



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

EFICACIA DEL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ESTRATEGIA  
TERAPÉUTICA PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO EN NIÑOS Y  
ADOLESCENTES CON PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN  
SISTEMÁTICA.

AUTORES

MELANY GISSELLE MERA BAILÓN  
SARA GABRIELA ORTEGA CORDERO

AÑO

2020



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

EFICACIA DEL USO DE VIDEO JUEGOS COMO ESTRATEGIA TERAPÉUTICA  
PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO EN NIÑOS Y ADOLESCENTES CON  
PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA.

Trabajo de titulación en conformidad con los requisitos establecidos para optar el  
título de Licenciatura en Fisioterapia

Profesor Guía

PhD. Wilmer Esparza

Autores

Melany Gisselle Mera Bailón

Sara Gabriela Ortega Cordero

Año

2020

### **DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA**

"Declaro haber dirigido el trabajo, eficacia del uso de video juegos como estrategia terapéutica para mejorar el equilibrio en niños y adolescentes con parálisis cerebral: una revisión sistemática, a través de reuniones periódicas con el Melany Gisselle Mera Bailón y Sara Gabriela Ortega Cordero, en el semestre 2020-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

A handwritten signature in blue ink, reading "Danilo Esparza". The signature is written in a cursive style with a large initial 'D' and a period at the end.

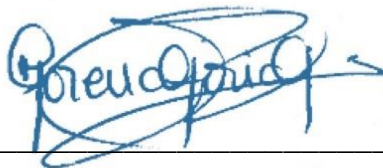
---

PhD. Wilmer Danilo Esparza Yáñez

CI: 1711842128

### **DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR**

"Declaro haber revisado este trabajo, eficacia del uso de video juegos como estrategia terapéutica para mejorar el equilibrio en niños y adolescentes con parálisis cerebral: una revisión sistemática, de Melany Gisselle Mera Bailón y Sara Gabriela Ortega Cordero, en el semestre 2020-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Aída Lorena Soria Vizcaíno', written over a horizontal line.

Mgr. Aída Lorena Soria Vizcaíno

CI: 1722408083

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, reading "Melany Gisselle Mera Bailón", written over a horizontal line.

Melany Gisselle Mera Bailón

CI: 1719436121

A handwritten signature in blue ink, reading "Sara Gabriela Ortega Cordero", written over a horizontal line.

Sara Gabriela Ortega Cordero

CI: 1716981640

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por haberme permitido crecer, aprender y disfrutar de mi familia a lo largo de estos años. A mi padre Aurelio, por apoyarme en cada etapa de mi vida. A mi madre Lili, por enseñarme que no debo darme por vencida. A mis dos abuelitas, que desde el cielo me protegen y me guían en cada paso que doy. A mi hermana Vanessa, que a pesar de la distancia siempre está pendiente de mí. A Vicky, por apoyarme, por ser mi compañera de vida y por alentarme a ser mejor cada día. A mis amigas por cada experiencia juntas, por su amistad y por permitirme disfrutar de la universidad y finalmente agradezco a nuestro tutor guía Danilo Esparza, por su entrega y paciencia durante este trabajo.

**Melany Mera.**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a Dios por el privilegio de permitirme estudiar en la universidad. A mis padres y mi hermano por siempre apoyarme en las decisiones que he tomado hasta llegar a este punto de la vida y por estar a mi lado en los momentos buenos y malos que hemos vivido juntos en esta etapa. También a mis abuelos y personas que me ayudaron económicamente. Agradecer por las amistades y futuros colegas que se formaron en el transcurso de la carrera y a los docentes que dejaron huella. Finalmente agradezco a nuestra tutora correctora Lorena Soria, por su entrega y paciencia durante este trabajo.

**Sara Ortega.**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis la dedico, a mis padres, hermana, abuelitas y pareja por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más. Gracias por creer en mí, sé que este camino no ha sido sencillo, pero con su amor y apoyo he podido cumplir con esta meta. También dedico este trabajo a mi compañera y amiga de tesis, Sara porque juntas supimos salir adelante, no nos dimos por vencidas y por las experiencias a lo largo de este proceso.

**Melany Mera.**



## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado para mis padres, Milton y María, a mi hermano Mateo. También, a mis mejores amigas Abigail y Gabriela. Por último, a mi amiga y compañera de tesis Melany Mera, porque juntas logramos esto y porque fue de apoyo en todo este proceso.

**Sara Ortega.**

## RESUMEN

**OBJETIVO:** Analizar la eficacia del uso de videojuegos como estrategia terapéutica para mejorar el equilibrio en niños y adolescentes con Parálisis Cerebral.

**MÉTODO:** La recolección de datos se realizó en las plataformas de bases de datos: Pubmed, Scielo, Science Direct, PEDro y Cochrane. Los artículos incluidos fueron de diez años de antigüedad. También se incorporó estudios con dos grupos de comparación, y estos fueron analizados de manera cuantitativa a través de la escala *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro).

**RESULTADOS:** En base a los datos obtenidos se determinó las características que debían cumplir los artículos incluidos como la frecuencia del tratamiento, número de participantes, edad, escalas de evaluación videojuego utilizado y tipo de equilibrio. Posteriormente se observó que la plataforma más utilizada son los juegos de computadora. Por otro lado, la intervención terapéutica dio mejores resultados en base al equilibrio dinámico que implementaron los videojuegos a lo largo del programa. Finalmente, se establecieron los porcentajes de cambios, en donde se observó similitud entre las sesiones del grupo control e intervención.

**CONCLUSIONES:** La información obtenida durante el análisis de los artículos muestra que los videojuegos de computadora son más usados por su adaptabilidad al usuario, los beneficios son mejores al trabajar en el equilibrio estático durante diez semanas y el porcentaje de cambio presentan una similitud entre los grupos control e intervención.

**PALABRAS CLAVES:** Parálisis cerebral, equilibrio y video juegos.

## **ABSTRACT**

**OBJECTIVE:** To analyze the effectiveness of the use of video games as a therapeutic strategy to improve balance in children and adolescents with Cerebral Palsy.

**METHOD:** Data collection was performed on the database platforms: Pubmed, Scielo, Science Direct, PEDro and Cochrane. The articles included were ten years old. Studies with two comparison groups were also incorporated, and these were analyzed quantitatively through the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale.

**RESULTS:** Based on the data obtained, the characteristics that the included articles should meet were determined, such as the frequency of treatment, number of participants, age, videogame evaluation scales used and type of balance. Later it was observed that the most used platform is computer games. On the other hand, the therapeutic intervention gave better results based on the dynamic balance that video games implemented throughout the program. Finally, the percentages of changes were established, where similarity was observed between the control and intervention group sessions.

**CONCLUSIONS:** The information obtained during the analysis of the articles shows that computer video games are more used for their adaptability to the user, the benefits are better when working in static equilibrium for ten weeks and the percentage of change show a similarity between the groups control and intervention.

**KEY WORDS:** Cerebral palsy, balance and video games.

## ÍNDICE DEL CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
1 CAPITULO I: MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 PARÁLISIS CEREBRAL.....	5
1.1.1 INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.2 ETIOLOGÍA.....	5
1.1.2.1 ETAPA PRENATAL.....	6
1.1.2.2 ETAPA PERINATAL.....	6
1.1.2.3 ETAPA POSNATAL.....	7
1.1.3 FISIOLÓGÍA.....	7
1.1.3.1 LESIONES CEREBRALES.....	8
1.1.3.2 VARIABILIDAD FENOTÍPICA.....	8
1.1.3.4 PATOGENIA DE LAS LESIONES CEREBRALES.....	9
1.1.3.5 MADURACIÓN DEL SNC en PC.....	10
1.1.4 CLASIFICACIÓN.....	11
1.1.5 DIAGNÓSTICO.....	13
1.1.6 TRATAMIENTO.....	14
1.1.6.1 OPCIONES DE TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO.....	14
1.1.6.2 TRATAMIENTOS QUIRÚRGICOS.....	14
1.1.6.3 INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA.....	15
1.2 VIDEOJUEGOS.....	17

1.2.1 INTRODUCCIÓN.....	17
1.2.2 EL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ESTRATEGIA TERAPÉUTICA.....	18
1.2.3 VIDEOJUEGOS PARA LA PREVENCIÓN-PROMOCIÓN DE LA SALUD.....	18
1.2.4 VIDEOJUEGOS PARA REHABILITAR-HABILITAR PACIENTES QUE HAYAN SUFRIDO ALTERACIONES DEL SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO.....	19
1.2.5 VIDEOJUEGOS DISEÑADOS PARA LA CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE SALUD.....	20
1.2.6 VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO HOSPITALARIO.....	22
1.2.7 IMPACTO POSITIVO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO.....	23
1.2.8 IMPACTO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO DE LA FISIOTERAPIA.....	24
1.2.9 USO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL PARÁLISIS CEREBRAL.....	26
1.2.9.1 PRIMER VIDEOJUEGO COMERCIAL ADAPTADO PARA USUARIOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.....	28
1.3 EQUILIBRIO.....	29
1.3.1 CONCEPTO.....	29
1.3.2 NEUROFISIOLOGÍA DEL EQUILIBRIO.....	29
1.3.2.1 CEREBELO.....	30
1.3.2. 2 TRONCO ENCÉFALO.....	32
1.3.2.3 SENSIBILIDAD PROFUNDA.....	33

1.3.2.4 SISTEMA VESTIBULAR.....	33
1.3.2.5 VISTA.....	34
1.3.3 BIOMECÁNICA.....	35
1.3.4 CLASIFICACIÓN DEL EQUILIBRIO.....	37
1.3.5 EQUILIBRIO EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.....	38
1.3.5.1 MEDICIÓN DEL EQUILIBRIO EN PC.....	39
1.3.5.2 CAÍDAS EN NIÑOS CON PC.....	40
1.3.5.3 BENEFICIOS DE LA TERAPIA FÍSICA EN EL EQUILIBRIO.....	40
<b>2 CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>43</b>
2.1 OBJETIVOS.....	45
2.1.1 OBJETIVO GENERAL.....	45
2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	45
<b>3 CAPITULO III: METODOLOGÍA .....</b>	<b>46</b>
3.1 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA.....	46
3.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	46
3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.4 EVALUACIÓN CUALITATIVA.....	47
<b>4 CAPITULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>48</b>
4.1 DIAGRAMA DE FLUJO.....	49

4.2 CARACTERISTICAS DEL ESTUDIO.....	49
4.3 VIDEOJUEGOS MÁS EMPLEADOS.....	51
4.4 ANÁLISIS DE LOS VIDEOJUEGOS SOBRE EL EQUILIBRIO.....	51
4.4.1 EQUILIBRIO ESTÁTICO.....	51
4.4.2 EQUILIBRIO DINÁMICO.....	52
4.5 EFECTOS DE LAS INTERVENCIONES SEGÚN EL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.....	53
5 CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	54
5.1 DISCUSIÓN.....	54
5.2 CONCLUSIONES.....	55
5.3 RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación PC.....	11
Figura 2. Plataforma “ <i>Eye Ok</i> ”.....	19
Figura 3. Videojuego <i>HumanSim</i> y <i>Dental Implant</i> .....	20
Figura 4. Estudio de la CEAPAT.....	21
Figura 5. Videojuego <i>Need for Speed</i> .....	21
Figura 6. Videojuego <i>Mario Kart</i> .....	22
Figura 7. Plataforma <i>Glucoboy</i> .....	23
Figura 8. Videojuego <i>Arcade Land</i> .....	29
Figura 9. El cerebro: organización.....	32
Figura 10. Partes del oído.....	34
Figura 11. Mecanismo de la visión.....	35
Figura 12. Polígono de sustentación.....	35
Figura 13. Centro de gravedad.....	36
Figura 14. Centro de gravedad y base de sustentación.....	37
Figura 15. Equilibrio estático.....	38
Figura 16. Equilibrio dinámico.....	38
Figura 17. Plataformas de videojuegos.....	51



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del estudio.....	50
Tabla 2. Equilibrio Estático y Dinámico .....	52
Tabla 3. Porcentaje de cambios post intervención.....	53

## INTRODUCCIÓN

La parálisis cerebral presenta una serie de manifestaciones clínicas como alteraciones musculo-esqueléticas, causando disminución de rangos de movimientos, pérdida del equilibrio dificultando el desplazamiento. Estas alteraciones serán diferentes en cada paciente, es por esta razón que el tratamiento es individualizado.

El uso de videojuegos en usuarios con PC mejora el rendimiento y desenvolvimiento enfocado en la pérdida del equilibrio dinámico y/o estático a causa de las diferentes manifestaciones músculo-esqueléticas asociadas al PC. Entre los beneficios que brinda el uso de videojuegos como actividad terapéutica son: mejorar la deambulación independiente, aumento de la resistencia y fuerza muscular, mejorar el desenvolvimiento del equilibrio y del mantenimiento del centro de gravedad (CG) dentro de la base de sustentación (BS), restablecimiento del bípedo independiente, integración del sistema visual, somatosensorial y vestibular para la ejecución de habilidades complejas dentro del juego.

La tecnología en la actualidad brinda diversas aplicaciones; entre las cuales, encontramos los video juegos. Con el trascurso del tiempo éstos se han ido utilizando con fines terapéuticos. La Neurorehabilitación ha evolucionado tomando como énfasis en la aplicación de video juegos, para lo cual existe diversas aplicaciones tecnológicas con fines terapéuticos, mismos que tienen una aceptación por parte de los usuarios tanto niños como adolescentes.

Existe una gran variedad de estudios que muestran sustento positivo al uso de video juegos como un plan terapéutico. Se ha establecido que estos, ayudan a mejorar la función visual, el control sensoriomotor y viso-vestibular, coordinación, seguimiento de objetivos, atención, retención de memoria y ejecución de actividades complejas, etc. También se ha demostrado que los videojuegos ofrecen resultados positivos en el tratamiento de alteraciones psicológicas que tratamientos convencionales.

Entre las consolas que más utilizadas se encontró: el *Nintendo Wii* y el *X-Box*, aunque existen otras alternativas que manejan realidad virtual. Estas consolas ejercitan de manera lúdica la activación muscular, mejoran la propiocepción y las estrategias de equilibrio, que promueve la neuroplasticidad. Usualmente, la rehabilitación con medios virtuales se emplea como complemento de la terapia convencional, brindando un ambiente favorable y novedoso durante el proceso de rehabilitación neurológica. El conjunto de estos cambios mejora la calidad de vida de los niños y adolescentes con parálisis cerebral.

En nuestro país, se utilizan diversos tipos de terapias desde las más convencionales hasta las más novedosas. Sin embargo, el uso de los videojuegos como parte del tratamiento es limitado, debido al alto costo que representan en comparación a otros países que tienen acceso a las mismas con precios más razonables. Otras de las razones por la que esta terapia no se utiliza mucho en el Ecuador es por la desconfianza que produce la falta de información de los beneficios a corto y largo plazo. A esto puede sumarse un desinterés por innovar sus procedimientos; limitando la aplicación de nuevos tratamientos y manteniéndose únicamente en el modelo convencional.

La relevancia del presente estudio se basa en la utilización de videojuegos en los cuales se puede implementar la motivación del usuario por el juego olvidándose de la terapia y mejorando el rendimiento, lo cual conlleva a conseguir de manera más eficaz los objetivos terapéuticos planteados al inicio de la sesión, acoplado la emotividad y relación con el entorno durante la terapia.

A continuación, se va a detallar en cada capítulo información relevante sobre el tema planteado. Los videojuegos ayudan a mejorar la posición del pie para poder promover la base de sustentación adecuada y que el centro de gravedad optimizando el control postural para fomentar el equilibrio dinámico y estático.

El primer capítulo, consta del marco teórico en donde se evidencia una revisión sobre el Parálisis Cerebral, los videojuegos y el equilibrio con sus diferentes componentes. Además, se detalla en el segundo capítulo, la justificación y relevancia del presente estudio, que está compuesto por los objetivos: general y específicos.

En el tercer capítulo se especifica la metodología utilizada en el estudio, identificando las cinco principales bases de datos científicas, diferenciando las palabras clave, con sus respectivos sinónimos, criterios de inclusión y exclusión.

En el cuarto capítulo se detalla los resultados obtenidos con los diferentes porcentajes de comparación entre los grupos controles e intervención, tipos de consola y escalas de evaluación. Finalmente, en el quinto capítulo se puede encontrar la discusión donde se detalla la importancia de los resultados obtenidos

y las recomendaciones para futuras investigaciones, finalizando con una breve conclusión en base a la revisión sistemática realizada.

## **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

### **1.1 PARÁLISIS CEREBRAL.**

#### **1.1.1 INTRODUCCIÓN.**

Rosenbaum y Bax (2005), definieron a la parálisis cerebral “PC” como un conjunto de alteraciones del movimiento y la postura que suceden durante desarrollo fetal del sistema nervioso central, especialmente el cerebro. Estos trastornos provocan restricción en la motricidad y a menudo van asociados con alteraciones de la sensibilidad, cognición, lenguaje y conducta, episodios convulsivos y problemas ortopédicos secundarios a la lesión (Wimalasundera, 2017).

La PC es un trastorno característico de una lesión cerebral no progresiva o una lesión adquirida durante el período prenatal, perinatal o postnatal temprano, misma que representa la mayor causa de daño físico y discapacidad en la pequeña infancia, en edades de cero a seis años (Graham, 2016). A nivel mundial, se estima que hay más de 17 millones de personas afectadas por PC (Gross et al, 2019).

La prevención primaria y las intervenciones terapéuticas tempranas, en la infancia, son necesarias para prevenir deficiencias músculo esqueléticas secundarias. Además, las intervenciones tempranas permiten promover una mejoría del funcionamiento, así como del bienestar del niño y la familia (Graham, 2016).

#### **1.1.2 ETIOLOGÍA.**

La PC es la deficiencia motora infantil más común, afecta aproximadamente de 1.5 a 4.0 casos por 1000 nacidos vivos. Los trastornos neurológicos subyacentes que resultan de la PC ocurren entre la fecundación y la primera infancia. Puede clasificarse según los cambios presentes en las diferentes etapas natales

provocando alteraciones de funcionalidad en extremidades, el grado de deterioro funcional, entre otras. (Kosten, Lenz, & Hoon, 2020).

A su vez la etiología de la PC se clasificó según las etapas de la concepción hasta el nacimiento del bebé:

#### **1.1.2.1 ETAPA PRENATAL.**

La etapa perinatal va desde la séptima semana de gestación hasta el nacimiento e incluye alteraciones dentro del proceso de gastrulación y el desarrollo fetal ya sea en la placa, surco o tubo neural (hipoplasias del cuerpo caloso, agenesias del cerebelo, malformaciones de órganos del SNC, etc.), infecciones prenatales tipo TORCH (toxoplasmosis citomegalovirus, rubeola, herpes simple, VIH), patologías maternas durante el embarazo (preclamsia, afecciones en la coagulación, infecciones recurrentes), prematuridad (menor a 36 semanas de gestación), alteraciones placentarias, hemorragia intraventricular de la matriz germinal (GMH-IVH), hemorragia intraparenquimatosa (grado IV-IVH) (Kitai et al., 2016).

#### **1.1.2.2 ETAPA PERINATAL.**

Comienza desde la labor de parto hasta el primer mes de vida e incluye a los partos dificultosos y prolongados, accidente cerebro vascular isquémico focal, evento hipóxico intraparto, bajo peso al nacer (menor a 2400 gramos) bradicardia al nacer, procesos de apnea durante el parto, prematuridad (menor a 36 semanas de gestación), encefalopatía icterica, kernicterus o hiperbilirrubinemia, leucomalacia periventricular, (Bearden et. al, 2016).

### **1.1.2.3 ETAPA POSNATAL.**

Esta etapa va desde los dos meses de vida hasta los ocho a doce años del infante, debido a que el usuario ya puede realizar actividades más complejas se incluye la deambulaci3n y, por tanto, traumatismo craneoencef3lico por caídas ya sea de la cama o cuna, caídas de muros durante el trepado y eventos dentro del núcleo familiar como maltrato infantil. Paros cardiorrespiratorios por atragantamiento, deshidrataciones graves, crisis febriles sin tratamiento, meningitis viral o bacteriana, encefalitis y cuadros de epilepsia (Bearden et. al, 2016).

Ninguna de las etiologías de la PC impacta las vías motoras de forma aislada, es decir afecta muchos dominios neurol3gicos y neurocognitivos adicionales:

- Epilepsia, 22 a 40% de los niños con PC; especialmente en niños con hemiplejía o cuadriplejía.
- Déficits de atención, comunicaci3n y aprendizaje.
- Afecciones sensoriales corticales (hipoestesia e hiperalgesia).
- Discapacidad visual, 12% de los casos.
- Discapacidad auditiva, 25% de los casos.
- Afectaciones oromotoras, 80% de los casos, especialmente en usuarios con Parálisis Cerebral Discinética.
- Trastornos mentales, ansiedad y alteraciones del estado de ánimo en individuos con PC alcanza el 20% al 30% en la edad adulta (Chin, Gwynn, Robinson, & Hoon, 2020).

### **1.1.3 FISIOL3GÍA.**

Los mecanismos de lesi3n de la PC poseen muchas características y variaciones fenotípicas que son necesarias conocer para determinar las estrategias correctas y específicas de prevenci3n e intervenci3n que el paciente necesita (Graham, 2016).



La alteración del cerebro en desarrollo puede ocurrir en el útero, alrededor del momento del parto, en el período post-neonatal, o más tarde en la primera infancia hasta los dos años (Wimalasundera, 2017).

#### **1.1.3.1 LESIONES CEREBRALES.**

Aproximadamente el 90% de los casos, son procesos destructivos que lesionan tejido cerebral sano. Las principales causas son por hipoxia e isquemia que lesionan la corteza cerebral, la sustancia blanca, los ganglios basales y el cerebelo (Graham, 2016).

En prematuros la maduración temprana de los vasos sanguíneos en el cerebro tienen limitaciones al dilatarse, aumentando la probabilidad de isquemia y conduce a lesiones difusas que pueden ocurrir durante el segundo trimestre del embarazo provocando necrosis por licuefacción y porencefálicos por quistes en los hemisferios cerebrales (Graham, 2016).

Las lesiones ocurren primero en las áreas de mayor actividad metabólica que son típicamente los ganglios basales. Se caracteriza por alteración bilateral con movimientos discinéticos, distónicos o coreoatetósicos. Otras áreas cerebrales pueden estar conservadas y no van a presentar alteraciones a nivel cognición (Wimalasundera, 2017).

#### **1.1.3.2 VARIABILIDAD FENOTÍPICA.**

La ubicación de la lesión cerebral se asociará con el déficit motor. Las lesiones pueden presentarse en zonas corticales, cuerpo estriado, tálamo y cerebelo. Las alteraciones corticales afectan la planificación motora, la coordinación, regulación

de la fuerza muscular y aprendizaje motor. Adicionalmente los cambios de las vías motoras descendentes con trayectoria hacia el tronco encefálico y los relevos espinales, provocan inhibición en los reflejos "primitivos", una organización anormal del movimiento y la postura. También puede presentar hiperactivación de los reflejos osteotendinosos y tono, atípico como la espasticidad (Graham, 2016).

#### **1.1.3.4 PATOGENIA DE LAS LESIONES CEREBRALES.**

La lesión cerebral en respuesta a hipoxia o isquemia es provocada por varios eventos, incluidos el agotamiento de la energía celular y la excitotoxicidad. Este último produce daño o muerte de las células nerviosas, debido a la estimulación excesiva por neurotransmisores, particularmente glutamato y el estrés oxidativo. El estrés oxidativo conduce a falla mitocondrial que exacerba que exacerban aún más este agotamiento de energía. Finalmente, las neuronas y las células gliales sufren apoptosis o necrosis (Graham, 2016).

El agotamiento de ATP causado por la falla mitocondrial interrumpe los procesos celulares dependientes de ATP, que pueden resultar en la muerte celular. La excitotoxicidad altera la membrana neuronal potencial, específicamente en potenciales de  $\frac{Na^+}{K^+-ATPasa}$ , que contribuye a mediada por el receptor glutamato de Nmethylaspartate (NMDA). Esto provoca la entrada masiva de  $Ca^{2+}$  en el citoplasma, lo que lleva a necrosis y apoptosis La sobrecarga intracitoplasmática de  $Ca^{2+}$  induce necrosis y apoptosis como respuesta inmediata de las células cerebrales induciendo estrés oxidativo. Este efecto está particularmente marcado temprano en la maduración del cerebro (Graham, 2016).

La necrosis ocurre como una respuesta inmediata a la lesión y resulta la muerte celular inespecífica causando una lesión focal o general. Por el contrario, la

apoptosis es más prolongada, generalmente más difusa y específica de la célula. El parto prematuro se asocia en algunas ocasiones con lesiones de la sustancia blanca causando necrosis y apoptosis. La necrosis puede ser microscópica y evolucionar a gliosis, una reacción inespecífica de las células gliales en respuesta a una lesión que implica proliferación e hipertrofia. El hallazgo predominante es la leucomalacia no quística periventricular. La necrosis puede conducir a quistes macroscópicos, es la menos frecuente, en Leucomalacia Periventricular quística (Graham, 2016).

Los requisitos metabólicos más altos implican la materia gris, principalmente los ganglios basales, el tálamo y partes de la corteza cerebral. Esta demanda metabólica se refleja en patrones de daño cerebral en término, con lesiones en estas estructuras y signos clínicos de parálisis cerebral discinética, espástica o mixta en recién nacidos a término con pacientes moderados o asfixia perinatal severa (Graham, 2016).

#### **1.1.3.5 MADURACIÓN DEL SNC EN PC.**

Los trastornos de la maduración del SNC, puede aparecer en alguna etapa pre, peri y post natal. Causando lesiones agudas o crónicas en el cerebro, como son los accidentes cerebrovasculares, infecciones cerebrales y enteropatía hipoxemia – isquémica, que pueden llegar a provocar alteraciones motoras (Medina et al., 2015).

Las anomalías cerebrales presentan restricciones en las actividades de la vida diaria como consecuencias de la patología de base. Estas aparecen durante diferentes períodos del desarrollo de la reorganización pre-sináptica, especialmente entre los 2 y 3 años que es conocida como la ventana de la plasticidad. También, pueden estar asociadas a diferentes afectaciones visuales como la pérdida de

agudeza visual, nistagmos, estrabismo y el desarrollo perceptivo como la conciencia corporal (Graham, 2016).

La PC presenta afectación en el tracto corticoespinal y puede afectar de manera bilateral a las redes espinales, particularmente si el daño ocurrió antes de las 24 semanas de gestación (Graham, 2016), también produce alteraciones nerviosas en el sistema visual, específicamente, lesiones en las vías ventrales, dorsales y déficits perceptuales. La corriente ventral conduce desde el lóbulo occipital hasta el lóbulo temporal para proceso de identificación y reconocimiento de objetos. La vía dorsal termina en el lóbulo parietal y está involucrada en el procesamiento de la ubicación espacial de un objeto recíproco al espectador. Estas nociones se han convertido en un importante enfoque en estrategias de manejo. Del mismo modo, ha habido creciente interés en comprender otros resultados cognitivos, con respecto a la comunicación, funciones ejecutivas y rendimiento aritmético (Graham, 2016).

#### 1.1.4 CLASIFICACIÓN.

Según la localización cerebral de la lesión, la PC se puede clasificar como se observa en la Figura N°1.

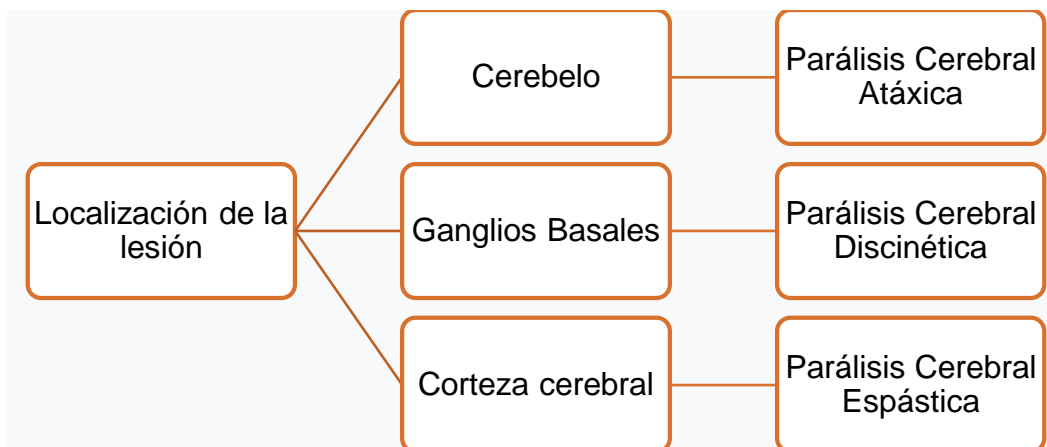


Figura 1. Clasificación PC. (Tomado de Rethlefsen, Ryan & Kay, 2017)

A su vez, cada tipo de PC presenta signos clínicos característicos de la patología como, por ejemplo:

- ◆ Parálisis Cerebral Atáxica:
  - Alteraciones manipulativas y control motor fino.
  - Alteración del equilibrio estático.
  - Retraso psicomotor importante.
  - Marcha en vaivén de tronco, para mantener el equilibrio.
- ◆ Parálisis Cerebral Discinética
  - Incapacidad para realizar movimientos voluntarios.
  - Presentan movimientos hipercinéticos que pueden ser de tipo atetósicos, coreicos o coreo-atetósicos.
  - Fluctuación del tono muscular.
  - Las manifestaciones clínicas aparecen alrededor de los 2 años.
  - Los reflejos de moro, Galant y palmar se encuentran exacerbados.
  - Los reflejos de grasping y palmar se encuentran disminuidos a la evaluación.
  - Coeficiente intelectual limítrofe.
- ◆ Parálisis Cerebral Espástica:
  - Signos positivos: hipertonia espástica, hiperreflexia, clonus, reflejo palmar exacerbado y reflejo de moro y Galant disminuido a la evaluación.
  - Signos negativos: debilidad de la musculatura antigravitatoria, alteración del timing y del equilibrio tanto estático como dinámico, alteración del control selectivo primario, mayor fatiga muscular (Rethlefsen, Ryan & Kay, 2017).

Según el daño de la corteza cerebral la PC Espástica se puede distribuir de manera topográfica de la siguiente manera:

- ◆ Bilateral, comprende aproximadamente el 70% de los nacidos vivos con PC. Está asociada a la alteración de los 2 hemisferios cerebrales.
  - Parálisis cerebral cuadripléjica espástica (23% de los casos),
  - Diplejía o diparesia espástica (38% de los casos),
  - Triplejía o tri paresia espástica.
- ◆ Unilateral, asociada al compromiso de un solo hemisferio cerebral y los signos se muestran contrario a la lesión,
  - Hemiparesia o hemiplejía espástica (39% de los casos),
  - Monoparesia o monoplejía espástica (Angulo & Adkinson, 2018).

### **1.1.5 DIAGNÓSTICO.**

El diagnóstico para usuarios con PC ha sido un tema de controversia ya que no es cien por ciento certero cuál sería la etapa indicada para recomendar un diagnóstico precoz. En los lactantes, las características clínicas de la PC surgen antes de los dos años de edad. En tiempos pasados el diagnóstico se lo realizaba a partir de los doce hasta los veinte y cuatro meses de edad ya que los signos y síntomas eran más evidentes en el usuario a esa edad (Novak, 2018).

Los investigadores han reducido con éxito la edad en el momento del diagnóstico de parálisis cerebral a 19 meses. Los retrasos en el diagnóstico de PC se asocian con una peor función e insatisfacción de los padres (Byrne, 2017).

Actualmente el método de diagnóstico se lo puede realizar antes de los seis meses en un paciente con edad corregida. Las evaluaciones precoces que se realizan son

para determinar las decisiones clínicas, porque es más difícil determinar en la infancia la extensión y gravedad de la PC (Novak, 2018).

El diagnóstico temprano comienza con la historia clínica más una combinación de herramientas estandarizadas, que involucra la utilización de neuroimágenes, valoración neurológica y motriz estandarizada que muestran hallazgos anormales congruentes indicativos de PC. Antes de que el bebé cumpla los cinco meses de edad corregida, los instrumentos más utilizados para detectar dicha patología son las resonancias magnéticas con resultados entre el 86%-89% de efectividad. Clínicamente, el análisis cualitativo Prechtl tiene una eficacia del 98% y el análisis neurológico infantil de Hammersmith posee resultados certeros en el 90% de los casos. Después de los cinco meses de edad corregida, se detecta el riesgo por medio de la evaluación del desarrollo en infantes con una eficacia del 83% (Novak, 2018).

## **1.1.6 TRATAMIENTO.**

### **1.1.6.1 OPCIONES DE TRATAMIENTO FARMACOLÓGICO.**

Los fármacos sistémicos son la base de la intervención médica de las personas con PC y son enfocados en disminuir la hipertonia generalizada (baclofeno oral, diazepam, tizanadina), sin embargo, la eficacia de estos medicamentos es un tema de controversia por los efectos secundarios que estos producen, como: debilidad muscular, mareos, náuseas, insomnio y fatiga (Chin et. al, 2020).

### **1.1.6.2 TRATAMIENTOS QUIRÚRGICOS.**

La rizotomía dorsal selectiva es un procedimiento neuroquirúrgico ampliamente utilizado, que reduce principalmente la espasticidad en las piernas al interrumpir el

componente sensorial del reflejo osteotendinoso. Con frecuencia es beneficioso en niños seleccionados con diparesia espástica, es decir pacientes con fuerza relativamente preservada y un desarrollo motriz específico (Kosten, Lenz, & Hoon, 2020).

La estimulación cerebral profunda (DBS) implica implantar electrodos dentro de estructuras grises profundas, incluido el globo pálido. La estimulación es controlada por un generador colocado subcutáneamente en la parte superior del tórax. DBS ha sido muy exitoso para pacientes con Disonía genética relacionada con DYT-1 (Chin et. al, 2020).

Intervenciones ortopédicas quirúrgicas se usan comúnmente para afecciones musculoesqueléticas desadaptativas que se desarrollan con el tiempo en muchos niños con parálisis cerebral. Los procedimientos quirúrgicos incluyen alargamiento de tendones para corregir contractura enfocados en reintegrar la sinergia muscular, osteotomías rotacionales para deformidades torsionales, y estabilización de columna, cadera y / o pie (Graham, 2016).

### **1.1.6.3 INTERVENCIÓN FISIOTERAPÉUTICA.**

La funcionalidad y la adaptación del usuario con PC está en constante cambio durante su vida. A lo largo de la infancia, el tratamiento está basado en mejorar desarrollo psicomotor. La transición a la edad adulta también es un período particularmente desafiante, y establece la independencia y el mantenimiento de la calidad de vida, son objetivos clave del PC para los adolescentes y adultos (Novak, 2018).



La rehabilitación física ha estado en constante evolución durante muchos años y ha ido implementando diferentes tratamientos prometedores para los padres en busca de nuevos programas de intervención. El enfoque de estos tratamientos está basado en la reintegración del usuario a sus actividades de la vida diaria (Novak, 2018).

Los tipos de escuelas para los protocolos de tratamientos en PC son:

- 1) Bobath, es el más utilizado en la actualidad y se fundamenta en instruir al infante sobre la percepción del movimiento, para en un futuro evitar malas posturas y por tanto alteraciones ortopédicas. Este método utiliza la inhibición de diferentes reflejos tónico-posturales tanto en estático como en dinámico (Castaño, Gelves & Urazan, 2019).
- 2) Vojta está basado en favorecer el arrastre de forma selectiva, es decir no en bloque sino de cada segmento corporal, de craneal a caudal y viceversa, mediante la sobre activación perceptual, el reconocimiento al tacto y la resistencia muscular (Castaño, Gelves & Urazan, 2019).
- 3) El método Perfetti o también conocido como ejercicios terapéuticos cognitivos (ETC), está fundamentado en que el restablecimiento del movimiento y las posturas durante actividades complejas como mantener la postura sin perder el equilibrio, la marcha y la bipedestación, son dependientes de la maduración cognitiva del usuario, como la atención, la sensación, la memoria a corto y largo plazo, la comunicación y el raciocinio (Tórtola, 2015).

- 4) El método Tardieu, está enfocado en la enseñanza y la instrucción a los niños con PC a partir del desarrollo motor típico, induciendo al usuario a conseguir los hitos motores lo más pronto posible. Consta de cuatro puntos principales, a) evaluación del desarrollo motriz del usuario con PC, b) valoración de la rigidez y espasticidad, c) análisis postural y d) evaluación articular en busca de deformidades, en base a los resultados en estos cuatro puntos el fisioterapeuta adaptara la terapia enfocada en mejorar funcionalmente al usuario (Pastor et. al, 2019).

## **1.2 VIDEOJUEGOS.**

### **1.2.1 INTRODUCCIÓN.**

Desde tiempos remotos se ha estudiado la utilidad de los videojuegos con fines terapéuticos y cómo estos han ido evolucionando con el pasar de los años. A pesar de que no todas las plataformas de juegos están adaptadas para personas con alguna discapacidad, se han desarrollado softwares selectivos para facilitar el desempeño del individuo en base a sus capacidades y limitaciones (Howcroft et. al, 2017).

El uso de videojuegos y realidad virtual en la rehabilitación neurológica ha sido uno de los temas que más discusión ha tenido durante el siglo XXI. Según el Congreso de la Sociedad Neurológica Europea (ENS), la dificultad que más se ha visto durante el desarrollo del tratamiento convencional en fisioterapia es que los pacientes regularmente no se encuentran motivados y por tanto existe desinserción del plan terapéutico (Brito et. al, 2018).

Según Enrique Noé, el fisioterapeuta puede poner a su disposición los videojuegos ya que pueden elegir la respuesta que desean en su paciente y el objetivo al que

quieran llegar sin demorarse tanto tiempo en conseguirlo. Cabe recalcar que si el protocolo terapéutico combina la terapia convencional con el uso de videojuegos los resultados son mucho mejores (Brito et. al, 2018).

En el campo de la rehabilitación se han diseñado varios dispositivos como botones, pulsadores, *joysticks*, *sensores electromagnéticos*, *robots*, *acelerómetros*, etc. Especializados para pacientes con alteraciones neurológicas como Esclerosis múltiple (ECM), Distrofia muscular (DF), Parálisis cerebral (PC), lesiones medulares. Actualmente estos dispositivos han sido empleados en diferentes plataformas como: *Nintendo Wii*, *Xbox (Kinect)*, *Sony*, videojuegos de computadores y realidad virtual, los cuales permiten indagar sobre la evolución de la condición del paciente presencialmente y a distancia (telerehabilitación) (Schaan et. al, 2018).

### **1.2.2 EL USO DE VIDEOJUEGOS COMO ESTRATEGIA TERAPÉUTICA.**

La creación de videojuegos con fines terapéuticos es más utilizada en el ámbito pediátrico y se lo ha dividido en tres esferas: prevención-promoción de la salud, rehabilitar-habilitar alteraciones neurológicas y plataformas diseñadas a la capacitación del médico, fisioterapeuta, enfermera y psicólogo, que está a cargo del tratamiento del usuario (Brito et. al, 2018).

### **1.2.3 VIDEOJUEGOS PARA LA PREVENCIÓN-PROMOCIÓN DE LA SALUD.**

Dentro de la primera esfera (prevención-promoción), existen software desarrollados para promover el uso del ejercicio mediante videojuegos conocido como *exergaming*, en donde el paciente participa activamente según las capacidades que presente. También hay plataformas que están diseñadas para la prevención de

condiciones asociadas a la patología como alteraciones visuales, auditivas (Schaan et. al, 2018).

Una de las plataformas más usadas en diferentes protocolos de tratamiento es el “Eye Ok”. Este es un software infoeducativo tanto para el usuario como para el educador, la finalidad de este videojuego es detectar de forma eficaz si existe algún defecto visual que el usuario padezca (Howcroft et. al, 2017) (Figura 2).



Figura 2. Plataforma “Eye Ok”. (Tomado de Howcroft et. al, 2017).

#### **1.2.4 VIDEOJUEGOS PARA REHABILITAR-HABILITAR PACIENTES QUE HAYAN SUFRIDO ALTERACIONES DEL SISTEMA MÚSCULO ESQUELÉTICO.**

Este tipo de consolas están diseñadas para usuarios que han perdido el control sobre varias funciones de su cuerpo, cabe recalcar que si el paciente no ha adquirido un hito del desarrollo motor como deambular independientemente el tratamiento va a estar encaminado a habilitar debido a que se debe reintegrar las diferentes estrategias para que adquiera el bípedo y por consiguiente la marcha independiente (Schaan et. al, 2018).

Por otro lado, si el usuario sufrió un accidente por lo que perdió la funcionalidad de un segmento corporal pero antes ya había adquirido un aprendizaje motor se lo va

a conocer como rehabilitar, ya que mediante diferentes estrategias terapéuticas se va a reorganizar conexiones neuronales para generar un recordatorio de la adquisición de la habilidad antes adquirida (Schaan et. al, 2018).

### 1.2.5 VIDEOJUEGOS DISEÑADOS PARA LA CAPACITACIÓN PARA EL PERSONAL DE SALUD.

En la tercera esfera de la clasificación de los videojuegos se va a desarrollar diferentes consolas para que el personal sanitario pueda aprender y capacitarse en diferentes ámbitos sin afectar físicamente al paciente (Brito et. al, 2018) (Figura 3).



*Figura 3. Videojuego HumanSim y Dental Implant. (Tomado de Howcroft et. al, 2017).*

En el año 2008 gracias a un estudio de la CEAPAT el grupo VIRART desarrolló una máquina que ayude en el tratamiento de la ambliopía (“ojo vago”) mediante la realidad virtual y los videojuegos con resultados mucho más eficaces que el uso del parche (Howcroft et. al, 2017) (Figura 4).

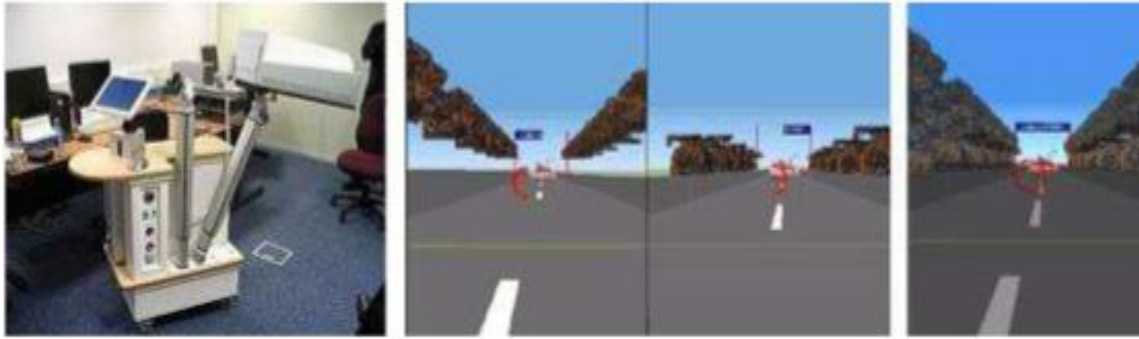


Figura 4. Estudio de la CEAPAT (Tomado de Howcroft et. al, 2017).

Existen también videojuegos tradiciones como el juego de carreras *Need for Speed* el cual es utilizado en rehabilitación física mediante un cicloergómetro (bicicleta para manos) permitiendo al paciente que se encuentra en sillas de ruedas a realizar ejercicio aeróbico controlando con sus manos la velocidad, precisión y dirección del dispositivo (Howcroft et. al, 2017) (Figura 5).

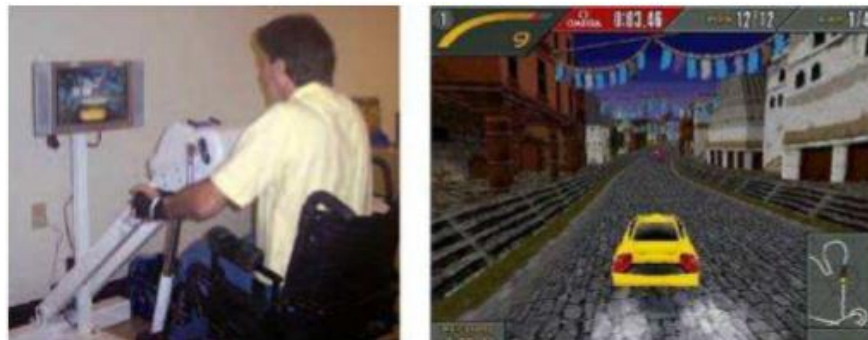


Figura 5. Videojuego *Need for Speed*. (Tomado de Howcroft et. al, 2017).

A este tipo de plataformas se las conoce como *exergaming*, se la puede utilizar de forma individual o grupal para incentivar al usuario en un modo competitivo o cooperativo dependiendo del juego y el objetivo que se quiera alcanzar. Cabe recalcar que se debe tomar en cuenta las limitaciones y capacidades que tenga el

paciente para poder adaptar los diferentes dispositivos a su condición de salud (Howcroft et. al, 2017).

Sin embargo, se debe tener en cuenta que las plataformas antes mencionadas son diseñadas para usuarios que tengan un nivel cognitivo normal o limítrofe que le permita adaptarse a las exigencias del juego. Sin embargo, existen mandos especializados con botones más grandes, hechos de materiales más suaves como goma o silicón, o simplemente controlados por plataformas como *Game Commander*, un software que reconoce la voz del usuario, adaptándolo al juego (Schaan et. al, 2018).

### 1.2.6 VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO HOSPITALARIO.

En el ámbito hospitalario también se han desarrollado varias consolas por parte de *Nintendo* y *Microsoft* para que los pacientes que se encuentren en habitaciones de hospital puedan acceder a ellos. Estas plataformas cuentan con ruedas, de tal forma que son más accesibles. A su vez, el software que controla estos juegos están incorporados con discos duros que acopian varios videojuegos para que el usuario pueda elegir (Howcroft et. al, 2017) (Figura 6).



Figura 6. Videojuego *Mario Kart*. (Tomado de Howcroft et. al, 2017).

Existen también consolas para el uso de pacientes que no tengan patologías neurológicas sino también alteraciones metabólicas como diabetes. Un claro ejemplo es el *Glucoboy*, el cual es utilizado como cartucho en plataformas como *Nintendo DS* y *Game Boy Advance* que ayuda a controlar el nivel de glucosa en sangre que tenga quien use el videojuego, del mismo modo, una vez que el paciente lo utilice se podrán desbloquear diferentes niveles según los puntos de recompensa, de esta forma se incentiva al niño o al adulto a controlar sus niveles de glucosa (Howcroft et. al, 2017) (Figura 7).



Figura 7. Plataforma *Glucoboy*. (Tomado de Howcroft et. al, 2017).

### 1.2.7 IMPACTO POSITIVO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO EDUCATIVO.

Varios estudios muestran evidencia de que el uso de software de juegos como un plan terapéutico puede tener efectos positivos ya que ayudan en ámbitos visuales, dual tax, timing, seguimiento de objetivos, atención, retención de memoria, ejecución de actividades complejas, etc. También se ha demostrado que los videojuegos ofrecen mejores resultados en alteraciones psicológicas que tratamientos convencionales. En base a los elementos útiles que brindan las consolas se puede destacar:

- Entorno de aprendizaje sin riesgos y críticas, especialmente en usuarios que ya han pasado por cuadros de bullying.



- Aprendizajes de nuevas estrategias según la dificultad del juego.
- Ambientes cooperativos entre los diferentes pacientes que utilicen el mismo juego durante la sesión de terapia, promoviendo la igualdad.
- Aumento de la concentración evitando distracciones y sesgos durante el tratamiento.
- Adaptación de las diferentes plataformas en base al objetivo, las limitaciones y capacidades del usuario para poder adaptarse al videojuego.
- Restablecer la funcionalidad de los diferentes sistemas: visual, somatosensorial y vestibular gracias a la integración de imágenes, sonidos y diferentes texturas utilizadas durante la terapia.

Según Huizinga (2013), el ser humano cuenta con capacidades lúdicas desde tiempo remotos, el autor define a este individuo como “homo ludens” el cual ha ido evolucionando y perfeccionando su aprendizaje dentro de éste campo, tanto que ha desarrollado nuevas tecnologías en cuanto a plataformas virtuales para satisfacer esta necesidad de juego. Refiere también que el uso de videojuegos obliga al individuo a usar su racionalidad y pensar dos veces antes de actuar, a pesar de que no es un ámbito real, la persona sabe que si realiza un mal movimiento perderá todo el avance en el juego (Brito et. al, 2018).

### **1.2.8 IMPACTO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL ÁMBITO DE LA FISIOTERAPIA.**

Como ya se ha mencionado anteriormente el avance de la tecnología ha evolucionado significativamente, por tal motivo el campo de la salud y rehabilitación no podía quedarse atrás. La fisioterapia ha implementado el uso de videojuegos como estrategia terapéutica con mayor prevalencia en pacientes pediátricos, sin embargo, también existen plataformas diseñadas para adultos y adultos mayores (Martínez, 2018).

La decisión de utilizar software de juegos se llevó a cabo gracias a la iniciativa de diferentes investigadores con el fin de evidenciar los efectos positivos que pueden llegar a ofrecer estas plataformas si se las utiliza de forma eficaz. Cabe recalcar, que para que este tipo de terapia funcione debe existir compromiso, constancia y voluntad entre el usuario y el fisioterapeuta para que los resultados sean mejores (Martínez, 2018).

Por otro lado, como ya se sabe la terapia convencional se vuelve rutinaria y aburrida, especialmente para el infante ya que su atención es dispersa y más aún si presenta alguna patología neurológica de base. Es por esto, que el uso de un medio didáctico que cuente con imágenes llamativas y sonidos extravagantes va a llamar la atención del niño y mejorará el desenvolvimiento durante la terapia (Martínez, 2018).

Algunos de los beneficios que se han planteado hasta la fecha del uso de consolas como terapia son:

- Mejorar la deambulaci3n independiente.
- Aumento de la resistencia y fuerza muscular.
- Mejor desenvolvimiento del equilibrio y del mantenimiento del centro de gravedad (CG) dentro de la base de sustentaci3n (BS).
- Restablecimiento del b3pedo independiente.
- Mejoramiento de habilidades cognitivas.
- Integraci3n del sistema visual, somatosensorial y vestibular para la ejecuci3n de habilidades complejas dentro del juego.
- Ejecuci3n dual task gracias a la concentraci3n y mejoramiento del timing.
- Adquisici3n de nuevas habilidades motoras gracias a la retenci3n de la memoria.

- Restablecimiento de la funcionalidad de algún segmento corporal afectado.
- Efectos positivos en cuanto al estado emocional.
- Monitorear y registrar los avances del usuario.
- Adherencia al programa terapéutico y reducción de índices de deserción (Martínez, 2018).

Gracias al uso de software como *BioTrack* el paciente puede controlar su CG dentro de la BS manteniendo el equilibrio durante la ejecución del juego, de tal manera que pueda cumplir con diferentes actividades como caminar e ir derribando los diferentes objetivos con sus pies, sin presentar temblores en sus miembros superiores (Brito et. al, 2018).

### **1.2.9 USO DE LOS VIDEOJUEGOS EN EL PARÁLISIS CEREBRAL.**

Según la Confederación ASPACE (Asociación de Parálisis Cerebrales de España), la PC es la primera causa de discapacidad a nivel infantil, con 2,5 casos por cada mil nacimientos. Y este tipo de discapacidad, se asocia con una alteración en el sistema músculo esquelético, somatosensorial y cognitivo. Obligando al infante a acudir a fisioterapia para poder habilitar o rehabilitar la pérdida de la funcionalidad (Bonilla, 2016).

Por tal motivo, se ha observado que el uso de la terapia convencional no ha sido cien por ciento eficaz en cuanto a su eficacia ya que existe desinterés por parte del paciente. Es por esto que se ha implementado la utilización de videojuegos como plan terapéutico, afirma Manuel Murie, presidente de la Sociedad Española de Neurorehabilitación (Bonilla, 2016) En el ámbito de la fisioterapia la utilización de videoconsolas, permite una serie de ventajas en comparación con el tratamiento

convencional. Primeramente, existe una gran fuente de motivación ya que al tener sonidos e imágenes llamativas ayudan a que la sesión terapéutica se convierta en un ambiente lúdico. Por otro lado, los usuarios tienen la oportunidad de ejecutar actividades que son incapaces de cumplir durante la terapia convencional. También se puede observar que el paciente cuenta con un previo aprendizaje motor visual, auditivo y propioceptivo, ayudando a mejorar el aprendizaje, desarrollo y control motor de actividades más complejas (Yague et. al, 2015).

Anteriormente las plataformas virtuales eran utilizadas como objeto de diversión, sin embargo, gracias a los avances tecnológicos y las investigaciones que se han llevado a cabo, se ha podido observar sus resultados acertados en la recuperación de la funcionalidad y movilidad del segmento afectado por la condición neurológica, razón por la cual se ha convertido en una estrategia terapéutica (Bonilla, 2016).

Los controles diseñados para jóvenes e infantes afectados por PC cuentan con una cámara que captura la capacidad visual y los movimientos cefálicos del paciente, brindando mejores resultados durante la ejecución del juego, ya que se convierten en un instrumento lúdico y terapéutico que ayuda a integrar todas las esferas del control motor. Existen videojuegos diseñados especialmente para pacientes con PC que presentan dificultad manual, mismas que le impiden controlar el mando del videojuego a causa de su debilidad muscular o ausencia del control motor, cabe recalcar que para que cumplan con las exigencias del juego el usuario debe presentar un coeficiente intelectual por encima de la media y/o inteligencia media (Bonilla, 2016).

Un estudio realizado por la Fundación del Hospital Infantil Universitario Niño Jesús de Madrid muestra resultados positivos en cuanto al uso de videojuegos

terapéuticos a partir de la 20ava sesión durante el tratamiento de la parálisis cerebral severa en niños de 4 a 17 años, restableciendo el movimiento cefálico y mantenimiento de la postura del tronco gracias al estímulo sensorial y vestibular que brindan las plataformas virtuales (Bieito, 2018).

### **1.2.9.1 PRIMER VIDEOJUEGO COMERCIAL ADAPTADO PARA USUARIOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.**

El 26 de mayo del 2016 fue lanzado al mercado la primera consola de aventura para pacientes con PC, “*Arcade Land*” anunciado por PlayStation, impulsado por “*la Caixa*”. Este sistema cuenta con una cámara que capta los movimientos del tronco y cabeza del adolescente y niño permitiéndolo ejecutar diferentes estrategias en los 6 mini juegos que presenta como volar extendiendo los brazos, patear un balón, para desbloquear un sinfín de niveles dentro del juego, Roseumbaum y Gorter, afirman que este tipo de juegos no son actividades principales en cuanto al mejoramiento de su funcionalidad, sin embargo, ayudan a mejorar la motricidad gruesa del usuario (Gorter, 2016). El objetivo que PlayStation planteó para los jugadores de “*Arcade Land*” no solo fue enfocarse en un plan terapéutico para recuperar la funcionalidad sino también crear un ambiente lúdico que permita una mejor integración del usuario al juego y a la sesión terapéutica (Bonilla, 2016).

Álvaro Galán, presidente de la Federación Madrileña de Deportes de PC, afirma que la fase más difícil para el usuario con PC es la transición de niño a adolescente ya que existe un retroceso en cuanto al desenvolvimiento social acorde a su edad. Por lo tanto, Galán aseveró que iniciativas como “*Arcade Land*” le permite al adolescente compartir el juego con sus compañeros y la posibilidad de sentirse parte del círculo social (Soriano, 2016) (Figura 8).



Figura 8. Videojuego *Arcade Land*. (Tomado de IGN. Soriano, 2016).

### 1.3 EQUILIBRIO.

#### 1.3.1 CONCEPTO.

El equilibrio se considera como la capacidad física y biomecánica que el cuerpo humano tiene para mantener el CG dentro de la BS, además, se conoce que es un reflejo automático que tiene el ser humano; la BS y el CG se van adaptando dependiendo la modificación del cuerpo en el espacio. En ocasiones el CG se proyecta sobrepasando la BS y se presenta la pérdida del equilibrio. Al equilibrio se lo puede clasificar en estático y dinámico. El equilibrio estático es la capacidad de mantiene la postura del cuerpo de un punto o posición determinada, y el equilibrio dinámico es ejecutar un movimiento sin afectar los factores para mantener el equilibrio (Forbes et al, 2018; Morgan & McGinley, 2018).

#### 1.3.2 NEUROFISIOLOGÍA DEL EQUILIBRIO.

El equilibrio es un acto inconsciente del ser humano en condiciones normales, sin embargo, cuando existe sobre-estimulación, se manifiesta errores a nivel cortical ya sea por afectaciones a nivel de un órgano sensorial periférico, alteraciones entre la información visual y vestibular, fallo a nivel de los centros de regulación del equilibrio, etc (Forbes et al. 2018).

La neurofisiología del equilibrio señala como un centro de control motor principal al cerebelo, cuya principal función es la coordinación y equilibrio. También existen otras estructuras del sistema nerviosos que se relaciona para poder mantener el equilibrio. Todo este conjunto permite que el usuario tenga una la postura en diferentes posiciones. Los principales elementos nerviosos que permiten conservar el equilibrio son: cerebelo, tronco encéfalo relacionando con receptores aferentes como es la sensibilidad profunda. La sensibilidad profunda de tipo propioceptiva, el sistema vestibular y sistema visual son los 3 ejes que se integran y relacionan para adquirir las reacciones de equilibrio (Forbes et al, 2018).

El funcionamiento global del sistema laberíntico está íntimamente relacionado con el cerebro, ojo, sistema músculo-tendinoso y el sistema neurovegetativo, formando así las principales vías del equilibrio (vestíbulo-cortical, vestíbulo-ocular, vestíbulo-espinal y vestíbulo-vegetativa). En caso de que se produzca alguna lesión en cualquiera de estos cuatro sistemas la información transmitida será errónea ocasionando vértigo, desviaciones del cuerpo durante la marcha, nistagmo, vómitos, náuseas, etc.

#### **1.3.2.1 CEREBELO.**

El cerebelo es una estructura pequeña que solo es el 10% de todo el sistema nerviosos central; es uno de los centros reguladores del control motor junto a los ganglios basales. Su función es regular la actividad motora a través de la coordinación, también regula otras actividades como es el lenguaje, atención, el aprendizaje, las emociones y sensitivas (Forbes et al, 2018).

Anatómicamente el cerebelo se divide en tres secciones: vestibulocerebelo o lóbulo floclonodular, vermis y neocerebelo, con sus respectivas conexiones cerebelosas

(tracto vestibulocerebelo, espinocerebelo y el cerebrocerebelo), constituyendo vías aferentes y eferentes para desempeñar las funciones de coordinación y equilibrio del cuerpo. (Forbes et al, 2018).

La primera estructura es el vestibulocerebelo o arquicerebelo. Su principal función es mantener el equilibrio y como está relacionado con los núcleos vestibulares también interviene en los movimientos de ojo, cabeza y cuello. Además de mantener la postura en la marcha, realiza movimientos visuales y guiados (Forbes et al, 2018).

El vermis o paleocerebelo es la segunda estructura, su función principal es la coordinación de los movimientos del tronco y extremidades inferiores, cuando esta estructura se lesiona las alteraciones se relacionan con la marcha y la postura. El paravermis también es parte de la vía espinocerebelo, tiene una división topográfica del vermis como el tronco, el cuerpo y los miembros que son las partes distales. Su función es ejecutar movimientos complejos, suaves y coordinados, que lo realizaron por medio de la contracción de músculos antagonistas y agonistas. Los movimientos mal realizados se corrigen de manera adecuada por la interacción del feedback y feedforward. Además regula el tono y los movimientos poliarticulares (Forbes et al, 2018).

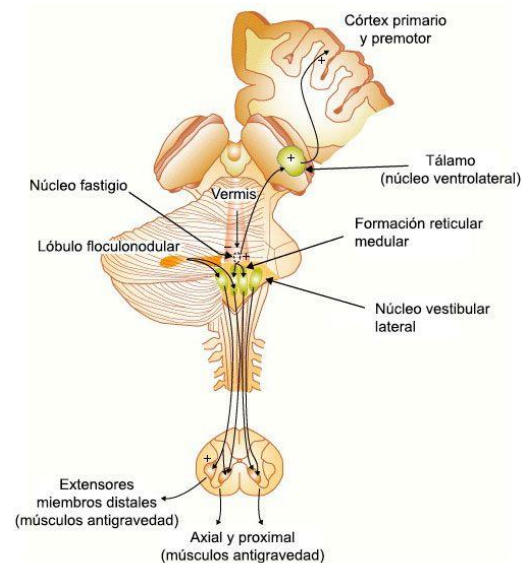
Por último el neocerebelo su función es el movimiento en extremidades superiores y balísticos, una lesión en esta estructura causa temblores intencionales. Ejecuta todo el proceso para obtener habilidades motoras por medio de la planificación, programación y aprendizaje de los complejos movimientos (Forbes et al, 2018).



### 1.3.2. 2 TRONCO ENCÉFALO.

El tronco encefálico está ubicado entre el diencefalo y la médula espinal, compuesto por el mesencéfalo, protuberancia y el bulbo raquídeo. Además, se ser un centro de unión entre niveles superiores o inferiores motores con sus múltiples funciones da origen a la mayoría de pares craneales (Forbes et al, 2018) (Figura 11).

Las funciones del tronco encefálico están afines con el control motor ya que permite que la resistencia de la fuerza de gravedad por medio de contrataciones en los músculos posturales de cuello, tronco y zonas proximales de extremidades para que se genere el equilibrio y movimientos de afinidad gruesa. Cabe recalcar, que los núcleos vestibulares tienen funciones importantes en el control del equilibrio en relación con los movimientos corporales y con los núcleos reticulares. Toda la información depende entre la información que es receptada en el área visual, vestibular y somatosensorial (Forbes et al, 2018).



*Figura 9.* El cerebro: organización (Tomado de Muñoz, 2013).

### **1.3.2.3 SENSIBILIDAD PROFUNDA.**

La sensibilidad es toda la información aferente que llega de un medio externo o interno y se dirige hacia centro superiores para poder causar una respuesta eferente o motora. Se relaciona con todos los receptores del organismo que se encuentran en la piel y las articulaciones, además los husos musculares, órgano tendinosos de Golgi. Existen dos tipos de sensibilidad la superficial y la profunda. Sensibilidad profunda tiene cuatro componentes fisiológicos importantes de receptores. Los exteroceptores se encuentran en contacto con el exterior de los diferentes órganos y permite distintos estímulos según el órgano estimulado, por ejemplo este permite en la audición que ayudan para el equilibrio (Wimalasundera, 2017).

Los propioceptores están relacionados con la sensación que tiene el individuo con sus segmentos corporales en las diferentes posiciones que adopte, la propiocepción. Sensibilidad visceral son receptados desde estímulos de los órganos internos. Todos los receptores de sensibilidad profunda se encuentran en la fascia, músculos, articulaciones y huesos, son profundos ya que son receptivos a estímulos de presión y vibración (Wimalasundera, 2017).

### **1.3.2.4 SISTEMA VESTIBULAR.**

Sistema vestibular su principal función es posicionar la cabeza en el espacio, determinando la posición de tronco y extremidades. Las estructuras que componen el sistema vestibular es el cerebelo y el tronco encéfalo que permite reintegrar la información que es receptada por receptores periféricos. Los receptores periféricos es el oído interno que está compuesto por la cóclea que es donde se encuentran los otolitos, canal semicircular y nervio vestibular y coclear (Forbes et al, 2018) (Figura 10).

El oído interno está compuesto por cinco receptores, de los cuales tres son los canales semicirculares y dos los receptores otolíticos. Al realizar movimientos los canales semicirculares se estimulan en los tres planos de movimientos en diferencia de los otolitos que solo en forma lineal, toda la información sensitiva receptada es dirigida a los núcleos vestibulares que se encuentran en el tronco encéfalo. Si existieran alteraciones a nivel de los canales o de los otolitos el paciente puede presentar vértigo o nistagmos (Binetti, 2015).

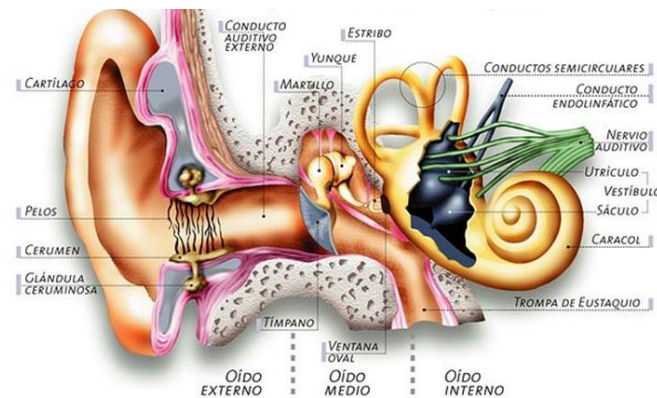
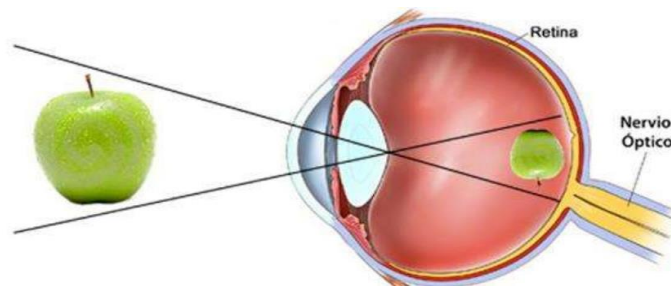


Figura 10. Partes del oído. (Tomado de Salas, 2015).

### 1.3.2.5 VISTA.

La información receptada por un estímulo visual y auditivo se interrelacionan entre sí, ya que permite que el individuo localice los objetos y se relacione el cuerpo con entorno al espacio que lo rodea. La función para poder mantener un correcto equilibrio es que permite realizar ajustes de movimientos precisos para las necesidades del individuo ubicándolo en tiempo y espacio por medio de la relación espacio-temporalidad, permite que por medio de la vista al observar un objeto este sea procesado y luego la información va a centros superiores del SNC (Forbes et al, 2018) (Figura 11).



*Figura 11. Mecanismo de la visión. (Tomado de Rodríguez, 2013).*

### 1.3.3 BIOMECÁNICA.

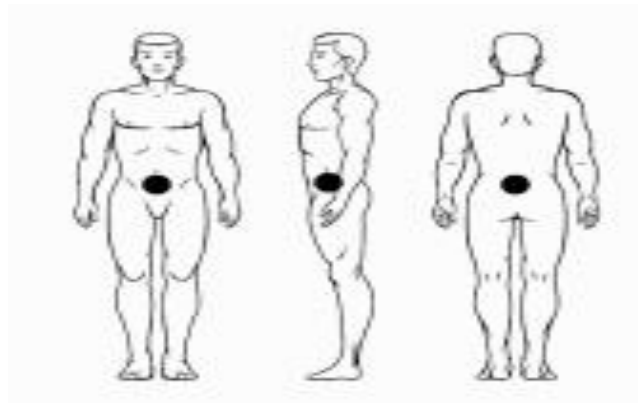
En la biomecánica del cuerpo humano para poder mantener el equilibrio, se presenta una relación entre el CG y la BS. Si uno de estos dos elementos se modifican dependiendo la posición que adopta el individuo.

La base de sustentación “BS” más amplia tendrá mayor eficacia para no perder el equilibrio, por el contrario a menos base de sustentación menor equilibrio, llegando a perder la estabilidad postural. Los puntos de apoyo en bipedestación, son el calcáneo, metatarsos, falanges de los dedos del pie; para que se forma el polígono de sustentación se ocupa como referencia zona posterior del calcáneo, bordes laterales del retropié, medio pie y ante pie, bordes anteriores de los dedos desde el segundo hasta el cuarto y borde superior entre primeros dedos del pies (Forbes et al, 2018) (Figura 12).



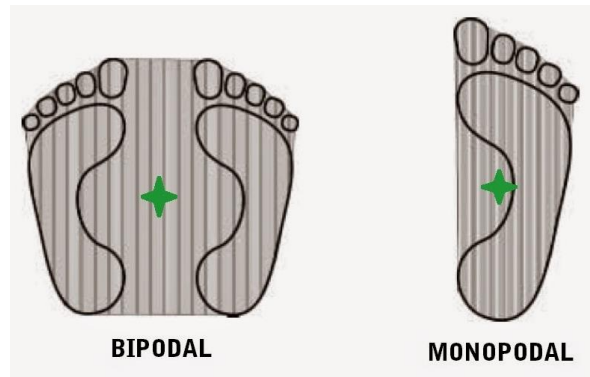
*Figura 12. Polígono de sustentación. (Tomada de Biolaster, 2014).*

El centro de gravedad "CG", que se proyecta en el centro de la BS. Dependiendo de la literatura el CG ubica anterior en L5 o S1, también según en el género por las características anatómicas de la pelvis (Figura13). La pelvis de la mujer es mucho más ancha y el CG se ubica más descendido en comparación del hombre por su pelvis más delgada. De la misma manera, existen otros factores que alteran el nivel del CG como es la edad ya que con los pasos de los años en centro de gravedad desciende y se desplaza hacia anterior, la talla y el somatotipo de la persona modificara la ubicación (Forbes et al, 2018).



*Figura 13.* Centro de gravedad. (Tomado de García, 2017)

La persona con apoyo bipodal presenta una BS más amplia y con CG entre sus pies, generando equilibrio estable sin ninguna alteración. En cambio, bipedestación en apoyo monopodal, la base de sustentación disminuirá y el centro de gravedad se desplazada en plano frontal al pie apoyado en la superficie, aquí el usuario es más inestable ya que su el centro de gravedad por algún movimiento se desplaza fuera de la base de sustentación va a perder el equilibrio (Forbes et al, 2018) (Figura 14).



*Figura 14.* Centro de gravedad y base de sustentación. (Tomado de Rodríguez, 2015).

#### 1.3.4 CLASIFICACIÓN DEL EQUILIBRIO

Después de revisar los aspectos fisiológicos del equilibrio este se va a dividir en dos características importantes. El equilibrio estático es el que se genera movimiento sin embargo se mantiene la postura por medio de los músculos antigravitatorios que pueden vencer la fuerza de gravedad y el dinámico en el cual se genera movimientos gracias a la sinergia entre músculos fásicos y tónicos.

El equilibrio estático es el que mantiene la postura del cuerpo de un punto o posición determinada. Para poder tener una adecuada postura el cuerpo debe vencer las diferentes fuerzas, principalmente la fuerza de gravedad que es la tracción sobre un cuerpo al centro de la tierra, adicional la fuerza de compresión y presión (Forbes et al, 2018) (Figura 15).



*Figura 15.* Equilibrio estático. (Tomado de Muñoz, 2013).

El equilibrio dinámico es la capacidad de realizar un movimiento sin afectar los factores para mantener el equilibrio, es decir, el CG se mantiene dentro de la BS por medio de las diferentes reacciones de balance que tiene el cuerpo para mantener posturas en movimiento (Forbes et al, 2018) (Figura 18).



*Figura 16.* Equilibrio dinámico. (Tomado de Muñoz, 2013).

### **1.3.5 EQUILIBRIO EN NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL.**

La PC tiene como consecuencia una lesión cerebral primaria, que implica la alteración en las redes de control del equilibrio eferente causada por la espasticidad. Esto provoca contracturas, disminución de la fuerza, por la reducción del reclutamiento muscular. Las reacciones de equilibrio están comprometidas por una inervación recíproca generando variedad de disfunciones perceptivas, alteraciones visuales, táctiles, propioceptivas y sistemas

vestibulares. Como resultado de crecer con un sistema neurológico anormal, los niños con PC desarrollan estrategias de equilibrio para niños con desarrollo atípico (Morgan & McGinley, 2018).

Los niños con PC pueden mostrar déficits posturales, puesto que los ajustes del control posturales están alterados por componentes sensoriales y músculo esqueléticos. Pueden demostrar mayor activación muscular antagonista y co-contracciones de la musculatura proximal y distal, en diferencia con niños típicamente en desarrollo (Morgan & McGinley, 2018).

#### **1.3.5.1 MEDICIÓN DEL EQUILIBRIO EN PC.**

No hay un sobre cómo se debe evaluar sistemáticamente el equilibrio en individuos con PC, como el equilibrio es una construcción tan compleja y dependiente de la tarea, no puede ser reflejado por una única herramienta de equilibrio clínico. Algunas herramientas se han utilizado para evaluar el equilibrio en personas con PC, sin embargo, no se ha comprobado una fiabilidad establecida y validez interna, ni ser sensible al cambio. Las herramientas existentes han sido desarrolladas para personas con condiciones diferentes a la PC (Morgan & McGinley, 2018).

El test Gross Motor Function Classification System presenta validez para documentar el rendimiento de la motricidad gruesa dentro de la misma se evidencia el equilibrio en PC; entre otras alternativas se encuentra el Best test ó Berg Balance. Estos test permiten determinar la capacidad del equilibrio y el tipo de discapacidad motora, como son los diferentes tipos de PC: hemiplejia, diplejía espástica y atetósica (Morgan & McGinley, 2018).



Otras escalas para evaluar son: 1) Balance Evaluation System Test, es una herramienta que consiente en determinar el problema y el tipo de equilibrio afectado. 2) Pediatric Balance Scale, es una modificación de la escala de Berg con 14 ítems. 3) Prueba de equilibrio estático y dinámico de Vayer, identifica la edad de maduración del niño. 4) Activities-specific Balance Confidence Scale, mide el nivel del equilibrio en las AVD (Gómez, 2016).

#### **1.3.5.2 CAÍDAS EN NIÑOS CON PC.**

Existe escasa evidencia sobre la prevalencia y las consecuencias de las caídas en niños y adolescentes con PC. De hecho, hay poca información disponible que describa caídas en niños con desarrollo típico. En un estudio de 297 niños con PC de nivel motor GMFCS III -IV, obtuvo como resultado 15% de fracturas previas. Sin embargo, no se describió si la fractura se asoció con una caída (Morgan & McGinley, 2018).

#### **1.3.5.3 BENEFICIOS DE LA TERAPIA FÍSICA EN EL EQUILIBRIO.**

La rehabilitación de niños con PC generalmente consiste en un programa que incluye fisioterapia y terapia ocupacional. La terapia convencional no es un programa fijo, varía se acuerdo al criterio del fisioterapeuta y previo a una evolución el abordaje debe ser específico e individualizado para necesidades de cada niño (Sajan et al., 2016).

El manejo típico de niños y adolescentes con las discapacidades físicas incluyen un programa de fisioterapia convencional que consiste en estiramiento, fortalecimiento, posicionamiento, entablillado, función y facilitación del movimiento. Por lo tanto, las estrategias de rehabilitación de extremidades inferiores para

promover la recuperación motora se centra en la práctica de alta intensidad, repetitiva y específica de la tarea (Tarakci, 2019).

El control postural anormal en pacientes no ambulantes, es uno de los principales factores que afectan la participación social y las actividades de la vida diaria en usuarios con PC. Por tal razón, al mejorar el control postural y en particular la capacidad para sentarse genera una mayor funcionalidad e independencia, reduciendo el riesgo de contracturas, deformidades y úlceras de presión por la inmovilidad proporcionando un mayor confort para el usuario (Arnoni et al., 2019).

Una forma de incentivar la capacidad para sentarse es a través del uso de ejercicios de estiramiento, fortalecimiento y movimientos que sean funcionales. Se ha reconocido que las tareas abstractas de capacitación por sí solas no pueden dar una imagen motora completa de la capacidad del niño y que las terapias deben basarse en una tarea funcional y significativa para tener el mejor resultado, ya que al aumentar la motivación la tarea significativa obtiene mejor calidad; teniendo en cuenta que el movimiento surge de la plataforma que se va a utilizar con las diversas actividades funcionales para realizar. Dónde hay motivación para realizar una tarea significativa, movimiento surge en la interacción entre el individuo, la tarea y el medio ambiente (Arnoni et al., 2019).

La vibración en todo el cuerpo se ha utilizado para mejorar la actividad muscular, la función motora y el desarrollo óseo en pacientes con parálisis cerebral. En los niños con PC que presentan espasticidad, deterioro del control del movimiento y reducción del control postural, se ha evidenciado que la vibración influye positivamente a través de la atención de la unidad músculo-tendón, que es estimulada por los reflejos de vibración inducidos por la tensión, lo que hace que

los husos musculares sientan longitud del haz de fibras musculares. Por lo tanto, la estimulación por vibración mejora la función motora en niños con parálisis cerebral (Song et al., 2018).

En los últimos años, los videojuegos se han convertido en una nueva modalidad de rehabilitación para niños con CP. El objetivo principal de esta terapia es mejorar la competencia y la confianza en actividades motoras a través de la participación en juegos interactivos en una caja fuerte y ambiente controlado. Las actividades basadas en juegos que son naturalmente interesantes para los niños incrementen su motivación y el cumplimiento del régimen terapéutico sería alto. Además, estos juegos se pueden ajustar el nivel, según la habilidad del jugador; cuando mejora el rendimiento de un niño, el juego puede ser actualizado al siguiente nivel de dificultad, proporcionando así novedad y continuidad (Sajan et al., 2016).

## CAPÍTULO II: JUSTIFICACIÓN

El uso de videojuegos como una herramienta terapéutica ha sido uno de los temas más controversiales en el ámbito de la Fisioterapia, es por esto que en los últimos años, varias investigaciones se han enfocado en demostrar la eficacia de implementarlos en un sin fin de enfermedades, como la PC y los trastornos y/o secuelas asociadas a esta condición neurológica, por tal razón esta técnica innovadora del uso de plataforma virtuales ha ido complementando las sesiones habituales de Fisioterapia en clínicas, hospitales y centros especializados (Tarakci et al., 2019).

Las sesiones de terapia física convencionales, suelen carecer de funciones lúdicas por lo que se tornan aburridas, especialmente para el infante ya que su atención es dispersa y más aún si presenta alguna patología neurológica de base. Es por esta razón que se ha tomado la decisión de realizar una revisión sistemática en base a la utilización de un software de videojuegos con el fin de demostrar los efectos positivos que pueden llegar a ofrecer estas plataformas si se las utiliza con fines terapéuticos, ya que los videojuegos si motivan al paciente y al mismo tiempo los ayuda a desconectarse de la realidad y enfocarse en el juego más no en su patología. El presente estudio incluye a infantes y adolescentes que presentan Parálisis Cerebral y que muestren alteraciones asociadas al equilibrio estático y/o dinámico (Chun, 2018).

La acción terapéutica de los videojuegos puede presentarse de diferentes maneras. Por un lado, el control motor y la coordinación que exige esta plataforma pueden ayudar a la motricidad de los usuarios, así como también al equilibrio y la organización espacio-temporal. Por otro lado, la recompensa de

ejecutar y cumplir con las actividades lúdicas, permite sobrellevar de mejor manera un largo periodo de estancia hospitalaria como es el caso de infantes en terapia intensiva y además incluiría de mejor forma a la vida del usuario la sesión de terapia que muchas veces se vuelve tediosa y aburrida (Rajkumar, 2018).

Por otra parte, existen proyectos que se enfocan en aspectos más tecnológicos, como la robótica, pero que carecen de la función de entretenimiento y acción terapéutica. Por lo tanto, hoy en día el enigma de la mayoría de profesionales de la salud que han implementado este sistema es cómo generar un producto adaptable para los usuarios con Parálisis Cerebral que satisfaga las necesidades y ayuden a resolver algunas secuelas asociadas a la patología de base (Chun, 2018).

Es por esta razón, que se ha tomado en cuenta como objetivo de estudio evaluar los efectos de la aplicación de los videojuegos como estrategia terapéutica, debido a que es más accesible implementar la plataforma virtual en el centro fisioterapéutico o el espacio donde se trabaje la rehabilitación, por otro lado, el costo es menor en comparación con la implementación de la robótica durante la terapia. Cabe recalcar, que la evidencia científica plantea también que el uso de videojuegos ayuda en el ámbito social del usuario, ayudándolo a sentirse parte de la sociedad al jugar con los demás niños, aumentando su autoestima, de tal manera que se sienta cómodo durante la ejecución del videojuego. Existe también beneficios ya que el usuario se concentrará en culminar con el objetivo del juego olvidándose de cierta forma que se encuentra en terapia, manifestando un mejor desenvolvimiento que en la terapia convencional (Rajkumar, 2018).

## **2.1 OBJETIVOS.**

### **2.1.1 OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la eficacia del uso de videojuegos como estrategia terapéutica para optimizar el equilibrio en niños y adolescentes con Parálisis Cerebral.

### **2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Determinar las características de los estudios, número de participantes, rangos de edad, escalas de evaluación, plataforma de video juego y tipo de equilibrio.
2. Establecer cuáles son los videojuegos más empleados en la rehabilitación del equilibrio mediante resultados evidentes.
3. Analizar los beneficios y el porcentaje de cambio en el uso de un videojuego sobre el control del equilibrio estático y dinámico.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1 ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

Esta revisión sistemática se realizó de acuerdo con las directrices PRISMA, con el fin de garantizar informes de calidad. Para este trabajo se seleccionaron artículos de las bases de datos Pubmed, Scielo, Science Direct, PEDro y Cochrane. Los términos de búsqueda que se utilizaron en español son: parálisis cerebral, equilibrio y video juego. Los términos empleados en inglés fueron cerebral palsy, balance and video games. Como sinónimos para la palabra balance se usó: Posture balance, equilibrium and postural control. Con sinónimos de video games se especificó el nombre de la consola *Nintendo Wii*, además se usó la palabra computer games. El tiempo establecido de los años de los artículos fueron de 10 años de antigüedad, es decir, 2010 hasta 2020. Esta recolección de artículos duro entre los meses de Marzo hasta Mayo del 2020.

### 3.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.

Se retuvieron los artículos que cumplían los parámetros para el estudio que se explicara con mayor detalle a continuación.

Los estudios incluidos cumplían con los siguientes criterios:

1. Estar en el rango de 10 años de ser publicados.
2. Estudios que estén en las 5 plataformas de base de recolección de datos.
3. Video juegos que sean específicos para trabajar el equilibrio en parálisis cerebral.
4. Tener un mínimo de 20 participantes.
5. Ser un ensayo clínico ECA.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Revisiones bibliográficas, tesis o monografías.
2. Aplicación del tratamiento con otras patologías neurológicas que no sea parálisis cerebral.
3. Pacientes con parálisis cerebral adultos.
4. Calificación menor de 6/10 en la escala de PEDro.

### **3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Los datos recolectados para cada artículo fueron clasificados siguiendo el orden: 1) el año de publicación, 2) el autor o autores, la consola que se aplicó para la terapia, 3) el tipo de equilibrio estático o dinámico en el que se implementaba el video juego, 4) el número de participantes, 6) las escalas con la que se medían las alteraciones de la parálisis cerebral, 7) cuantos grupos participaban en la intervención y 8) la clasificación según la escala de PEDro.

### **3.4 EVALUACIÓN CUANTITATIVA.**

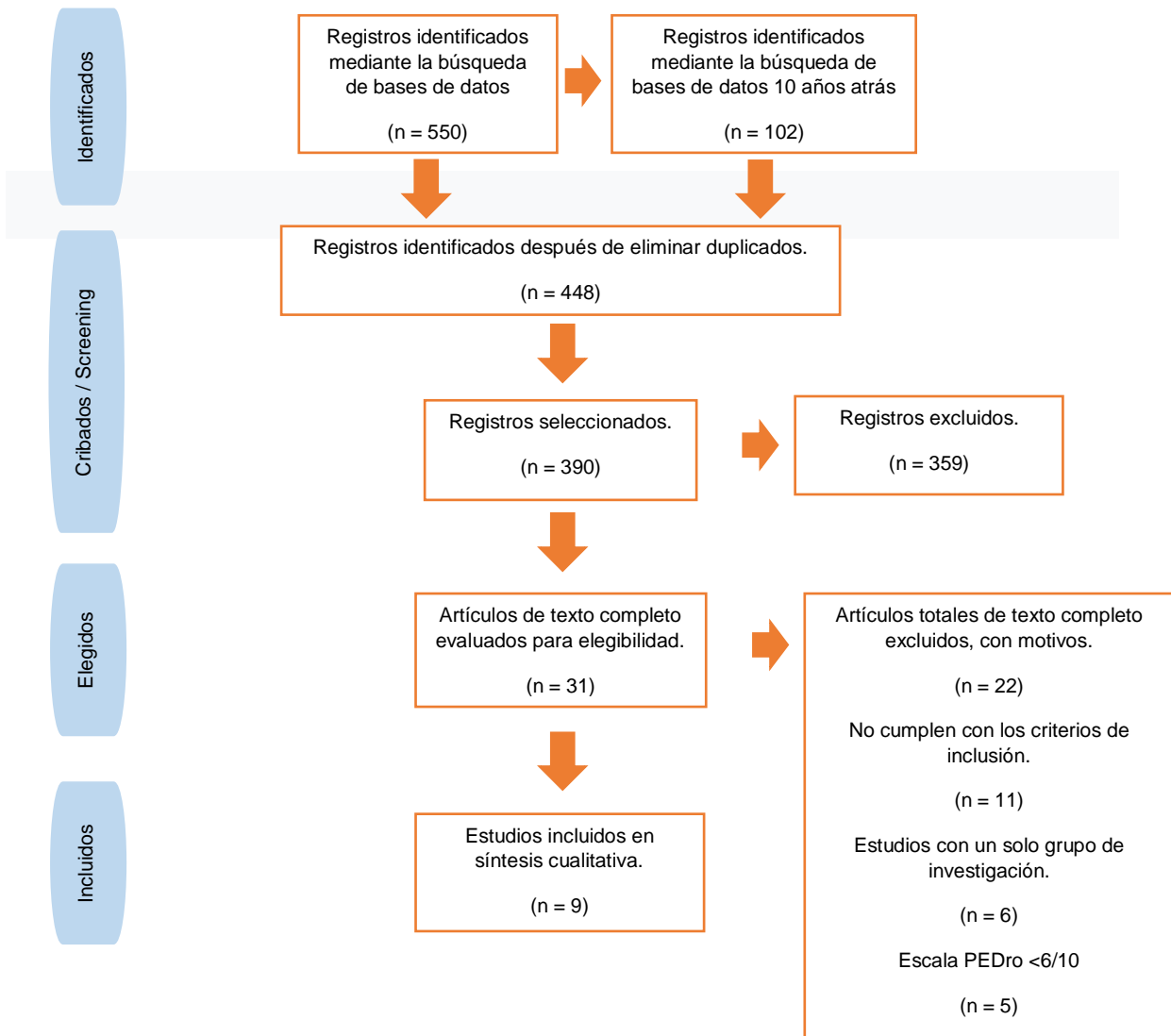
Los artículos incluidos en el estudio fueron analizados cualitativamente por medio de la escala de PEDro. Se analizaron veintiún artículos y verificados si constaban de la clasificación en la base de datos *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), donde se registró todo en una tabla con los resultados. Sin embargo, después de análisis de dicha escala se retiraron algunos artículos por la puntuación <6 que presentaban. Cada autor analizó un total de diez artículos y posteriormente se unía los análisis, se quedaba en un acuerdo para no tener contradicciones en los diferentes análisis.



## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

Mediante la estrategia de búsqueda en las diferentes plataformas científicas se obtuvo un total de quinientos cincuenta artículos: Pubmed, Scielo, Science Direct, PEDro y Cochrane; seguidamente se realizó el primer screening de búsqueda diez años atrás, en donde se identificó ciento dos artículos. Tras eliminar los duplicados se alcanzó cuatrocientos cuarenta y ocho artículos. El siguiente paso para registrar los artículos seleccionados a través de la combinación de las palabras clave (parálisis cerebral, videojuegos y equilibrio) con sus conectores correspondientes, en donde se encontraron trescientos noventa, de los cuales fueron excluidos trescientos cincuenta y nueve debido que no explicaban medios de tratamiento y su información no era relevante para el presente estudio. Posteriormente, los artículos de texto completo evaluados para elegibilidad fueron treinta y uno, de los cuales los estudios excluidos fueron veinte y dos; once no cumplen con los criterios de inclusión, seis solo presentan un grupo de investigación y cinco tiene una calificación menor de seis en la escala de PEDro. Por último, los estudios incluidos en síntesis cualitativa en la presente revisión sistemática fueron nueve artículos, debido a que especificaban las diferentes estrategias terapéuticas mediante videojuegos y cumplían con los criterios de inclusión.

#### 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO.



#### 4.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTUDIOS.

Los datos recopilados de cada uno de los artículos incluidos en esta revisión sistemática se basan en: autores, número de participantes, edad, frecuencia de la intervención, escalas de medición para evaluar el equilibrio, tipo de plataforma virtual utilizada, parámetro evaluado (Tabla 1).

Tabla 1. *Características del estudio*

<b>Autores/ Año</b>	<b>Participantes</b>	<b>Edad</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Escalas</b>	<b>Plataforma de videojuego</b>	<b>Parámetro evaluado</b>	<b>Score PEDro</b>
<b>Sajan et. al (2016)</b>	20	5 a 20	45 minutos por sesión, 6 días a la semana durante 3 semanas	BBS	Nintendo Wii	Equilibrio Dinámico	10
<b>Preston et. al (2016)</b>	58	5 a 12	30 minutos por sesión de 6 a 12 semanas.	BBS	Juegos asistidos por computador a	Equilibrio Dinámico	10
<b>Hsieh et. al (2018)</b>	40	5 a 10	40 minutos por sesión, 5 días a la semana, durante 12 semanas	BBS	Juegos de computador a	Equilibrio Dinámico	7
<b>Gatica et. al (2016)</b>	32	7 a 14	30 minutos por sesión durante 6 semanas	GMFCS	Nintendo Wii Balance Board	Equilibrio Estático /Dinámico	7
<b>Chiu et. al (2014)</b>	62	6 a 13	10 minutos por sesión durante 6 semanas	BBS	Nintendo Wii Sports Resort	Equilibrio Estático /Dinámico	7
<b>Sgandurra et. al (2013)</b>	24	5 a 15	15 minutos por sesión (5 minutos en cada juego de computadora) durante 3 semanas	GMFCS	Juegos de computador a	Equilibrio Dinámico	6
<b>Tarakci et. Al (2018)</b>	113	5 a 17	45 minutos por sesión durante 3 semanas	DGI	Juegos de computador a	Equilibrio Estático	7
<b>Tarakci et. al (2019)</b>	30	5 a 12	45 minutos por sesión, durante 15 sesiones, 2 veces a la semana	GMFC	Juegos de computador a	Equilibrio Estático	7
<b>Sharan &amp; Rajkumar (2018)</b>	80	5 a 20	30 minutos por día durante 5 semanas.	DGI	VRBT y Xbox 360	Equilibrio Estático /Dinámico	6

### 4.3 VIDEOJUEGOS MÁS EMPLEADOS.

Esta revisión sistemática está orientada en las intervenciones con las diferentes plataformas virtuales y las escalas de medición para el equilibrio. Tres estudios utilizan la plataforma de *Nintendo Wii*, cinco utilizan juegos de computadora con diferentes controladores y mandos. Finalmente, en un solo artículo se utilizó la realidad virtual (VRBT) y *Xbox 360 with Kinect* (Figura 17).

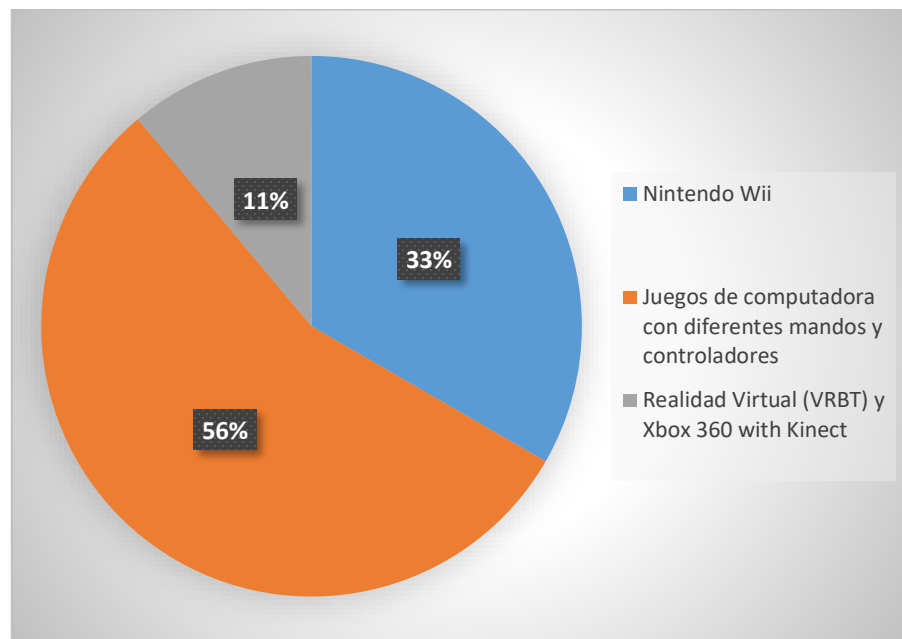


Figura 17. Plataformas de videojuegos

### 4.4 ANÁLISIS DE LOS VIDEOJUEGOS SOBRE EL EQUILIBRIO.

#### 4.4.1 EQUILIBRIO ESTÁTICO

En cuanto al mantenimiento del CG dentro de la BS con ojos abiertos y/o cerrados, tres estudios fueron analizados (Gatica et al., 2016; Shara & Rajkumar, 2018; & Hsieh et. al., 2018) Estos estudios utilizaron el *Nintendo Wii*, juegos de computador, VRBT y *Xbox 360*; las escalas que utilizaron para evaluar fueron: Gross Motor Function Classification System (GMFCS) y The pediatric Berg's balance scale (BBS), donde se manifestó cambios significativos en cuanto al mantenimiento del

CG dentro de la BS con ojos abiertos y cerrados. En la tabla 2 se resume, el promedio alcanzado por los resultados de estos estudios en la evaluación del equilibrio, así como el porcentaje de cambio en función de las intervenciones.

#### 4.4.2 EQUILIBRIO DINÁMICO

En base a la velocidad del desplazamiento de del CG dentro de la BS con ojos abiertos y/o cerrados, cuatro artículos fueron examinados (Gatica et al., 2016; Shara & Rajkumar, 2018; Sajan et. al., 2016; & Hsieh et. al., 2018). Estos estudios utilizaron *Nintendo Wii*, juegos de computador, *VRBT* y *Xbox 360*; las escalas que utilizaron para evaluar fueron: Gross Motor Function Classification System (GMFCS) y The pediatric Berg's balance scale (BBS), donde se manifestó cambios favorables en cuanto al mantenimiento del CG dentro de la BS con ojos abiertos y cerrados a pesar de las distracciones y perturbaciones durante la ejecución del videojuego. En la tabla 2 se resume, el promedio alcanzado de los resultados en la evaluación del equilibrio, así como el porcentaje de cambio en función de las intervenciones.

Tabla 2. *Equilibrio Estático y Dinámico*

Autores	Plataforma	Equilibrio Estático			Equilibrio Dinámico			Ojos Abiertos /Cerrados
		Pre Inter	Post Inter	%	Pre Inter	Post Inter	%	
<b>Gatica et. al 2016</b>	Nintendo Wii	19	22	16%	19	23	21%	Abiertos /Cerrados
<b>Hsieh et. al 2018</b>	Juegos de computadora	38	43	13%	44	49	11%	Abiertos /Cerrados
<b>Sajan et. al 2016</b>	Nintendo Wii	42	51	21%	37	48	30%	Abiertos
<b>Sharan &amp; Rajkumar 2018</b>	VRBT y Xbox 360	44	48	9%				Abiertos
<b>Promedio</b>		36	41	14%	33	40	21%	

Pre Inter= Pre intervención; Post Inter= Post intervención

#### 4.5 EFECTOS DE LAS INTERVENCIONES SEGÚN EL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN.

Los cambios producidos por el uso de videojuegos fueron analizados en función de Gross Motor Function Classification System (GMFCS), Dynamic Gait Index (DGI) y The pediatric Berg's balance scale (BBS). Seis artículos encontrados evidenciaron cambios significativos en el equilibrio estático y dinámico en base a la modificación y adaptación del usuario a las reacciones de equilibrio en bipedestación (tobillo, cadera y apoyo podal) después de la intervención, como se puede observar en la Tabla 3 (Tarakci et al., 2018; Preston et al., 2016; Sgandurra et al., 2013; Sharan & Rajkumar, 2018; Tarakci et al., 2019; & Sajan et al., 2016).

Tabla 3. *Porcentaje de cambios post intervención*

Autor	Año	Escala para evaluar el equilibrio	Grupo intervención			Grupo control		
			Pre test	Post test	Cambio	Pre test	Post test	Cambio
Tarakci et. al	2018	BBS	44	48	9%	44	45	2%
		DGI	21	23	10%	22	22	0%
		GMFCS	16	17	6%	15	15	0%
Sharan & Rajkumar	2018	GMFCS	32	35	9%	36	45	25%
Preston et. al	2016	BBS	18	19	6%	31	32	3%
Sgandurra et. al	2013	GMFCS	25	28	12%	23	24	4%
Tarakci et. al	2019	DGI	25	27	8%	21	27	23%
Sajan et. al	2016	BBS	27	29	7%	21	23	10%

## 5. CAPITULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 DISCUSIÓN.

El objetivo de esta revisión sistemática fue evidenciar la eficacia del uso de videojuegos como estrategia terapéutica para mejorar el equilibrio en niños y adolescentes con PC. La información puede ser muy extensa cuando se refiere a PC, sin embargo, disminuye cuando el estudio se enfoca en una de las esferas que se ven más afectadas por dicha patología como es el equilibrio dinámico y/o estático.

Los resultados obtenidos en la recopilación de los nueve artículos analizados, determinó que la plataforma con mayor uso, son los juegos de computadora (56%), seguido el *Nintendo Wii* (33%) y con menor porcentaje (11%) el *Xbox 360* y la *realidad virtual (VRBT)*, debido a que los programas de computadora se pueden adaptar a las necesidades del usuario y más son accesibles.

En base a las características del estudio se puede indagar que no existe suficiente información es estos dos últimos años, ya que se encontró un estudio del 2013, otro del 2014, tres artículos del 2016 y tres del 2018. Se puede observar también que la frecuencia de terapia no es específica en todos los estudios, pero se obtuvo un promedio en el cual se estimó que cada terapia es de aproximadamente treinta y dos minutos, cuatro días durante seis semanas.

Además, se pudo observar que el equilibrio dinámico tiene mayor adaptación y mejores resultados en la implementación de los videojuegos con fines terapéuticos. El equilibrio estático presenta cambios, pero no de la misma forma que el dinámico, debido que se observó que los resultados fueron dependiente del sistema sensoriomotor, ya que en el equilibrio dinámico el usuario necesita más

componentes para mantener la postura sin perder el control, como lo es la vista, el sistema vestibular y la sinergia entre músculos gravitatorios y antigravitatorios para ejecutar una acción compleja y sin colapsar perdiendo el equilibrio.

El porcentaje de cambio establecido en la evaluación de seis artículos muestra similitud en base a la intervención con videojuegos y la terapia convencional. Estos resultados nos manifiestan que al utilizar uno de las dos intervenciones se puede obtener el mismo resultado. Sin embargo, los videojuegos tienen más beneficios ya que no solo actúa en la capacidad física del usuario, sino que también en el estado anímico, lo que ofrece mejores resultados en el entorno psico-social.

## **5.2 CONCLUSIONES.**

Se establecieron nueve artículos con sus respectivos autores comprendidos desde el 2013 hasta el 2019 que incluyan un número mayor a veinte participantes, con un rango de edad desde los cinco hasta los veinte años, en donde las escalas a evaluar fueron BBS, DGI y GMFCS, mismos que nos permitieron obtener los datos relevantes para el presente estudio.

Los videojuegos más usados en el área de la terapia física son los juegos de computadora con sus diferentes modalidades y controles adaptados para usuarios con PC presentando un porcentaje del 56%, en segundo lugar, se encuentra el *Nintendo Wii* con el 33% y con menor porcentaje se ubica el *Xbox 360 with Kinect* y *Realidad virtual (VRBT)* con el 11%.

Los beneficios en el equilibrio estático fueron significativos un 18% en el uso de los videojuegos, ya que con la implementación del *Nintendo Wii*, juegos de



computador, *VRBT* y *Xbox 360*, se optimizó de forma considerable el mantenimiento de posiciones estáticas con los ojos abiertos y cerrados sin colapsar y aumentar la base de sustentación. Por otro lado, los resultados obtenidos en base al equilibrio dinámico presentan resultados favorables en un 21% al realizar desviaciones y cambios del CG durante la ejecución del videojuego.

En base a la comparación porcentual de la evaluación del equilibrio pre test y pos test mediante las diferentes escalas utilizadas (BBS, DGI, GMFCS). Se observó diferencias significativas en la mitad de los artículos, es decir, dependiendo la plataforma o el método establecido de terapia convencional se puede obtener el mismo resultado. Por otro lado, se ha evidenciado que el uso de videojuego como estrategia de tratamiento se lo puede utilizar como complemento de la terapia convencional para favorecer el tratamiento en un aspecto físico y psico-social.

### **5.3 RECOMENDACIONES.**

En base a los resultados obtenidos, se recomienda que en futuras investigaciones sobre el uso de videojuegos en Fisioterapia establezcan diferentes parámetros asociados al equilibrio, tales como: la BS, el CG, fuerza de músculos antigravitatorios y el control cefálico. Además, se debería especificar el tiempo de ejecución del videojuego durante la sesión terapéutica para obtener mejores resultados en base a la frecuencia diaria y evitar la fatiga muscular. Por otro lado, se recomienda también ampliar la investigación sobre el *Xbox 360 with Kinect* y *Realidad virtual (VRBT)* ya que en las principales bases de datos no se encuentra suficiente información relacionada con el equilibrio en usuarios con PC.

## REFERENCIAS

- Arnoni, J., Pavão, S., Dos Santos Silva, F., & Rocha, N. (2019). Effects of virtual reality in body oscillation and motor performance of children with cerebral palsy: A preliminary randomized controlled clinical trial. *Complementary Therapies in Clinical Practice*.
- Brito, J., Perrier, L., Brito, A. y Costa, M. (2018). Active videogames promotes cardiovascular benefits in young adults? Randomized controlled trial. *Revista Brasileira de CIÊNCIAS DO ESPORTE*, 40(1), 62-69.
- Byrne, R., Noritz, G., Maitre, N. y Early Developmental Group. (2017). Implementation of Early Diagnosis and Intervention Guidelines for Cerebral Palsy in a High-Risk Infant Follow-Up Clinic. *Pediatric Neurology*, 76, 66-71.
- Chiu, H., Ada, L., & Lee, H. (2014). Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(10), 1-10.
- Ferrer, M., Iñigo, V., Juste, J., Goiri, D., Sagues, A., & Cerezo, M. (2019). Revisión sistemática del tratamiento de la espasticidad en el adulto con daño cerebral adquirido. *Rehabilitación*, 54(1), 51-62.
- Forbes, P., Chen, A. y blouin, J. (2018). Sensorimotor control of standing balance. *Handbook of Clinical Neurology*, 159 (3), 61- 83.
- Gatica, V., Méndez, G., Guzman, E., Soto, A., Cartes, R., Elgueta, E. y Cofré, E. (2017). Does Nintendo Wii Balance Board Improve Standing Balance? A Randomized Controlled Trial in Children With Cerebral Palsy. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 53(4), 535-44.
- Gómez-Regueira, N., & Viñas-Diz, S. (2016). Mejora del control postural y equilibrio en la parálisis cerebral infantil: revisión sistemática. *Fisioterapia*, 38(4), 196–214.
- Graham, K., Rosenbaum, P., Paneth, N., Dan, B., Lin, J. y otros. (2016). Cerebral Palsy. *Nature Reviews Disease Primers*, 2(15082), 1-24.
- Gross, P., Gannotti, M., Bailes, A., D.Horn, S., Kean, J. y otros. (2019). Cerebral Palsy

- Research Network Clinical Registry: Methodology and Baseline Report. *Rehabilitation Research and Clinical Translatio*,. 60(3).
- Hsieh, H.-C. (2018). Effects of a Gaming Platform on Balance Training for Children With Cerebral Palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 1.
- Lerma, P., Chanaga, M., & Perdomo Urazan, D. (2019). Abordaje de un caso de parálisis cerebral espástica nivel v mediante el concepto Bobath. *Fisioterapia*, 41(4), 242-246.
- Medina, A., Kahn, I., Muñoz, P., Leyva, J., Moreno, J., & Vega, S. (2015). Neurodesarrollo infantil: características normales y signos de alarma en el niño menor de cinco años. *Revista Peruana de medicina experimental y salud Pública*, 32(3), 565-573.
- Morgan, P., & McGinley, J. L. (2018). Cerebral palsy. Balance, Gait, and Falls. *Handbook of Clinical Neurology*, 159 (3), 323–336.
- Morreale M, Marchione P, Pili A, et al. Early versus delayed rehabilitation treatment in hemiplegic patients with ischemic stroke: proprioceptive or cognitive approach?. *Europe Journal Physical Rehabilitation Medicine*. 2016;52(1):81-89.
- Novak, I.,Morgan, C., Adde, L. y otros. (2017). Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatrics*, 171(9), 897- 907.
- Preston, N., Weightman, A., Gallagher, J., Levesley, M., Mon-Williams, M., Clarke, M., & O'Connor, R. J. (2016). A pilot single-blind multicentre randomized controlled trial to evaluate the potential benefits of computer-assisted arm rehabilitation gaming technology on the arm function of children with spastic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 30(10), 1004–1015.
- Sajan, J. E., John, J. A., Grace, P., Sabu, S. S., & Tharion, G. (2016). Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: A pilot, randomized controlled trial. *Developmental Neurorehabilitation*, 20(6), 361–367.
- Schaana, C., Cureaua, F., Sbaraini, M., Sparrenberger,K., Kohl, H., y Schaan, B. (2018). Prevalence of excessive screen time and TV viewing among Brazilian adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Jornal Pediatria*, 95(2), 155-165.
- Sharan, D., & Rajkumar, J. S. (2018). Two models of virtual reality devices for therapeutics

- in persons with cerebral palsy. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61, 59–60.
- Sgandurra, G., Ferrari, A., Cossu, G., Guzzetta, A., Fogassi, L., & Cioni, G. (2013). Randomized Trial of Observation and Execution of Upper Extremity Actions Versus Action Alone in Children With Unilateral Cerebral Palsy. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 27(9), 808–815.
- Song, S., Lee, K., Jung, S., Park, S., Cho, H., & Lee, G. (2018). Effect of Horizontal Whole-Body Vibration Training on Trunk and Lower-Extremity Muscle Tone and Activation, Balance, and Gait in a Child with Cerebral Palsy. *The American journal of case reports*, 19, 1292–1300.
- Tarakci, E., Arman, N., Tarakci, D., y Kasapcopur, O. (2019). Leap Motion Controller–based training for upper extremity rehabilitation in children and adolescents with physical disabilities: A randomized controlled trial. *Journal of Hand Therapy*, 1-8.
- Tarakci, D., Avcil, E., Arman, N. y Tarakci, E. (2018). Investigation of the effectiveness of video based games on upper limb function in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60, 4–27.
- Tórtora, N. (2015). Método Perfetti para el tratamiento de la hemiplejía desde Terapia Ocupacional. *Revista electrónica de terapia ocupacional Galicia, TOG*, 1(10), 2.
- Wimalasundera, N. & Stevenson, L. (2016). Cerebral Palsy. *Practical Neurology*. 16(3), 1-11.

