox 360 Kinect®), debidamente calibrado	Con la intervención se encontró mejoras en el control motor equilibrio y autoconcepto

Titulo: Validation of reaching in a virtual environment in typically developing children and children with mild unilateral cerebral palsy (30)				
Autor: Robert, M.T. and Levin, M.F.				
Año: 2018				
Tipo de estudio: estudio observacional				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
<p>Comparar tres movimientos de alcance realizados en dos planos entre una realidad virtual basada en un juego de bajo costo y un entorno físico similar en niños con desarrollo típico y niños con parálisis cerebral (PC). Determinar si las diferencias en la cinemática están relacionadas con déficits sensoriales.</p>	<p>27 niños (en desarrollo típico, n = 17, edad media 13 años, [DE] 2años 2 meses, rango 9 años 3 meses–17 años 2 meses; CP, n = 10, edad media 13 años 8 meses, [DE] 1 año 8 meses, rango 11y 1mo–17y 1mo</p>	<p>Movimientos de la vida cotidiana</p>	<p>Los niños participaron en una sesión, que incluyó evaluaciones clínicas seguidas de la tarea experimental en este estudio observación</p>	<p>El entrenamiento con realidad virtual todavía tiene un gran potencial para ser parte de un cuadro de opciones de rehabilitación, ya que puede facilitar una mayor intensidad de entrenamiento con un costo relativamente bajo. Potencialmente, también puede ser un programa útil para el hogar, ya que los sistemas comercializados están ampliamente disponibles.</p>

Titulo: Virtual Reality Enhances Gait in Cerebral Palsy: A Training Dose-Response Meta-Analysis (4)				
Autor:GhaiShashank , GhIshan				
Año:2019				
Tipo de estudio: metaanálisis				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
El objetivo de este estudio es analizar la influencia del entrenamiento en realidad virtual (dosis de entrenamiento relevante) en la recuperación de la marcha en niños con parálisis cerebral.	niños con parálisis cerebral (rango de edad: 6–18 años)	Equilibrio, timed and go , Functional, Reach Test,Test de la marcha de 10 m, cadencia, long.de paso, long de zancada,velocidad	El análisis de subgrupos informó una duración de entrenamiento de 20 a 30 minutos por sesión, ≤4 veces por semana durante ≥8 semanas para permitir mejoras máximas en la velocidad de la marcha	Influencia beneficiosa del entrenamiento con realidad virtual en la rehabilitación de la marcha para niños con parálisis cerebral.

Título :Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy (23)				
Autor : chun hee cho, wantong hwang				
Año: 2016				
Tipo de estudio : Ensayo clínico				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
El objetivo fue investigar los efectos del entrenamiento en cinta rodante con realidad virtual sobre la marcha, el equilibrio, la fuerza muscular y la función motora gruesa en niños con parálisis cerebral	Dieciocho niños con parálisis cerebral espástica	-Cambios en la fuerza muscular de extensión de rodilla -Cambios en la fuerza muscular de la flexión de la rodilla -Cambios en la función motora gruesa -Cambios en el control postural dinámico, la marcha y la resistencia	Un grupo realizó un entrenamiento de marcha en cinta rodante conectado a un programa asistido por videojuego y otro grupo fisioterapia general que consistió en ejercicios de rango de movimiento y tratamiento de neurodesarrollo durante 30 minutos por día, 3 veces por semana durante 8 semanas.	Algunos efectos beneficiosos del entrenamiento en cinta rodante de realidad virtual sobre las actividades funcionales en niños con parálisis cerebral son los siguientes: el criterio principal de valoración es que la VRTT tiene un efecto terapéutico sobre el rendimiento de la marcha después del entrenamiento. El criterio de valoración secundario es que el entrenamiento de la marcha en cinta rodante con realidad virtual es muy eficaz para mejorar las habilidades de equilibrio en niños con parálisis cerebral espástica

Título : The Rehabilitative Effects of Virtual Reality Games on Balance Performance among Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials (29)				
Autor: Jin Long Wu, Pablo D. Loprinzi, Zhang Bing				
Año : 2019				
Tipo de estudio : metaanálisis				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Evaluar el efecto de los juegos de realidad virtual (VR) en la recuperación del equilibrio de los niños con parálisis cerebral (PC) mediante la síntesis cuantitativa de la literatura existente y determinar aún más el impacto de la intervención del juego VR (la duración de cada intervención, la intervención frecuencia, ciclo de intervención y tiempo total de intervención) sobre la recuperación del equilibrio de los niños con PC.	Niños con parálisis cerebral de 4 a 10 años	El rendimiento del equilibrio se midió utilizando un instrumento válido (la batería de evaluación del movimiento para niños, la escala de equilibrio pediátrica y la prueba Timed Up and Go).	Se utilizó la g de Hedge para calcular el tamaño del efecto de cada experimento, y se seleccionó la diferencia de medias estandarizada (SMD) para calcular los indicadores de la escala del efecto. El tamaño del efecto muestra la influencia de los juegos de realidad virtual en el equilibrio de los niños con parálisis cerebral, que se calculó a través de un modelo de efectos aleatorios y para el cual se aplicó un IC del 95 %. Duración de la sesión (15 a 40 min, ≥40 min), frecuencia de la intervención (2 a 5 sesiones/semana, ≥5 sesiones/semana), ciclo de intervención (3 a 12 semanas, ≥12 semanas) y tiempo total de intervención (480 a 1000 min, ≥1000 min)	RV juega un papel positivo en la mejora del equilibrio de los niños con PC. Sin embargo, las limitaciones de la metodología actual pueden afectar los resultados de este metanálisis.

Título : Role of virtual reality and active video games in motor and executive functions in cerebral palsy: A systematic review (28)				
Autor: Asifa Qurat Ul Ain, Arooj Fatima, Faraya Yousaf, Filza Shoukat, Kashif Siddiqui, Ashfaq Ahmed				
Año de publicación : 2022				
Tipo de texto: Revisión sistemática				
OBJETIVO	MUESTRA	VARIABLES	INTERVENCIÓN	RESULTADOS
Explorar la evidencia actual sobre el papel de la realidad virtual y los videojuegos activos en las funciones motoras y ejecutivas en comparación con las terapias físicas convencionales en pacientes con parálisis cerebral.	Pacientes Con Parálisis Cerebral	video activo o exergames y juegos de realidad virtual	La mayoría de los investigadores utilizaron los juegos de Nintendo Wii como terapia junto con la fisioterapia convencional en sus sesiones. Otros juegos de realidad virtual utilizados en estos ensayos fueron Mitti, Xbox, Microsoft Kinect y Eye Toy para diferentes funciones motoras, La duración de cada sesión varió de 20 a 90 minutos y se requirieron de 2 a 6 veces por semana para producir resultados constructivos.	De los 15 artículos revisados, 14 (93,3%) informaron efecto significativo de la realidad virtual y los videojuegos activos en las funciones motoras. La evaluación crítica encontró la calidad de los estudios de regular a alta. Se encontró bajo riesgo en 4 (26,7%) artículos en términos de selección, 3 (20%) asignación, 6 (40%) detección y 8 (53,3%) tenían sesgo de deserción. Se informó un riesgo poco claro en el dominio de sesgo de rendimiento e informe en los 15 (100%) artículos. Los juegos de realidad virtual no pueden utilizarse como sustituto de la terapia, pero junto con la fisioterapia convencional, son muy efectivos y producen cambios significativos en las funciones motoras de los pacientes con parálisis cerebral. En cuanto a las funciones ejecutivas, es necesario realizar más investigaciones para determinar el impacto de estos juegos en un nivel superior del cerebro.

VI-Discusión:

Entre los artículos que fueron seleccionados se observan diferencias en los criterios a la hora de seleccionar los sujetos de la muestra, algunas de las variables de seguimiento a largo plazo difieren también entre los diferentes artículos lo que resulta dificultoso la comparación de resultados.

Los resultados obtenidos en esta investigación demostraron que la aplicación de Realidad Virtual como coadyuvante del tratamiento conservador tuvo un gran impacto en la rehabilitación. Sin embargo, al ser una técnica innovadora se requieren más estudios que avalen sus beneficios.

Se pudo observar que utilizando esta herramienta precozmente se puede entrenar distintos grupos de músculos logrando una mayor amplitud de movimiento para su marcha y además lograr comprender tareas, cambiar de direcciones u obstáculos para trabajar el equilibrio.

Joice Luiza (5) al igual y Monge Pereira (11), desarrollaron las limitaciones que tienen niños con PC, sobre todo en marcha y equilibrio para poder realizar actividades de la vida diaria como también alteraciones del control postural que hacen que complique aún más el desarrollo de estas actividades. En ambos trabajos tuvieron en cuenta la dimensión psicosocial pero se evaluaron de diferentes maneras, en el trabajo de Joice Luiza y col. midieron el autoconcepto a través de la escala Peris- Harris, y estos concluyeron que la intervención basada en RV podría interferir en la forma en que los niños se perciben a sí mismos y que esto conlleva a mejorar su equilibrio, aprendizaje motor y adherencia al tratamiento, a diferencia del estudio de Monge donde la dimensión psicosocial fue representada por la variable motivación.

Jin long wo Pablo Ioprinzi y Zhanbing Ren(29) como Asifa Qurat Ul Ain, y col (28); hablan que en comparación con las opciones de tratamiento tradicionales, los juegos de realidad virtual son una especie de videojuego interactivo de cuerpo completo en el que las personas pueden sumergirse físicamente en un mundo no físico a través de una pantalla tridimensional en el hogar. Una experiencia tan inmersiva en un entorno seguro, agradable y lúdico se asocia con menos fatiga y más relajación, lo que puede ser beneficioso para los niños, incluidos aquellos con PC.

Dewer Rosalle(3) comparó la realidad virtual con la fisioterapia convencional al igual que Robert M.T(30). Dewer.R En el artículo evaluó ejercicios destinados a mejorar la fuerza y el control de los músculos a través de una plataforma vibratoria, este mejoró la alineación postural, el aumento del grosor de los músculos y el aumento de la fuerza las mejoras se mantuvieron luego de 4 semanas, en cambio en el artículo de Robert M.T se basa en la comparación de un niño sano y un niño con parálisis cerebral, se

observaron diferencias pequeñas a grandes en la cinemática de alcance para tres gestos realizados en un entorno virtual 2D en comparación con un entorno físico similares en niños con un desarrollo típico y en niños con parálisis cerebral. Aparte de la distancia de trayectoria para el movimiento frontal, la cinemática de alcance fue similar para los tres gestos entre los grupos. Los niños con mayores déficits táctiles pueden utilizar más desplazamiento del tronco.

En los estudios de Ghai Shashank (4) al igual que Chun Hee Cho (23) evaluaron la marcha a través de la realidad virtual.

En el artículo de Ghai Shashank evaluó el rendimiento del entrenamiento para la marcha mediante parámetros temporoespaciales que son longitud de zancada, cadencia, ancho de zancada y función motora gruesa en niños con PC, en cambio en el estudio de Chun Hee Cho además de evaluar la marcha y sus variables, se evaluó control postural, resistencia al caminar y la satisfacción de los niños con el objetivo de mejorar la capacidad ambulatoria de niños con parálisis cerebral espástica por debajo del grado 2 en la Escala de Ashworth modificada en los miembros inferiores, ambos aplicaron el mismo método de implementación, 3 veces por semana durante 8 semanas.

En el estudio de Ghai Shashank sus resultados en cuanto a la velocidad, longitud de zancada y función motora gruesa fueron positivos luego de realizar el tratamiento, pero su cadencia tuvo efectos negativos al terminar dicho tratamiento.

Para el estudio de Chun Hee Cho el entrenamiento con realidad virtual tuvo mayor valoración el efecto terapéutico en la mejora de la fuerza muscular de miembros inferiores logrando un control postural y la función motora gruesa para mejorar el equilibrio en estos niños.

No presentaron efectos a largo plazo, ya que fue una intervención de pocas semanas. Es importante reconocer la falta de consenso en los métodos de medición que se utilizaron para la evaluación de marcha y equilibrio en niños con Parálisis cerebral. Este tiene que ser el punto de partida para la evaluación, además cada instrumento de medición debe adaptarse a la situación clínica de cada paciente.

VII- Conclusión:

Por medio de una revisión bibliográfica se analizaron 8 artículos para intentar responder al interrogante ¿Cuáles son los efectos de un tratamiento basado en realidad virtual en relación a marcha y equilibrio en niños con Parálisis Cerebral?

El cual da origen al objetivo de este trabajo.

Debido a los diferentes dispositivos que mencionamos anteriormente la realidad virtual se está convirtiendo en una manera “normal” de vida para muchas personas, esta nueva modalidad se lleva a las salas familiares, frente al televisor, en la habitación o en cualquier otro lugar donde pueda conectarse.

Algunos beneficios, es que estimula todos los sentidos, se pueden transmitir desde vibraciones, sonidos y diferentes gráficos en el video, generando excelentes experiencias para los usuarios, estos pueden experimentar lugares reales viendo y escuchando cosas reales, es algo muy útil para las personas que presentan discapacidad ya que con la realidad virtual pueden sentir que realizan actividades o exploran lugares.

Una ventaja más que se empezó a observar en medio de una pandemia mundial, COVID 19, es que muchos pacientes no podían acudir al centro de rehabilitación y tuvieron que poner en pausa su tratamiento y de esa manera retrasar lo que se había logrado, gracias a la tecnología se consiguió que estos niños puedan conseguir continuar el tratamiento desde sus casas, permitiendo una práctica regular.

La tecnología permite implementar diversas estrategias enfocadas a cuantificar el impacto que tiene la fisioterapia, pasando de lo subjetivo a lo cuantitativo, con el fin de dar resultados más precisos y detallar la mejora o evolución del proceso de recuperación. También permite hacer un seguimiento continuo y potencializar las cualidades del sujeto, para evitar que la persona entre en una etapa de adaptación y se sienta desanimado de las estrategias de intervención, lo cual afecta el aprendizaje.(9). Permite medir y prescribir según las necesidades del usuario, sabiendo con exactitud cuánto necesita, qué intensidad, cuántas repeticiones; siempre partiendo de un diagnóstico que permita orientar al tratamiento de forma oportuna según lo que se desea trabajar y siempre orientado a la funcionalidad, de manera que el paciente pueda interactuar en el entorno dependiendo de sus expectativas y necesidades.(21)

Cómo desventaja, es una herramienta que no puede ser utilizada por sí solo y debe ser valorada su aplicación de la manera correcta para cada tipo de afección.

Otra desventaja es que una persona entrenada en este ambiente de realidad virtual, puede que sea la mejor en el mismo, pero su rendimiento no sea igual en el mundo real.(27)

Es importante trabajar con la tecnología en rehabilitación, partiendo de los principios y mecanismos de la neuroplasticidad, de tal manera que el usuario siempre va a seguir potencializando, trascendiendo su entorno terapéutico a su propio entorno, haciendo partícipe a su familia y cuidadores. (21)

Es necesario un equipo multidisciplinario (neuropediatra, fisioterapeuta, ortopeda, psicólogo, logopeda, pediatra de atención primaria y la colaboración de otros especialistas), para la valoración y atención integral del niño con PC. Una atención especializada, temprana e intensiva durante los primeros años y un tratamiento de posterior seguimiento. El tratamiento debe de ser individualizado, en función de la situación en que se encuentra el niño (edad, afectación motriz, capacidades cognitivas, patología asociada), teniendo en cuenta el entorno familiar, social, escolar.(21)

Se puede concluir que luego de la intervención de la realidad virtual en pacientes con parálisis cerebral, requiere mayor cantidad de estudios para observar si presenta mayores o iguales beneficios, teniendo en cuenta el análisis realizado en esta tesina, la realidad virtual representa una intervención prometedora y efectiva en el ámbito de la rehabilitación ya que en algunos pacientes se observó aumentos en la recuperación e independencia funcional. Estas mejoras se observan mes a mes, pero más que nada a largo plazo y con la continuidad del tratamiento. Se puede afirmar que perduran en el tiempo, y con cada sesión mejorar el resultado de la anterior, se puede decir que los beneficios principalmente son motores. La planificación de un programa de rehabilitación con realidad virtual inmediato, sostenido por el paciente y teniendo el apoyo de sus padres, potenciaría los resultados funcionales, generando mejor independencia funcional en estos pacientes.

Para finalizar se considera necesarios estudios prospectivos, aleatorizados, y controlados con una duración de seguimiento prolongada, una muestra de tamaño considerable y unificación de métodos a la hora de mostrar resultados para fortalecer la evaluación, sacar conclusiones confiables y poder generar resultados.

VIII- Bibliografía:

1. Moreno I. El juego y los juegos. Buenos Aires: Grupo Editorial Lumen; 2005.
2. Hung YC, Gordon MA. Virtual reality training for children with unilateral cerebral palsy. 2018 Dev Med Child Neurol [Internet]. [citado el 8 de marzo de 2019] 2018;60(4):334–5 Disponible :
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/dmcn.13699>
3. Dewar.R, Love S, Johnston ML .Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review.Dev Med Child Neurol [Internet] 2014 [citado el 2 de abril de 2019] 2015;57(6):504–20 Disponible:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/dmcn.12660>
4. Ghai S, Ghai I. Virtual Reality Enhances Gait in Cerebral Palsy: A Training Dose-Response Meta-Analysis. Front Neurol [Internet]. 2019 [citado el 7 de junio de 2019] 10: 236. Disponible:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6448032/>
5. Arnoni JLB, Verdério BN, Pinto AMA, Rocha R, Arnoni JLB, Verdério BN, et al. Efeito da intervenção videogame ativo sobre o autoconceito, equilíbrio, desempenho motor e sucesso adaptativo de crianças com paralisia cerebral: estudo preliminar. Fisioter E Pesqui [Internet]. 2018 [citado el 16 de junio de 2019];25(3):294–302. Disponible:
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1809-29502018000300294&lng=en&nrm=iso&tlng=pt
6. Prof A, Coordinadores AL, Urman J, Savransky R, Canizzaro DC, De Luca A, et al. Consenso Argentino sobre Parálisis Cerebral. Rol del cuidado perinatal [Internet]. Org.ar. [Internet]. 2000 [citado el 24 de junio de 2019]; 98(4): 253 Disponible:
<https://www.sap.org.ar/uploads/consensos/consenso-argentino-sobre-par-aacutelisis-cerebral-rol-del-cuidado-perinatal.pdf>
7. Silva JM da, Araujo TCCF de. Pediatric rehabilitation: social support and stress in cases of cerebral palsy. Psicol Teor E Prática [Internet].2019 [citado el 30 de septiembre de 2019];21(1):137–53. Disponible:
http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-36872019000100006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
8. Arnoni JLB, Pavão SL, Dos Santos Silva FP, Circuto Ferreira Rocha N. Effects of virtual reality in body oscillation and motor performance of children with cerebral palsy: A preliminary randomized controlled clinical trial. Complement Ther Clin Pract [Internet] 2019. [citado el 30 de septiembre de 2019];35:189–94 Disponible:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S174438811830570X>

9. Gómez-López S, Jaimes VH, Palencia Gutiérrez CM, Hernández M, Guerrero A. Parálisis cerebral infantil. Arch Venez Pueric Pediatría [Internet]. 2013 [citado el 30 de enero de 2020] ;76(1):30–9. Disponible :
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0004-06492013000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
10. Argüelles - Parálisis cerebral infantil.pdf [Internet]. [citado el 9 de agosto de 2020]. Disponible en: <http://www.psiquiatriainfantil.com.br/escalas/aep/36-pci.pdf>
11. Monge Pereira E, Molina Rueda F, Alguacil Diego IM, Cano de la Cuerda R, de Mauro A, Miangolarra Page JC. Use of virtual reality systems as proprioception method in cerebral palsy: Clinical practice guideline. NeurolBarcSpain. 2014 [citado el 27 de junio de 2020] ;29:550–9. Disponible :
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22341675>
12. Guerrero NAM, Bohorquez DMM. EFECTOS DE LA REALIDAD VIRTUAL SOBRE EL APRENDIZAJE MOTOR EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL. REVISIÓN DE LITERATURA. Bogota Colombia 2018 [citado el 27 de junio de 2020] Disponible:
<https://repositorio.ecr.edu.co/bitstream/001/320/2/Natalia%20Macana%20-%20Diana%20Monroy.pdf>
13. Collado Vázquez.S. DESARROLLO DE LA MARCHA Enero, 2005 Universidad Alfonso X el Sabio. [citado el 27 de junio de 2020] Disponible en:
http://www.uax.es/publicaciones/archivos/CCSREV05_002.pdf
14. Perry J, Burnfield JM. Análisis de la marcha: Función normal y patológica. Barcelona: Editorial Base; 2015. 345–358 p.
15. Majnemer A, Shevell M, Law M, Poulin C, Rosenbaum P. Level of motivation in mastering challenging tasks in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol [Internet]. 2010 [citado el 23 de marzo de 2021] ;52(12):1120–6. Disponible:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1469-8749.2010.03732.x>
16. Viñas-Diz S, Sobrido-Prieto M. Realidad virtual con fines terapéuticos en pacientes con ictus: revisión sistemática. Neurología [Internet]. 2016 [citado el 29 de marzo de 2021].;31(4):255–77 Disponible:
<https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-295-articulo-realidad-virtual-con-fines-terapeuticos-S0213485315001632>
17. Doyon J, Benali H. Reorganization and plasticity in the adult brain during learning of motor skills. Curr Opin Neurobiol. 2005 [citado el 4 de mayo de 2020];15(2):161–7. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15831397/>

18. Aflalo TN, Graziano MSA. Possible origins of the complex topographic organization of motor cortex: reduction of a multidimensional space onto a two-dimensional array. *J Neurosci Off J Soc Neurosci*. 2006 [citado el 28 de agosto de 2020] ;26(23):6288–97. Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6675193/>
19. Montáñez MAP, Sepúlveda EFR, Hurtado OLM. Aprendizaje motor en los procesos de rehabilitación con nuevas tecnologías. *fisiología: revista de divulgación en Fisioterapia [Internet]*. 2019. [citado el 28 de agosto de 2020] 6(3):45–50. Disponible: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7046372>
20. Vázquez M, Elena R, Yazmín M-C, Óscar R-L. Impacto del programa de realidad virtual sobre las evaluaciones escolares en pacientes con mielomeningocele y parálisis cerebral infantil .2011 [citado el 23 de octubre de 2021] 12(1): 16-26 Disponible: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmexneu/rmn-2011/rmn111c.pdf>
21. Asociación para la Parálisis Cerebral (United Cerebral Palsy), March of Dimes, Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares (National Institute of Neurological Disorders and Stroke, NINDS) [citado el 13 de noviembre de 2021] Disponible: <https://medlineplus.gov/spanish/cerebralpalsy.html>
22. Silva Borges MB, Silva Werneck MJ, da Silva ML, Gandolfi L, Pratesi R. Therapeutic effects of a horse riding simulator in children with cerebral palsy. 2011 Brasilia [citado el 13 de noviembre de 2021].69(5):799–804. Disponible: <https://www.scielo.br/j/anp/a/YWVJLR5rNR5tNdmRysGVd4t/abstract/?lang=en>
23. Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill Training with Virtual Reality Improves Gait, Balance, and Muscle Strength in Children with Cerebral Palsy.2016 [citado el 13 de noviembre de 2021] 238(3):213–8 Disponible: https://www.jstage.jst.go.jp/article/tjem/238/3/238_213/_html/-char/en
24. Smith LR, Lee KS, Ward SR, Chambers HG, Lieber RL. Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased *in vivo* sarcomere length.2016 [citado el 7 de enero de 2022] 589(Pt 10):2625–39. Disponible : <https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1113/jphysiol.2010.203364>
25. da Silva TD, Fontes AMGG, de Oliveira-Furlan BS, Roque TT, Lima All, de Souza BMM, Alberissi CAO, Silveira AC, de Moraes ÍAP, Collett J, Silva RP, Airoidi MJ, Ribeiro-Papa DC, Dawes H, Monteiro CBM. .Effect of Combined Therapy of Virtual Reality and Transcranial Direct Current Stimulation in Children and Adolescents With

- Cerebral Palsy: A Study Protocol for a Triple-Blinded Randomized Controlled Crossover Trial São Paulo, Brazil. 2020 [citado el 3 de junio de 2022.] 11:953. Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32982950/>
26. De Paula JN , de Mello Monteiro CB , Da Silva TD. Capelini CM, de Menezes LDC, Massetti T, Tonks J , Watson S. , Nicolai Re AH.. Motor performance of individuals with cerebral palsy in a virtual game using a mobile phone. 2018.[citado el 3 de junio 2022].13(6):609-613 Disponible: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29092683/>
27. da Silva TD, da Silva PL, Valenzuela EJ, Dias ED, Simcsik AO, de Carvalho MG, Fontes AMGG, Alberissi CAO, de Araújo LV, Brandão MVDC, Dawes H, Monteiro CBM. Possibility for Home-Based Telerehabilitation for Individuals With Cerebral Palsy During COVID-19 Quarantine – A Cross-Sectional Pilot Study. Monteiro año 2021;[citado el 20 de junio de 2022] 12: 622678 Disponible: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7901904/>
28. Quart UI Ain A, Fatima A, Yousaf F, Ahmed A. Papel de la realidad virtual y los videojuegos activos en las funciones motoras y ejecutivas en la parálisis cerebral: una revisión sistemática. 2019 [citado el 20 de junio de 2022];72(5):929–34 Disponible: <https://jpma.org.pk/article-details/11257>
29. Wu J, Loprinzi PD, Ren Z. Los efectos de rehabilitación de los juegos de realidad virtual en el rendimiento del equilibrio entre niños con parálisis cerebral: un metanálisis de ensayos controlados aleatorios. 2022. [citado el 11 julio de 2022] 16(21):4161 Disponible: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/21/4161/htm>
30. Robert. M.T. Levin MF. Validation of reaching in a virtual environment in typically developing children and children with mild unilateral cerebral palsy. 2018 [citado el 11 de julio de 2022]60(4):382–90 Disponible: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dmcn.13688>