

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD PROGRAMA DE MAESTRIA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN COHORTE 2021

Tema: “Entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual.”

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magíster en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético.

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de Desarrollo

Autora: Lcda. Yajaira Mishell Sánchez Sánchez

Directora: Lcda. María Augusta Latta Sánchez Mg.

Ambato – Ecuador

2023

A la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad Ciencias de la Salud. El Tribunal receptor de la Defensa del Trabajo de Titulación presidido por la *Licenciada Miriam Ivonne Fernández Nieto, Magíster*, e integrado por las señoras: *Licenciada. Grace Verónica Moscoso Córdova, Magíster*, y *Licenciada. Paola Gabriela Ortiz Villalba, Magíster* por la Unidad Académica de Titulación de Posgrado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: “***Entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante Realidad Virtual***”, elaborado y presentado por la señora *Licenciada Yajaira Mishell Sánchez Sánchez*, para optar por el Título de cuarto nivel de Magíster en Fisioterapia y Rehabilitación Mención Neuromusculoesquelético; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la Universidad Técnica de Ambato.

Lcda. Miriam Ivonne Fernández Nieto, Mg.
Presidente y Miembro del Tribunal de Defensa

Lcda. Grace Verónica Moscoso Córdova, Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

Lcda. Paola Gabriela Ortiz Villalba, Mg.
Miembro del Tribunal de Defensa

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el trabajo de Titulación presentado con el tema: ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO EN LA MARCHA DEL ADULTO MAYOR MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL, le corresponde exclusivamente a la Licenciada Yajaira Mishell Sánchez Sánchez, Autora bajo la Dirección de la Licenciada María Augusta Latta Sánchez, Magíster Directora del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.

.....

Lcda. Yajaira Mishell Sánchez Sánchez.

CC: 0250009214

AUTORA

.....

Lcda. María Augusta Latta Sánchez, Mg.

C.C. 1803625621

DIRECTORA

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.

.....
Lcda. Yajaira Mishell Sánchez Sánchez.

CC: 0250009214

AUTORA

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRAFICOS	8
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO I.....	14
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. Introducción.....	14
1.2. Justificación	14
1.3. Objetivos.....	15
CAPITULO II	16
ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	16
CAPITULO III	27
MARCO METODOLÓGICO.....	27
3.1. Ubicación.....	27
3.2. Equipos y materiales	27
3.3. Tipo de investigación.....	27
3.4. Hipótesis del estudio.....	28
3.5. Población o muestra:.....	28
3.6. Recolección de información:	28
3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico:.....	29
3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados	29
3.9 Consideraciones éticas y de género	31
CAPITULO IV	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
CAPÍTULO V	48
5.1 CONCLUSIONES	48

5.2 RECOMENDACIONES49
5.3. BIBLIOGRAFÍA.....49
5.4 ANEXOS.....55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de edad _____	33
Tabla 2. Genero _____	33
Tabla 3. Lugar de residencia _____	34
Tabla 4. Ocupación _____	34
Tabla 5. Equilibrio Inicial vs Equilibrio Final _____	35
Tabla 6. Prueba de normalidad _____	37
Tabla 7. Prueba de muestras emparejadas _____	37
Tabla 8. Marcha inicial vs Marcha final _____	38
Tabla 9. Pruebas de normalidad _____	39
Tabla 10. Prueba de muestras emparejadas _____	40
Tabla 11. Riesgo de caídas inicial vs Riesgo de caídas final _____	41
Tabla 12. Pruebas de normalidad _____	42
Tabla 13. Prueba de muestras emparejadas _____	43
Tabla 14. Evaluación Inicial vs Evaluación final _____	44
Tabla 15. Pruebas de normalidad _____	45
Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas _____	46

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1. Equilibrio inicial _____	35
Grafico 2. Equilibrio final _____	36
Grafico 3. Marcha inicial _____	38
Grafico 4. Marcha final _____	39
Grafico 5. Riesgo de caídas inicial, escala de Tinetti _____	41
Grafico 6. Riesgo de caídas final, escala de Tinetti _____	42
Grafico 7. Riesgo de caídas inicial, estación unipodal (cronometrada) _____	45
Grafico 8. Riesgo de caídas final, estación unipodal (cronometrada)_____	45

AGRADECIMIENTO

Agradezco Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para continuar con mis metas trazadas sin desfallecer, a mis padres Carmita y Napoleón, a mi hijo Emilito, a mis hermanos, tíos, abuelos, que siempre me han brindado su apoyo incondicional para poder cumplir todos mis objetivos personales y académicos. Ellos son los que con su cariño me han impulsado siempre a perseguir mis metas y nunca abandonarlas frente a las adversidades, por todo su apoyo incondicional que recibo ya que son el pilar principal para conseguir este importante logro en mi vida y seguir adelante en todo lo que me proponga alcanzar.

Mishell Sánchez

DEDICATORIA

A mi hijo Emilito, por su infinito amor, por ser mi fuente de inspiración, mi mayor tesoro, por quien siento la necesidad de luchar y superarme cada día más, hoy he dado un paso más para servirte de ejemplo, gracias a ti he decidido subir un escalón más y crecer como persona y profesional. Esperó que un día comprendas que te debo lo que soy ahora y que este logro sirva de herramienta para guiar cada uno de tus pasos.

A mi madre Carmita Sánchez, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, su amor incondicional, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, y superarme cada día.

A cada una de las personas que me han apoyado a lo largo de esta formación profesional, amigos, compañeros, docentes.

Mishell Sánchez

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
MAESTRIA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN
NEUROMUSCULOESQUELETICO

COHORTE 2021

TEMA:

ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO EN LA MARCHA DEL ADULTO MAYOR
MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL.

MODALIDAD DEL TRABAJO DE TITULACIÓN: Proyecto de Desarrollo

AUTORA: Lcda. Yajaira Mishell Sánchez Sánchez

DIRECTORA: Lcda. María Augusta Latta Sánchez Mg.

FECHA: Ocho de abril de 2023

RESUMEN

El deterioro de la capacidad física coordinativa, equilibrio y caídas son algunas de las principales causas de morbilidad y mortalidad, que pueden generar pérdida de la autonomía y perjudicar la calidad de la población adulta mayor, la realidad virtual brinda un enfoque moderno e interactivo para realizar actividad física y entrenar el equilibrio. Es por ello que este estudio tuvo como objetivo diseñar un programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante Realidad Virtual. Quince adultos mayores con un rango de edad desde 65 a 84 años pertenecientes a la unidad de atención “Dulce Hogar” de uno de los proyectos del MIES participaron, todos ejecutaron el programa mediante realidad virtual durante 14 semanas con frecuencia de 1 sesión por semana.

Los participantes fueron evaluados antes y después de la intervención mediante la escala de Tinetti y la estación unipodal (cronometrada). El número de repeticiones, dificultad y tiempo fueron incrementándose gradualmente. Se utilizó el programa SPSS para el análisis estadístico. Los resultados obtenidos confirman la hipótesis que los parámetros comprobados: equilibrio, marcha y riesgo de caídas mejoraron tras la aplicación del programa de realidad virtual

Se concluye que la Realidad Virtual aplicada en un programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor es beneficioso para el equilibrio, la ejecución de la marcha y disminuye el riesgo de caídas en el adulto mayor. Son necesarias futuras investigaciones en torno al tema para expandir su aplicación en el ámbito de la fisioterapia.

Palabras Claves: accidentes por caídas; anciano; balance; equilibrio; videojuego de ejercicio.

ABSTRACT

The deterioration of physical coordination, balance and falls are some of the main causes of morbidity and mortality, which can generate loss of autonomy and impair the quality of the elderly population, virtual reality provides a modern and interactive approach to physical activity and balance training. That is why this study aimed to design a program for balance training in the gait of older adults using Virtual Reality. Fifteen older adults with an age range from 65 to 84 years old belonging to the care unit "Dulce Hogar" of one of the MIES projects participated, all of them executed the program through virtual reality for 14 weeks with a frequency of 1 session per week.

Participants were evaluated before and after the intervention using the Tinetti scale and the unipodal station (timed). The number of repetitions, difficulty and time were gradually increased. The SPSS program was used for statistical analysis. The results obtained confirm the hypothesis that the parameters tested: balance, gait and risk of falling improved after the application of the virtual reality program.

It is concluded that Virtual Reality applied in a program for balance training in gait in the elderly is beneficial for balance, gait performance and decreases the risk of falls in the elderly. Future research on the subject is necessary to expand its application in the field of physical therapy.

Keywords: accidental falls; aged; balance; equilibrium; exergaming.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

El deterioro de la capacidad física coordinativa, equilibrio y caídas son algunas de las principales causas de morbilidad y mortalidad, que pueden tener repercusiones sociales, psicológicas, y físicas como fracturas, politraumatismos generando así pérdida de la autonomía y perjudicando a la calidad de la población adulta mayor (1).

En América Latina un tercio de los Adultos Mayores (AM) tiene alta probabilidad de sufrir una caída cada año (2). En el Ecuador la encuesta de salud, bienestar y envejecimiento concluyó que un 37% de los AM sufrieron caídas en el último año (3). En la Provincia de Bolívar no se encontraron datos oficiales en cuanto al índice de caídas en los mismos, sin embargo, en el grupo de estudio se evidenció un riesgo de caídas en el 65% de los usuarios.

En este contexto es importante seguir investigando alternativas terapéuticas que permitan influir en la pérdida del equilibrio en el AM, es por ello que este estudio tuvo como objetivo diseñar un programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante Realidad Virtual (RV), que brinda un enfoque innovador para realizar actividad física y entrenar el equilibrio.

1.2. Justificación

Este estudio tendrá un impacto positivo en el mejoramiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor, siendo un porcentaje considerable y creciente de esta población a nivel nacional, este programa dará la oportunidad de crear alternativas terapéuticas enfocadas en lograr un envejecimiento digno encaminado a mejorar la calidad de vida, por tanto, este estudio evidentemente tiene una relevancia social.

El proyecto fue viable ya que la investigadora a cargo trabaja de forma directa y única con la población en estudio, existe disponibilidad de recursos humanos, materiales, así como económicos para adquirir los equipos y materiales necesarios para el desarrollo del mismo.

La investigación busca aportar datos relevantes a investigaciones ya existentes y así generar un mayor impacto en cuanto al uso de realidad virtual en adultos mayores, así como crear antecedentes teóricos para futuras investigaciones. Siendo una investigación innovadora que casi no se emplea a nivel nacional ni en la población en mención.

Por otra parte, tiene valor metodológico ya que los ejercicios, fases y duración del programa fueron diseñados en base a investigaciones existentes, pero es una intervención original para la población adulta mayor.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Diseñar un programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual.

1.3.2. Específicos

- Evaluar el equilibrio en la marcha de los adultos mayores de la unidad de atención “Dulce Hogar”.
- Aplicar el programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual.
- Reevaluar el equilibrio en la marcha de los adultos mayores, posterior a la aplicación del programa.

CAPITULO II

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

El envejecimiento es la suma de cambios morfológicos y fisiológicos que se acumulan gradualmente en el individuo con el transcurso del tiempo y eleva las posibilidades de generar enfermedades (4). Las variaciones en los sistemas corporales actúan en el equilibrio del AM que está altamente relacionado con el aumento de caídas en los mismos, en relación a esto es fundamental intervenir en el equilibrio de este grupo etario con la finalidad de conservar su funcionalidad e independencia para desempeñar las actividades de la vida diaria (5).

Abreus et al. (6) realizaron un estudio mediante una revisión sistemática el cual tuvo la finalidad de valorar las formas de abordaje de la capacidad física coordinativa equilibrio, en los adultos mayores. Revisión sistemática mediante búsqueda electrónica en Scopus, EMBASE/Excerpta Médica, Latindex, IBECs, MEDLINE, PudMed, ScienceDirect y SciELO, los descriptores analizados fueron: deterioro de capacidad equilibrio, capacidad equilibrio, adultos mayores, balance capacidad perjudicad. Fueron 2077 artículos utilizados para la búsqueda, se revisó los títulos, resúmenes para verificar el uso de los descriptores señalados, criterios de inclusión y exclusión siendo seleccionados únicamente 9 artículos. De los cuales más del 85 % están actualizados ya que cinco estudios fueron realizados durante los tres últimos años, tres durante los cinco y uno hace ocho años, el 80 % son diseños experimentales con rigor en el procesamiento estadístico, cuya muestra fue mayores de 60 años, los objetivos y resultados estaban relacionados con la capacidad física coordinativa equilibrio. Sin embargo fueron insuficientes los estudios que abordan la evaluación y tratamiento de la capacidad física coordinativa equilibrio ya que, se evidencio que solo un estudio tenía como finalidad la evaluación funcional de los AM de un consultorio lo cual no estaba relacionado con el objetivo de la investigación (6).

Chalapud et al. (7) en su investigación sobre actividad física para mejorar fuerza y equilibrio en el adulto mayor tenían como objetivo determinar la efectividad de un programa de actividad física, para mejorar la fuerza de miembros inferiores y el equilibrio en las personas de la tercera edad. Fue un estudio cuasi-experimental de tipo longitudinal, la población de estudio fueron 57 individuos mayores de 60 años, a los cuales se les aplicó una evaluación inicial, final de equilibrio y fuerza, y un programa de actividad física de 4 meses de duración, que se ejecutó 2 veces por semana, mediante sesiones grupales que duraban 120 minutos, los ejercicios realizados fueron de postura, propiocepción, equilibrio y fuerza muscular, cuya intensidad fue entre el 54% al 75% de la frecuencia cardíaca máxima. Este estudio comprobó que la actividad física es efectiva para mejorar el equilibrio y la fuerza muscular de miembros inferiores, siendo una estrategia adecuada para preservar la independencia y funcionalidad de los AM (7).

Castellanos et al. (8) desarrollaron una investigación sobre prescripción del ejercicio físico desde la realidad virtual semi-inmersiva, alternativa en los procesos de rehabilitación funcional para el adulto mayor, en la cual tenían con fin indagar y desarrollar una propuesta sobre la prescripción del ejercicio óptima para el AM. Revisión bibliográfica cuantitativa, fueron seleccionados estudios desde el 2011 hasta el 2020, se tomaron en cuenta los criterios de inclusión: intensidad, frecuencia, tiempo, tipos de juegos y resultados. En este contexto fueron elegidos 40 artículos, con los cuales se evidenció la prescripción del ejercicio en RV en adultos mayores. Es por ello que los autores concluyeron que la prescripción del ejercicio en la realidad virtual se puede realizar mediante sesiones de trabajo que duren entre 30 a 50 minutos, con frecuencia semanal de 3 a 5 veces por semana, se plantea ejecutar 3 a 5 series de 8 a 20 repeticiones con una intensidad inicial del 30% hasta un 75% de la frecuencia cardíaca máxima (8).

En la rehabilitación del AM uno de los principales enfoques es desacelerar los procesos involutivos y en medida de lo posible mejorar su condición física y mental, para ello se ha evidenciado que los ejercicios orientados a la función disminuyen el riesgo de caídas, mejorando parámetros del equilibrio, marcha y fuerza muscular en

miembros inferiores. Por tanto, es imprescindible que no solo se empleen protocolos tradicionales para realizar actividad física sino también las modernas formas interactivas basadas en RV (9). Siendo la Realidad Virtual la representación de un entorno de apariencia real que da la impresión de estar inmerso en él, generado por una computadora y que mediante el uso sensores y actuadores envían y reciben información, los estímulos visuales y auditivos, permiten mantener la atención y motivación constante al momento de realizar los ejercicios (10). En base a ello Kamińska et al. (9) en su estudio tuvieron como finalidad evaluar la efectividad del entrenamiento de RV utilizando el “Xbox 360 Kinect” en el contexto de la reducción del riesgo de caídas entre las personas mayores. Estudio experimental, en el que participaron 23 individuos siendo 19 mujeres y 4 hombres, el entrenamiento de realidad virtual fue de 30 días utilizando una Xbox 360 Kinect, 3 veces por semana durante 30 minutos. Los autores concluyen que el entrenamiento basado en RV aumenta las posibilidades del entrenamiento motor, ayudar a reducir el riesgo de caídas al mejorar el equilibrio estático y dinámico (9).

Ku et al. (11) en su estudio evaluaron la eficiencia clínica de un sistema de realidad aumentada interactiva tridimensional (3D-ARS) para la rehabilitación del equilibrio y la movilidad, mismo que se usó para entrenar a los participantes con un ejercicio de equilibrio interactivo en 3D realista, evaluar los parámetros de movimiento y los ángulos de las articulaciones mediante el uso de un sistema de sensor cinético. Ensayo controlado aleatorio en el que se reclutaron 36 participantes con edad de 56-76 años. El grupo de control con 18 participantes se sometió a un programa de acondicionamiento físico convencional, como fortalecimiento de las extremidades inferiores y entrenamiento del equilibrio, tres veces por semana durante 1 mes. El grupo experimental con 18 participantes realizó el entrenamiento 3D-ARS tres veces por semana durante 1 mes, las sesiones duraban de 30 minutos. Los autores concluyeron que se produjeron mejoras generales en el índice de estabilidad, el índice de distribución del peso, el índice de riesgo de caídas y el índice de transformaciones de Fourier de la posturografía para ambos grupos. Sin embargo, los cambios en la puntuación fueron significativamente mayores en el grupo 3D-ARS, demostrando así

que este sistema puede mejorar el equilibrio en las personas mayores de manera más efectiva (11).

Mascaret et al (12) en su investigación sobre la aceptación de un casco de realidad virtual diseñado para la prevención de caídas en adultos mayores, cuya finalidad era evaluar las actitudes de los adultos mayores hacia la Realidad Virtual Inmersiva (RVI). Estudio experimental en el que se evaluó la actitud inicial de la RVI en 76 AM con edades entre 57 y 94 años de los cuales la mitad de los participantes se asignaron al grupo RVI y la otra mitad se asignó al grupo de control, los participantes nunca antes habían usado la realidad virtual. Los resultados del estudio evidenciaron que las actitudes de los AM se volvieron más positivas después de una primera exposición a RVI, mientras que las actitudes se mantuvieron estables en un grupo de participantes que vieron videos de lapso de tiempo en una computadora portátil estándar. Por ende, se concluyó que la contribución de las aplicaciones de RV a la salud de los adultos mayores no se verá obstaculizada por actitudes negativas ni por ciberenfermedad (12).

Labra et al. (13) estudiaron el efecto de un programa de “exergames” en el equilibrio y la movilidad funcional de personas mayores, debido a la popularidad que han ganado como herramientas para mejorar el equilibrio y la movilidad funcional. Fue un estudio piloto, cuantitativo, pre test-post test de un grupo de cinco personas 3 mujeres y 2 hombres de edades entre 65 a 84 años, independientes y que no presentaban señales de deterioro cognitivo, los cuales completaron un programa de 24 sesiones, tres veces por semana. Las pruebas clínicas escala de balance de Berg, prueba de alcance funcional, estación de apoyo unipodal y Short Physical Performance Battery fueron utilizadas antes y después del desarrollo del programa para medir el equilibrio y la movilidad funcional. Los participantes del programa mostraron una diferencia significativa en todas las pruebas clínicas, por ello los autores concluyeron que el programa mejoró el equilibrio y movilidad funcional (13).

Hernández et al. (14) analizaron los efectos del entrenamiento con Xbox Kinect sobre la movilidad funcional en adultos mayores, debido a que los video juegos han mostrado mayor adherencia en las terapias y mejoras en parámetros de funcionalidad

como el equilibrio, movilidad y calidad de vida en este grupo etario. Búsqueda bibliográfica sistemática en PUBMED, se seleccionaron nueve estudios cuantitativos clínicos experimentales en inglés realizados entre los años 2013 a 2017, en los cuales analizaron los resultados de las intervenciones con Xbox Kinect. Los estudios revelaron la gran variedad de tiempos, que cada estudio empleo en cuanto a la duración de la intervención sin embargo se evidenciaron cambios favorables en cuanto a el entrenamiento con consola Xbox Kinect ya que aumentó la fuerza muscular, mejoro el equilibrio, movilidad funcional, función cognitiva, propiocepción de rodilla y calidad de vida en adultos mayores. Por tanto, el entrenamiento con consola Xbox Kinect en AM tiene influencia directa en la independencia funcional y calidad de vida de los mismos. (14)

Almaraz et al. (15) analizaron los efectos del sistema de realidad virtual IREX en la capacidad funcional de adultos mayores de 65-75 años de edad, siendo las caídas en los AM una problemática de salud pública. Estudio clínico, de tipo longitudinal con diseño cuasiexperimental, pre test-post test, mediante colaboración de 15 AM. La intervención tuvo una duración de 18 sesiones, durante 6 semanas, 3 sesiones a la semana. Cada sesión fue basada en favorecer la capacidad funcional y equilibrio, empleando 6 programas terapéuticos diferentes con una duración de 5 minutos cada uno y con descansos de 2 minutos, siendo un total de 40 minutos por sesión. Según el análisis de resultados todos los participantes del estudio aumentaron su calidad de vida en un porcentaje considerable, cumpliendo así con el objetivo del estudio, además cabe señalar que doce de los quince sujetos se encuentran en los percentiles altos en relación a las evaluaciones aplicadas. En relación a ello el uso de la realidad virtual IREX supone ser un procedimiento terapéutico con efectos que benefician a la capacidad funcional de los AM, ya que estos programas generan un ambiente amigable y lúdico, de aprendizaje intuitivo y autodidacta en donde los participantes generaron una retroalimentación positiva mediante ensayo-error (15).

Campo et al. (16) en su estudio de Realidad Virtual Inmersiva (RVI) en personas mayores, analizaron la seguridad, usabilidad y experiencias de la RVI en este grupo etario, siendo que el uso de la RVI ha sido implementado en el ámbito médico y

rehabilitador. Estudio de casos, mediante la participación de 4 sujetos, dos sanos y dos con diagnóstico comprobado de Parkinson, con rango de edad de 57 a 78 años. Los sujetos participaron de una sesión individualizada y guiada, en la cual usaron la RVI durante 10 a 15 minutos. La sesión estaba conformada por una parte basada en la experiencia y otra parte interactiva con un juego en el que era necesario el movimiento de cabeza, tronco, miembros superiores e inferiores mismos que deben ser coordinados. Se evaluó la seguridad de la experiencia inmersiva (SSQ), usabilidad del sistema (SUS) e impresiones tras la experiencia (GEQ) y un cuestionario de satisfacción ad hoc para identificar fortalezas y puntos débiles de la herramienta. En el análisis de resultados se describe que todos los sujetos completaron la sesión sin mostrar efectos adversos, los ítems del SSQ fueron inexistentes, la usabilidad del sistema fue calificada como buena, las experiencias personales valoradas con el GEQ-post game, expusieron altas puntuaciones, las respuestas del cuestionario de satisfacción ad hoc fueron positivas. Según los hallazgos obtenidos en este estudio los autores señalan que los dispositivos comerciales actuales parecen garantizar la seguridad y factibilidad de las exposiciones a RVI, en AM con igual rango de edad, como también en AM con Enfermedad de Parkinson (16).

Yang et al. (17) realizaron una investigación con la finalidad de probar si el entrenamiento del equilibrio mediante realidad virtual en el hogar es más efectivo que el entrenamiento de equilibrio en el hogar convencional para mejorar el equilibrio, caminar y la calidad de vida en pacientes con Enfermedad de Parkinson (EP). El ensayo controlado aleatorio reclutó a 23 individuos con EP idiopática, los cuales participaron de doce sesiones de entrenamiento con duración de 50 minutos durante seis semanas. El grupo experimental de 11 individuos participó en el sistema de entrenamiento de equilibrio de realidad virtual. El grupo de control de 12 individuos fueron entrenados por un fisioterapeuta autorizado. Se realizaron las evaluaciones en la semana 0, 6 y 8, incluyeron la escala de equilibrio de Berg, el Dynamic Gait Index, la prueba Up-and-Go cronometrada, el cuestionario de la EP y la puntuación motora de la escala unificada de calificación de la EP. Los resultados de los grupos experimental y de control, mostraron un mejor desempeño en las evaluaciones, pero no se

encontraron diferencias sustanciales entre los dos grupos. En este contexto se concluyó que las dos opciones de entrenamiento fueron equivalentemente efectivas para mejorar el equilibrio, la marcha y la calidad de vida en los participantes (17).

Fernandes et al. (18) realizaron un estudio de la influencia del Nintendo Wii sobre el equilibrio de adultos mayores con EP, siendo la inestabilidad postural una manifestación clínica tardía que presentan los individuos con EP que causan inseguridad en los mismos. Debido a los avances tecnológicos el Nintendo Wii se ha destacado en el área de la salud como una nueva forma de tratamiento con RV. Estudio de caso experimental mediante relato de caso, pre y post test en el que participaron dos sujetos con EP de los cuales uno fue intervenido mediante fisioterapia convencional y otro mediante entrenamiento con Nintendo Wii. Los resultados del estudio sugieren que el entrenamiento con Nintendo Wii puede contribuir a la mejoría del equilibrio en sujetos con EP, sin embargo señalan que es necesario realizar más estudios con rigor metodológico que permitan comprobar la eficacia de esta forma de tratamiento fisioterapéutico (18).

Vries et al. (19) investigaron sobre el entrenamiento de equilibrio de realidad virtual para personas mayores, con el objetivo de evaluar en qué medida dos juegos de esquí similares desafían el equilibrio, como se refleja en los movimientos del centro de masa (COM) en relación con sus límites funcionales de estabilidad (FLOS). Estudio experimental para el que fueron seleccionados 30 adultos jóvenes con edades de 18 a 35 años y 30 AM sanos con más de 65 años. Los participantes ejecutaron dos juegos de esquí, uno en la Wii Balance board (Wiiski), que utiliza una placa de fuerza, y otro con el sensor Kinect (Kinski), que realiza el seguimiento del movimiento. Se obtuvieron FLOS para ocho direcciones. La influencia de los juegos y las pruebas en el desplazamiento de COM en cada una de las ocho direcciones y la velocidad máxima de COM se probaron con ecuaciones estimadas generalizadas. En el análisis de resultados los participantes mostraron desplazamientos máximos de %FLOS evidentemente mayores durante el juego de Kinski, que durante el juego de Wiiski. Por otro lado, el desplazamiento máximo de COM y la velocidad de COM en Kinski se mantuvieron iguales o aumentaron durante las pruebas, en cambio con Wiiski

disminuyeron. Los autores manifiestan que el juego Kinski provocó desplazamientos COM más grandes que el juego Wiiski. En referencia a ello recomiendan Kinski con un controlador que use cinemática en lugar de Wiiski que use COP (19).

Guzmán et al. (20) estudiaron los efectos del entrenamiento del balance a través de RV en un sujeto con Mielomeningocele, pues la RV ofrece un ambiente de rehabilitación lúdico y seguro que permite controlar e individualizar la administración del tratamiento, teniendo como aliado los efectos de la retroalimentación sensorial. Reporte de caso, con diseño descriptivo, longitudinal y semi-experimental, ejecutado en un individuo diagnosticado con mielomeningocele, secuela de lesión medular incompleta L5-S1. El entrenamiento fue ejecutado mediante RV, tuvo una duración de 6 semanas, se aplicaba 3 veces por semana durante 20 minutos. Se utilizó la consola Nintendo Wii y su periférico Balance Board. El individuo fue evaluado en posición sentado en condiciones de ojos abiertos (OA) y ojos cerrados (OC) sobre la plataforma previo a la intervención, al final de cada una de las semanas de intervención y 4 semanas después de la finalización del entrenamiento. Cada evaluación posturográfica fue repetida 3 veces y el promedio de ellas utilizado en la descripción de los datos. Los resultados del entrenamiento a través de RV señalan que existió un efecto favorable en el balance del sujeto en estudio. Finalmente, los autores concluyeron que un protocolo de entrenamiento a través de RV con objetivos, duración y frecuencia claramente definidos mejora el balance y control postural en un sujeto con mielomeningocele (20).

Villada et al. (21) realizaron un diseño contextual para la creación de videojuego basado en RV usado en terapia de rehabilitación física en personas con accidente cerebrovascular. Este trabajo permitió una aproximación con respecto a gustos, experiencias, motivaciones y enfoques de esta población utilizando juegos tradicionales, los videojuegos y los sistemas de RV. El diseño contextual se enfoca en el usuario, con el cual se puede entender su entorno de trabajo, así como las necesidades que tendrán que cumplir los sistemas interactivos. En el artículo se describe los pasos a seguir para el proceso de diseño de Personas (o arquetipos) en un grupo de 25 participantes con ACV (Accidente Cerebro Vascular) de diferentes

edades. Información que fue conseguida de entrevistas contextuales y de encuestas de experiencia de juego, lo cual permitió una interpretación más homogénea de los gustos, las limitaciones y las motivaciones de los participantes. Se generaron 4 perfiles de usuario que fueron usados para la creación de un videojuego serio usando RV, que sea un apoyo terapéutico de individuos que han sufrido ACV. Finalmente, este estudio exhibe el diseño preliminar del videojuego y la importancia de la información del modelo de usuario en la creación del mismo (21).

Vilageliu et al (22), indagaron sobre el uso de la realidad virtual inmersiva en la rehabilitación cognitiva de pacientes con daño cerebral, con la finalidad de describir las características, la calidad metodológica y los principales resultados de los estudios que han aplicado programas de RVI en la rehabilitación cognitiva de pacientes con daño cerebral. Revisión sistemática a través de la selección de artículos que coincidan con el objetivo del estudio, la búsqueda se generó empelando las bases de datos PubMed y PsycINFO, se realizó sin fecha límite de partida y se extendió hasta marzo de 2021, los artículos cumplieron los criterios de selección mediante la escala PEDro. Fueron seleccionados 369 artículos que estaban relacionados con los criterios de búsqueda, sin embargo, solo 5 cumplieron con los criterios de inclusión y fueron sometidos a lectura y análisis. Los autores concluyeron que no existen suficientes evidencias de la eficacia ni de la utilidad de la RVI en la rehabilitación cognitiva en pacientes con daño cerebral. Dado que se evidencio la falta de estudios con un diseño metodológico que permitan crear evidencias de calidad y no porque los resultados obtenidos en los artículos analizados sean negativos o no concluyentes (22).

Chen et al. (23) en su artículo sobre el uso de rehabilitación basada en RV en AM sarcopénicos en establecimientos de salud rurales, señalan que los AM presentan alto riesgo potencial de caídas es necesario supervisar la RV totalmente inmersiva. Estudio cuasi-experimental, de un solo grupo, antes y después de la prueba que evalúa la efectividad clínica del entrenamiento de fuerza progresivo basado en RV entre residentes mayores de 60 años con sarcopenia en centros de atención rural, siendo 30 sujetos los que participaron. El programa duro 12 semanas con una frecuencia de dos veces por semana, 30 a 40 minutos por sesión. El software utilizado en VR-REH

contenía cuatro juegos de RV comercializados, los participantes recibieron 5 minutos de ejercicios de calentamiento y enfriamiento antes y después del programa, los juegos tenían una duración de 6 minutos con descansos de 1 a 2 minutos entre los mismos. Los autores concluyeron que el entrenamiento de resistencia progresivo basado en realidad virtual es parcialmente efectivo en AM con sarcopenia (23).

Thapa et al. (24) investigaron el efecto de un programa de intervención basado en realidad virtual sobre la cognición en adultos mayores con Deterioro Cognitivo Leve (DCL), con el objetivo de investigar la asociación entre un programa de intervención de RV y las funciones cognitivas, cerebrales y físicas en adultos mayores de alto riesgo. Ensayo controlado aleatorio, en el que participaron 68 sujetos con DCL, neuropsicólogos aplicaron las evaluaciones con métodos estandarizados, incluyendo el Mini-Examen del Estado Mental (MMSE) y la función cognitiva frontal: prueba de creación de senderos (TMT) A y B, y prueba de sustitución de dígitos con símbolos (SDST). Además, se realizó el electroencefalograma (EEG) en reposo, se midió en condiciones de ojos abiertos y ojos cerrados durante 5 minutos cada uno. El programa tuvo una frecuencia de 3 veces por semana con duración de 100 min cada sesión. El análisis de los resultados reveló que el grupo de intervención presentó una función ejecutiva y una función cerebral sustancialmente mejoradas en reposo. Igualmente, la velocidad de la marcha y la movilidad mejoraron sustancialmente entre y después del seguimiento. En definitiva, el programa de entrenamiento basado en RV mejoró las funciones cognitivas y físicas en sujetos con deterioro cognitivo leve (24).

Huang (25), en su estudio sobre las funciones ejecutivas de exergaming para el entrenamiento cognitivo inmersivo basado en realidad virtual para adultos mayores, investigaciones anteriores que sugieren que tanto el uso de exergaming y de RV podrían mejorar las funciones ejecutivas en AM. Estudio experimental, en el que participaron 33 sujetos con más de 50 años, ejecutaron un programa de entrenamiento de 4 semanas y fueron asignados aleatoriamente a RVI y RV no inmersiva para jugar un exergame durante 8 sesiones en 4 semanas. Los resultados determinaron un efecto significativo de la RVI, lo cual revela que la experiencia inmersiva de los exergaming provocaría la sensación de presencia, que aporta para mejorar el rendimiento

cognitivo en la inhibición y el cambio de tareas, con lo que se exhibe las posibilidades de aplicar las tecnologías de RVI a los exergaming, para extender los beneficios cognitivos y en la actividad física para personas de 50 años o más (25).

Martínez (26) analizó los sistemas de RV utilizados como tratamiento en pacientes de ambos sexos mayores a 40 años con la Enfermedad de Alzheimer EA en etapa temprana o DCL, analizando su efectividad desde la evidencia científica actual, ya que la RV está en miras de ser en una herramienta significativa en el tratamiento clínico. Revisión sistemática de literatura, mediante el uso de las bases de datos Pubmed de MEDLINE, Web of Science y Medigraphic, se incluyeron artículos desde el inicio hasta enero del 2022, tras la eliminación de duplicados y aplicación de criterios de exclusión a los mismos fueron considerados 25 para el análisis de este estudio. En el análisis de resultados el autor señala que ningún artículo mostró inconvenientes significativos en relación a la tolerabilidad de la RV en los participantes con EA y DCL durante el tratamiento. Finalmente, todos los artículos exhiben avances significativos dentro de las aplicaciones de tratamiento mediante RV para el grupo de estudio, a pesar de no presentar una cura definitiva para la EA (26).

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

El proyecto de desarrollo se ejecutó en la Zona 5, provincia Bolívar, cantón San Miguel, sector urbano y rural, siendo las vías de acceso regulares e irregulares respectivamente, se aplicó el programa en la unidad de atención “Dulce Hogar” que brinda atención domiciliaria mediante el servicio extramural a adultos mayores con quintil de pobreza y extrema pobreza, a través del proyecto “Envejeciendo Juntos” mediante un convenio firmado por el MIES y la Fundación de Asistencia Social y Económica “Semillas de Vida”.

3.2. Equipos y materiales

Se empleó para la evaluación inicial y final la escala de Tinetti (27), para evaluar el riesgo de caídas, la estación unipodal (cronometrada) (28), que valoro la estabilidad postural y el riesgo de caídas. Además, se utilizó la historia clínica del Ministerio de Salud Pública (MSP) Ecuador (29), para recolectar los datos sociodemográficos. Se utilizaron materiales de oficina como hojas de papel bond, lápices, borrador esferos de color azul.

Para el diseño del programa de realidad virtual se utilizó la consola doméstica de Nintendo Wii modelo RVL-001, que cuenta con una serie de juegos basados en el mejoramiento de las capacidades físicas y mediante el dispositivo periférico Wii Balance Board, que tiene en su interior sensores de presión, es posible medir el peso y la posición del centro de gravedad del participante, la plataforma de balance funciona con el software Wii Fit el cual guarda la información captada por el participante (30). El personaje virtual proporciona retroalimentación visual y auditiva inmediata lo que permite a los participantes ajustar sus propios movimientos de acuerdo con la retroalimentación en tiempo real (31), mediante el sistema Wii Fit se han realizado diversos programas para mejorar el equilibrio en el adulto mayor (32), (33), (19).

3.3. Tipo de investigación

Estudio de tipo descriptivo, con enfoque cuantitativo, de corte longitudinal para

medir de forma numérica, precisa las evaluaciones iniciales y finales que se realizaron en los participantes.

3.4.Hipótesis del estudio

¿La realidad virtual es beneficiosa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor?

3.5.Población o muestra:

La población fue de 15 adultos mayores que son parte de la unidad de atención “Dulce Hogar”. Los criterios de inclusión fueron:

Criterios de exclusión e inclusión.

Criterios de inclusión

- Individuos de ambos sexos con un rango de edad de 65 a 84 años, que aceptaron participar en la investigación.
- Sujetos que hayan firmado el consentimiento informado.
- Sujetos con historial de riesgo de caída por el deterioro de las funciones físicas a causa del envejecimiento.

Criterios de exclusión

- Individuos que no comprendan el lenguaje español al 100%.
- Sujetos que presenten síndromes vestibulares comprobados.
- Individuos que usen dispositivos de apoyo.
- Sujetos con deterioro cognitivo severo.
- Individuos con alteraciones visuales o auditivas.
- Sujetos con patologías neurológicas.

3.6. Recolección de información:

Como método diagnóstico se empleó la escala de Tinetti, estación unipodal (cronometrada) para realizar la evaluación inicial/final en el equilibrio y riesgo de caídas de los participantes, se emplearon 20 minutos para la aplicación de las dos

escalas.

Escala de Tinetti evalúa la movilidad del adulto mayor, esta compuesta por 9 ítems de equilibrio y 7 de marcha, mismos que se califican con 0 = anormal, 1 = adaptativa y 2 = normal. El puntaje total es de 28 siendo en el apartado del equilibrio 16 y en el de la marcha 12, se considera alto riesgo de caídas: menos de 19 puntos; riesgo de caídas: de 19 a 23 puntos, y bajo o leve riesgo de caídas: de 24 a 28 puntos (34). La escala ha demostrado ser una herramienta válida y confiable para la evaluación de la movilidad (r 0.74-0.93), además tiene una alta fiabilidad inter - (0.95) observador.(35)

Estación unipodal (cronometrada) valora el centro de gravedad del individuo y sus desplazamientos en posición estática, se da las indicaciones al AM para que cruce los brazos sobre el tórax, apoye las manos en los hombros y realice triple-flexión de una pierna en 90° , deberá mantenerse la mayor cantidad de tiempo posible sobre un pie, con un máximo de 30 segundos (seg), se repetirá el procedimiento tres veces, considerando el mejor tiempo obtenido. Se asume, que un AM presenta alto riesgo de caídas al no mantener la posición ≥ 5 seg (36). En relación a la confiabilidad inter e intraobservador existen valores de consistencia interna de 0,989-0,996(37).

3.7. Procesamiento de la información y análisis estadístico:

Para analizar los resultados se utilizó el sistema informático SPSS versión 22 para Windows en español, las decisiones estadísticas se tomaron a un nivel de significancia del 0.5. La estadística utilizada fue descriptiva univariada para las variables sociodemográficas (edad, sexo, ocupación). La constatación de la hipótesis se realizó mediante la prueba de normalidad, tomando en cuenta que son 15 participantes se usó la prueba de Shapiro-Wilk para analizar la distribución normal de las evaluaciones iniciales y finales dando como resultado $p > 0.5$, por tanto, se confirma que la distribución de los datos analizados cumple el supuesto de normalidad, por ende se aplicó la prueba paramétrica T de student para muestras relacionadas, cuyos resultados serán presentados en tablas estadísticas con sus respectivos análisis.

3.8. Variables respuesta o resultados alcanzados

Variables Sociodemográficas:

- **Edad:** el trabajo investigativo se desarrolló en adultos mayores de 65 a 84 años, clasificándolos según el rango de edad siendo de 65 a 74 y de 75 a 84.
- **Sexo:** fueron tomados en cuenta hombres y mujeres para participar en la investigación.
- **Lugar de Residencia:** los domicilios de los participantes se encuentran en el sector urbano y rural.
- **Ocupación:** dentro de las actividades que son realizadas por la población de estudio se mencionan: ama de casa y agricultor/a.

Variables de la Investigación

Variables dependientes

- **Adultos mayores:** se analizaron cuantitativamente el número de adultos mayores que participaron agrupándolos por grupos de edad, género, lugar de residencia y ocupación.
- **Equilibrio:** en la escala de Tinetti se analizó por separado el equilibrio y la marcha y el riesgo de caídas inicial, final, en la estación unipodal (cronometrada) el riesgo de caídas inicial y final.

Variable independiente

- **Programa de intervención mediante realidad virtual:** está dirigido a adultos mayores por lo cual no se utilizó un lenguaje técnico para describir las indicaciones de cada ejercicio; el espacio físico fue amplio, estable, con instalaciones eléctricas; el participante porto ropa y calzado cómodos. Fue realizado mediante el programa que se detalla en el anexo 5, se ejecutó por fases como se detalla a continuación:

Fase inicial: se realizó la firma de consentimiento informado (anexo 1), toma de datos para la historia clínica del MSP Ecuador (anexo 2) y la evaluación

inicial con la escala de Tinetti (anexo 3) y Estación unipodal (cronometrada) (anexo 4) en la semana 1.

Fase 1: fue de la semana 2 a la 7 en las cuales se realizó una serie de cada ejercicio propuesto, siendo 11 minutos la ejecución total del programa en esta fase.

Fase 2: se desarrolló de la semana 8 a la 11 en las cuales se ejecutaron dos series de cada ejercicio propuesto, excepto el ejercicio número 8 que se mantuvo en una serie, aumentado de esta manera progresivamente el tiempo de la ejecución total del programa siendo 20 minutos.

Fase 3: fue de la semana 12 a la 15 en las cuales se efectuaron tres series de cada ejercicio propuesto, excepto en los ejercicios 4 y 5 en los cuales se realizaron cuatro series y el ejercicio 8 que fue de una serie, terminando así la ejecución del programa con un tiempo de 30 minutos.

Fase final: se realizó la evaluación final con la escala de Tinetti y Estación unipodal (cronometrada) en la semana 16.

3.9 Consideraciones éticas y de género

La investigación actual fue aprobada, por el Comité de Ética para Investigación en Seres Humanos de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Técnica de Ambato con el código 046-CEISH-UTA-2023 en donde se concluye que la investigación cumple con todos los requerimientos éticos, metodológicos y jurídicos establecidos por el reglamento del Comité.

En la Sección IX derecho al consentimiento previo, libre e informado Art. 35.- determina que “Las personas adultas mayores, tienen derecho a dar su consentimiento previo, libre e informado, sobre cualquier decisión que esté relacionada o pueda afectar sus intereses o derechos” (38). Además, el Art. 36.-

señala que “La transmisión de esta información se hará siempre atendiendo a sus necesidades comunicacionales de manera comprensible, en el idioma según la identidad cultural de la persona adulta mayor y si se requiere de los servicios de un o una traductora para tal fin” (36). El Art. 37.- determina que, “El consentimiento de la persona adulta mayor, después de haber recibido la información, será registrada en un documento en cual se reconozca que recibió la misma en forma previa, completa y que ésta fue comprendida en todas sus dimensiones, manifestando su decisión ante la autoridad competente” (38). La presente investigación tiene una probabilidad mínima de riesgo, ya que el programa de ejercicios que se empleará muestra en su evidencia científica que no existe peligro, además de que se ha aplicado en niños, jóvenes adultos, adultos mayores y en el ámbito de la fisioterapia neurología sin evidenciar repercusiones en la salud de los participantes.

El consentimiento informado fue elaborado en el margen del respeto a las creencias ancestrales, culturales, bajo las normas de la moral, la ética y tiene la finalidad de responder a interrogantes tales como: para que se realiza el estudio, el tiempo que durara, cuales son los riesgos de los participantes, beneficios de los participantes, etc. Brindar esta información detallada permitirá a los adultos mayores pertenecientes a la unidad de atención “Dulce Hogar” decidir de manera libre y voluntaria la participación en el proyecto de desarrollo.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Información sociodemográfica

En esta investigación se analizaron 4 importantes datos sociodemográficos que detallan a continuación:

Se trabajó con una población cuya edad mínima es de 65 y la máxima 84 años, están distribuidos por rangos edad: de 65 a 74 años en este se encuentran 9 adultos mayores que representan el 60,0% y de 75 a 84 años se evidencio a 6 adultos mayores que representan el 40,0%. (Tabla 1)

Tabla 1. Rango de edad

	Frecuencia	Porcentaje (%)
65 a 74 años	9	60,0
75 a 84 años	6	40,0
Total	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Historia clínica

El género femenino fue de 10 participantes que corresponde al 66,7% y 5 participantes masculinos que corresponden al 33,3% de la población total. (Tabla 2)

Tabla 2. Genero

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Femenino	10	66,7
Masculino	5	33,3
Total	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Historia clínica

El estudio se realizó en el sector urbano y rural, 5 de los participantes viven el sector rural que corresponde al 33,3% y 10 de los participantes viven en el sector urbano que corresponde al 66,7%. (Tabla 3)

Tabla 3. Lugar de residencia

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sector rural	5	33,3

Sector urbano	10	66,7
Total	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Historia clínica

De acuerdo a la ocupación, 5 de los participantes que representa el 33,3% son amas de casa y 10 de los participantes que representa el 66,7% son agricultores. (Tabla 4)

Tabla 4. Ocupación

	Frecuencia	Porcentaje (%)
Agricultor	5	33,3
Ama de casa	10	66,7
Total	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Historia clínica

4.1.2. Escala de Tinetti

Mediante la escala de Tinetti que presenta criterios de puntuación cuantitativos, se evaluaron los apartados de equilibrio, marcha y riesgo de caídas por separado.

- **Equilibrio**

En el apartado de equilibrio se muestra inicialmente a, 2 adultos mayores con puntuación de 7 que representan el 13,3%, cifra que ya no se evidencia en la evaluación final. 2 adultos mayores con puntuación de 8 que corresponden al 13,3% inicialmente, cifra que no se refleja en la evaluación final. Inicialmente se muestra a 3 adultos mayores con puntuación de 9 representados en un 20,0%, cifra que finalmente disminuyo a 1 adulto mayor que corresponde al 6,7%. Inicialmente se obtuvo 1 adulto mayor con puntuación de 10 que representa el 6,7% cifra que finalmente ya no es evidenciada. En la evaluación inicial se obtuvo 1 adulto mayor con puntuación de 11 que representan el 6,7% sin embargo esta cifra ya no es tomada en cuenta en la evaluación final. Inicialmente 3 adultos mayores obtuvieron la puntuación de 12 que corresponde al 20,0% cifra que aumenta a 4 adultos mayores que representan al 26,7% en la evaluación final. En la evaluación inicial la puntuación de 13 no es tomada en cuenta, sin embargo, en la evaluación final 1 adulto mayor logro esta puntuación que corresponde al 6,7%. En la evaluación inicial 1 adulto mayor consiguió la puntuación de 14 que

representa el 6,7%, cifra que aumentó a 2 adultos mayores representados en un al 13,3%. Inicialmente 2 adultos mayores lograron la puntuación de 15 representados con el 13,3%, cifra que finalmente se mantuvo. En la evaluación inicial ningún adulto mayor obtuvo la máxima puntuación que es 16, sin embargo, en la evaluación final 3 adultos mayores consiguieron la puntuación de 16 que corresponde el 20,0%. (Tabla 5), (Grafico 1), (Grafico 2)

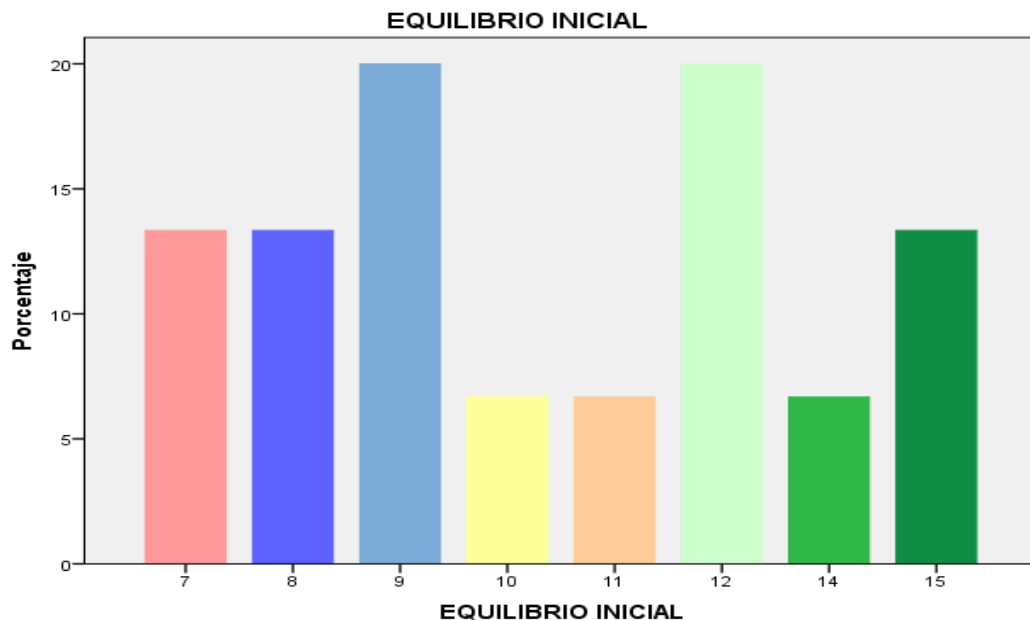
Tabla 5. Equilibrio Inicial vs Equilibrio Final

Puntuación	Equilibrio inicial		Equilibrio final	
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
7	2	13,3	-	-
8	2	13,3	-	-
9	3	20,0	1	6,7
10	1	6,7	-	-
11	1	6,7	2	13,3
12	3	13,3	4	26,7
13	-	-	1	6,7
14	1	6,7	2	13,3
15	2	13,3	2	13,3
16	-	-	3	20,0
Total	15	100,0	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

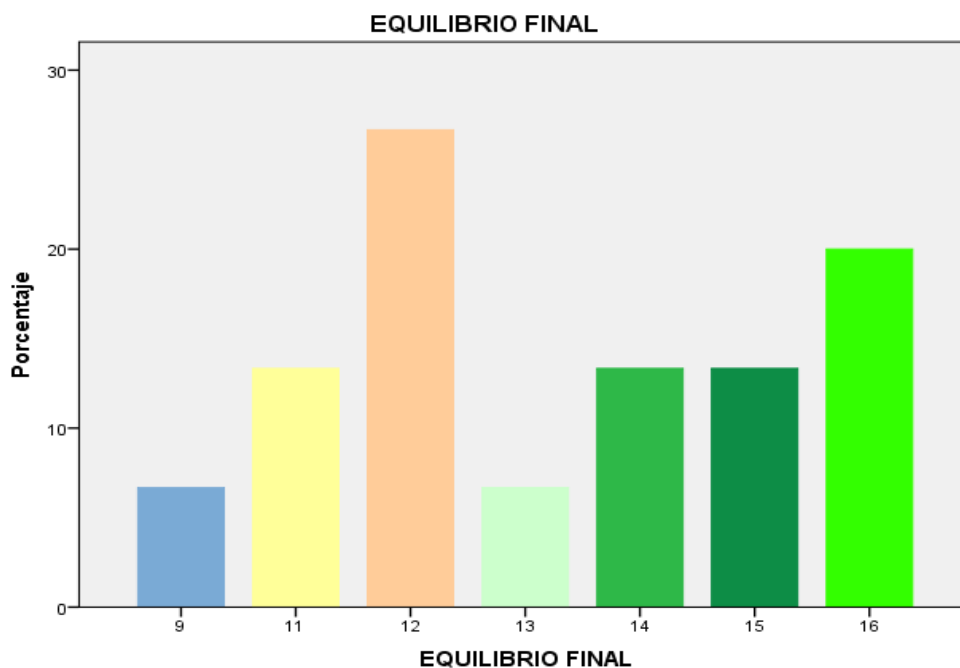
Grafico 1. Equilibrio inicial



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

Grafico 2. Equilibrio final



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de normalidad para el apartado de equilibrio**

Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que corresponde a muestras pequeñas, obteniendo en el equilibrio inicial 0,194 y en el equilibrio

final 0,270. Valores que superan la significancia ($p=0,005$) es decir que los datos corresponden a una distribución normal, y se eligió la prueba paramétrica T de student. (Tabla 6)

Tabla 6. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Equilibrio final	,192	15	,141	,884	15	,055
Equilibrio inicial	,180	15	,200*	,920	15	,194

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de comprobación de hipótesis para el equilibrio**

En el apartado del equilibrio se trabajó con la prueba T de student a un nivel de confianza del 95% arrojando un resultado $p=0.000$, con lo cual la hipótesis nula se rechaza, es decir que el programa fue efectivo para el equilibrio del adulto mayor. (Tabla 7)

Tabla 7. Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par Equilibrio 1 final - Equilibrio inicial	3,667	1,447	,374	2,865	4,468	9,811	14	,000

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Marcha**

En el apartado de marcha se muestra inicialmente a, 5 adultos mayores con puntuación de 8 que representan el 33,3%, cifra que disminuyo a 1 adulto mayor que corresponde al 6,7% en la evaluación final. Inicialmente 6 adultos mayores obtuvieron la puntuación de 9 que corresponde al 40%, cifra que finalmente disminuyo a 4 adultos mayores representados con el 26,6%. En la evaluación inicial se evidencio a 2 adultos mayores con puntuación de 10 que representan el 13,3%, cifra que aumentó a 6 adultos mayores representados con el 40% en la

evaluación final. Inicialmente 2 adultos mayores lograron la puntuación de 11 que representa el 13,3%, cifra que finalmente disminuyó a 1 adulto mayor que corresponde al 6,7%. En la evaluación inicial ningún adulto mayor obtuvo la máxima puntuación que es 12, sin embargo, en la evaluación final 3 adultos mayores alcanzaron la puntuación de 12 que representa el 20,0%. (Tabla 8), (Grafico 3), (Grafico 4)

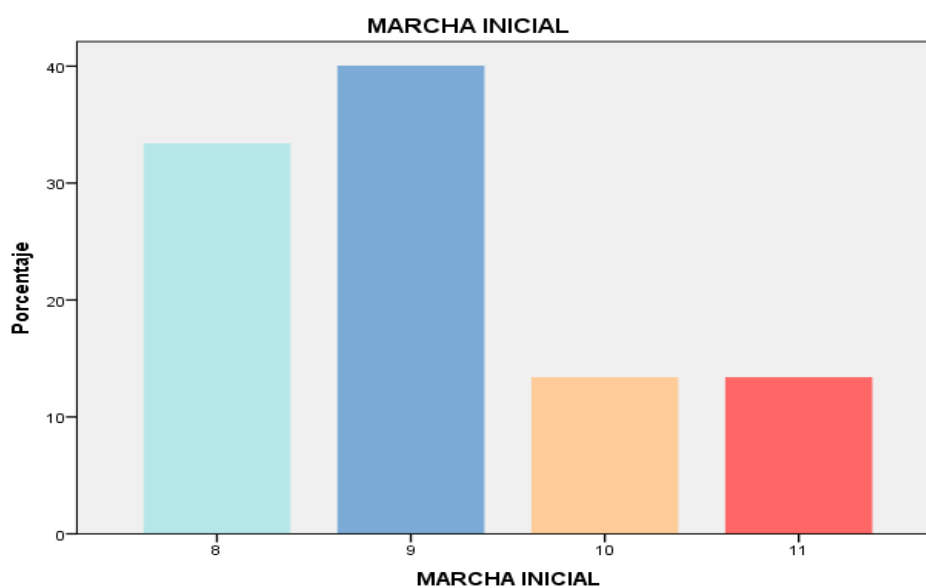
Tabla 8. Marcha inicial vs Marcha final

Puntuación	Marcha inicial		Marcha final	
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
8	5	33,3	1	6,7
9	6	40,0	4	26,6
10	2	13,3	6	40,0
11	2	13,3	1	6,7
12	-	-	3	20,0
Total	15	100,0	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

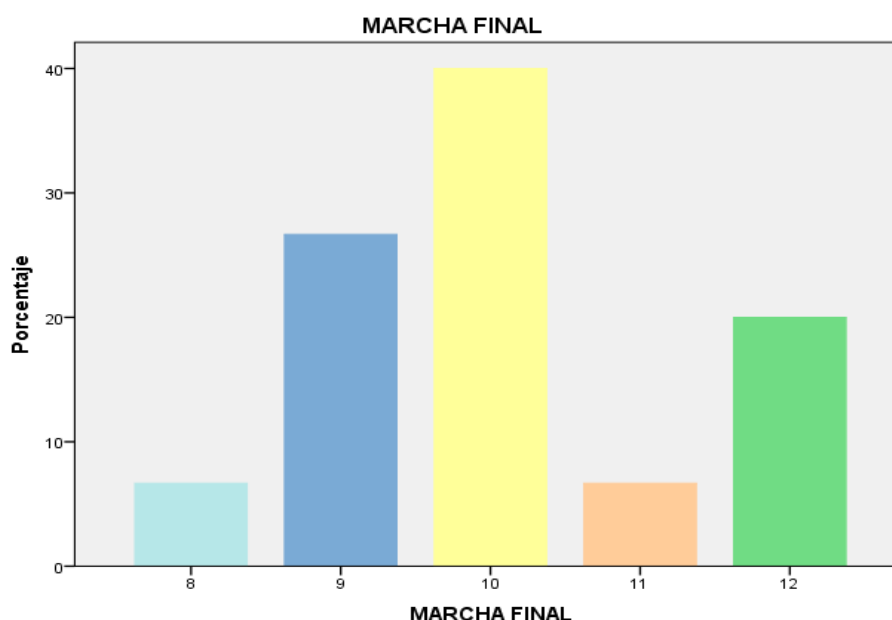
Grafico 3. Marcha inicial



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

Grafico 4. Marcha final



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de normalidad para el apartado de marcha**

Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que corresponde a muestras pequeñas, obteniendo en la marcha inicial 0,014 y en la marcha final 0,062. Valores que superan la significancia ($p=0,005$) es decir que los datos corresponden a una distribución normal, y se eligió la prueba paramétrica T de student. (Tabla 9)

Tabla 9. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MARCHA FINAL	,337	15	,000	,800	15	,004
MARCHA INICIAL	,259	15	,008	,842	15	,014

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de comprobación de hipótesis para el equilibrio**

En el apartado de marcha se trabajó con la prueba T de student a un nivel de

confianza del 95% arrojando un resultado $p=0.000$, con lo cual la hipótesis nula se rechaza, es decir que el programa fue efectivo para la marcha del adulto mayor. (Tabla 10)

Tabla 10. Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Marcha final - Marcha inicial	1,400	,986	,254	,854	1,946	5,501	14	,000

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Riesgo de caídas**

El riesgo de caídas muestra inicialmente a 7 adultos mayores dentro del rango alto riesgo de caídas que representan el 46,7%, sin embargo, esta cifra disminuyó totalmente por lo cual para la evaluación final desapareció este rango. En la evaluación inicial 6 adultos mayores estuvieron dentro del rango riesgo de caídas que corresponde al 40%, cifra que aumentó a 8 que corresponde al 53,3% en la evaluación final. Inicialmente 2 adultos mayores obtuvieron el rango bajo riesgo de caídas representado con el 13,3%, cifra que finalmente aumentó a 7 adultos mayores que corresponde al 46,7%. (Tabla 11), (Grafico 5), (Grafico 6)

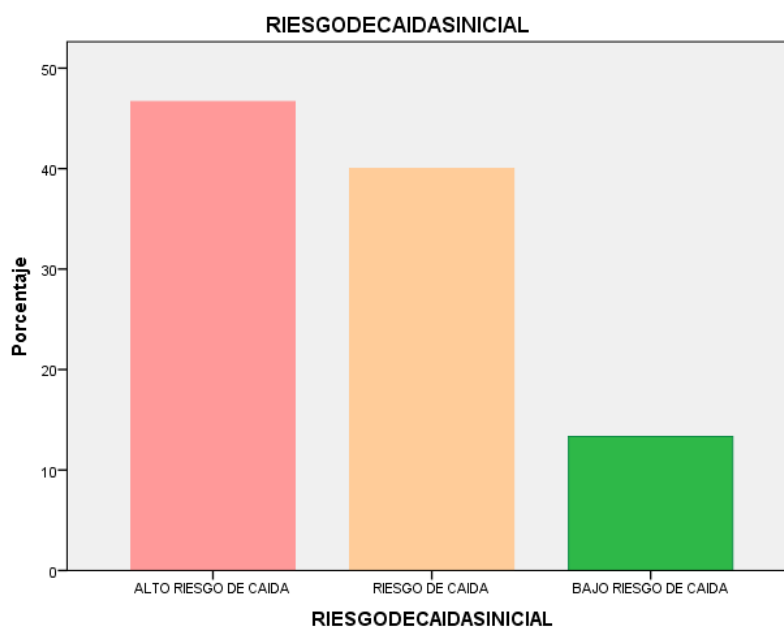
Tabla 11. Riesgo de caídas inicial vs Riesgo de caídas final

Riesgo de caídas inicial		Riesgo de caídas final		
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
Alto Riesgo de Caídas	7	46,7	-	-
Riesgo de Caídas	6	40,0	8	53,3
Bajo Riesgo de Caídas	2	13,3	7	46,7
Total	15	100,0	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

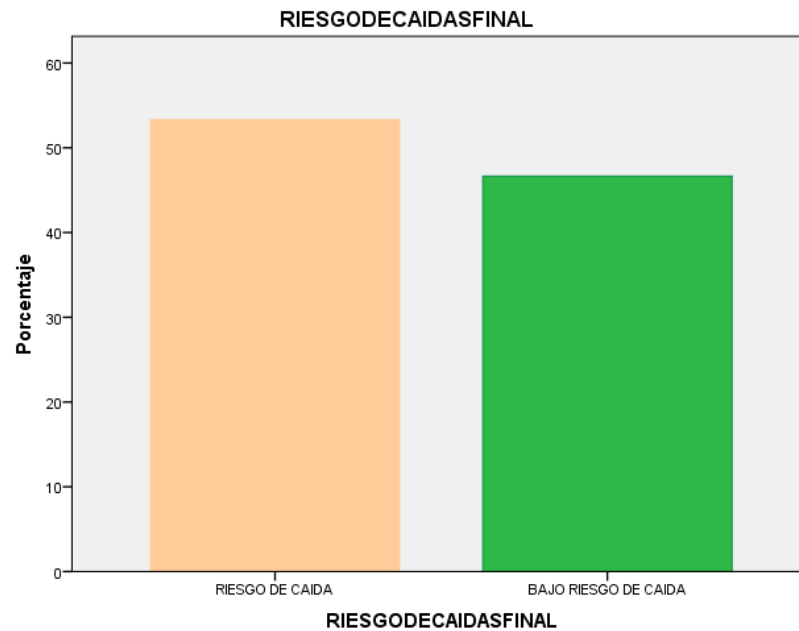
Grafico 5. Riesgo de caídas inicial, escala de Tinetti



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

Grafico 6. Riesgo de caídas final, escala de Tinetti



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de normalidad para el riesgo de caídas**

Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que corresponde a muestras pequeñas, obteniendo en el riesgo de caídas inicial 0,002 y en el riesgo de caídas final 0,000 Valores que corresponden a una distribución normal, y se eligió la prueba paramétrica T de student. (Tabla 12)

Tabla 12. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Riego de caídas final	,218	15	,054	,881	15	,049
Riego de caídas inicial	,145	15	,200*	,932	15	,289

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

- **Prueba de comprobación de hipótesis para el riesgo de caídas**

El riesgo de caídas se trabajó con la prueba T de student a un nivel de confianza

del 95% arrojando un resultado $p=0.000$, con lo cual la hipótesis nula se rechaza, es decir que el programa fue efectivo para el riesgo de caídas del adulto mayor. (Tabla 13)

Tabla 13. Prueba de muestras emparejadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Riesgo de caídas final – Riesgo de caídas inicial	1,00000	,53452	,13801	,70399	1,29601	7,246	14	,000

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Escala de Tinetti

4.1.3. Estación Unipodal (Cronometrada)

En la estación unipodal (cronometrada) que valora el centro de gravedad del individuo y sus desplazamientos en posición estática, se muestra inicialmente a, 1 adulto mayor con puntuación de 2 (seg) que representa al 6,7 %, cifra que ya no es tomada en cuenta para la evaluación final. En la evaluación inicial 5 adultos mayores obtuvieron una puntuación de 3 (seg) que corresponde al 33,3 %, cifra que disminuyó a 2 adultos mayores que representa el 13,3 % en la evaluación final. Inicialmente 4 adultos mayores lograron una puntuación de 4 (seg) que representa al 26,7 %, cifra que finalmente disminuyó a 1 adulto mayor que corresponde al 6,7 %. Inicialmente 5 adultos mayores consiguieron la puntuación de 5 (seg) que representa al 33,3 %, cifra que finalmente ya no es tomada en cuenta. En la evaluación inicial ningún adulto mayor logro más de 5 (seg), sin embargo, en la evaluación final 3 adultos mayores alcanzaron la puntuación de 6 (seg) que representa el 20 %, 2 adultos mayores consiguieron la puntuación de 7 (seg) que corresponde al 13,3 %, 4 adultos mayores lograron la puntuación de 8 (seg) que representa el 26,7 % y 10 adultos mayores alcanzaron la puntuación de 10 (seg) que representado con el 20 %. (Tabla 14) (Grafico 7), (Grafico 8)

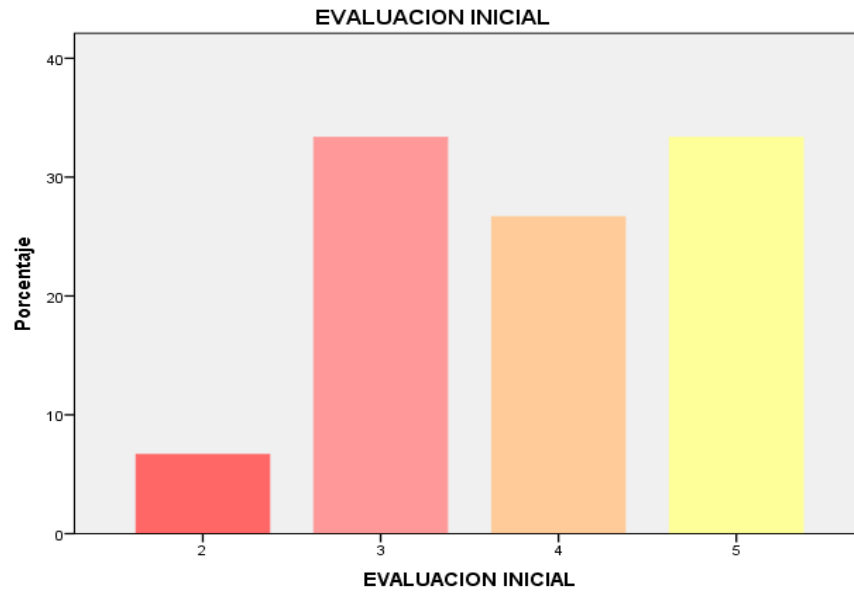
Tabla 14. Evaluación Inicial vs Evaluación final

Puntuación	Evaluación inicial		Evaluación final	
	Frecuencia	Porcentaje (%)	Frecuencia	Porcentaje (%)
2 (seg)	1	6,7	-	-
3 (seg)	5	33,3	2	13,3
4 (seg)	4	26,7	1	6,7
5 (seg)	5	33,3	-	-
6 (seg)	-	-	3	20,0
7(seg)	-	-	2	13,3
8 (seg)	-	-	4	26,7
10 (seg)	-	-	3	20,0
Total	15	100,0	15	100,0

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Estación unipodal (cronometrada)

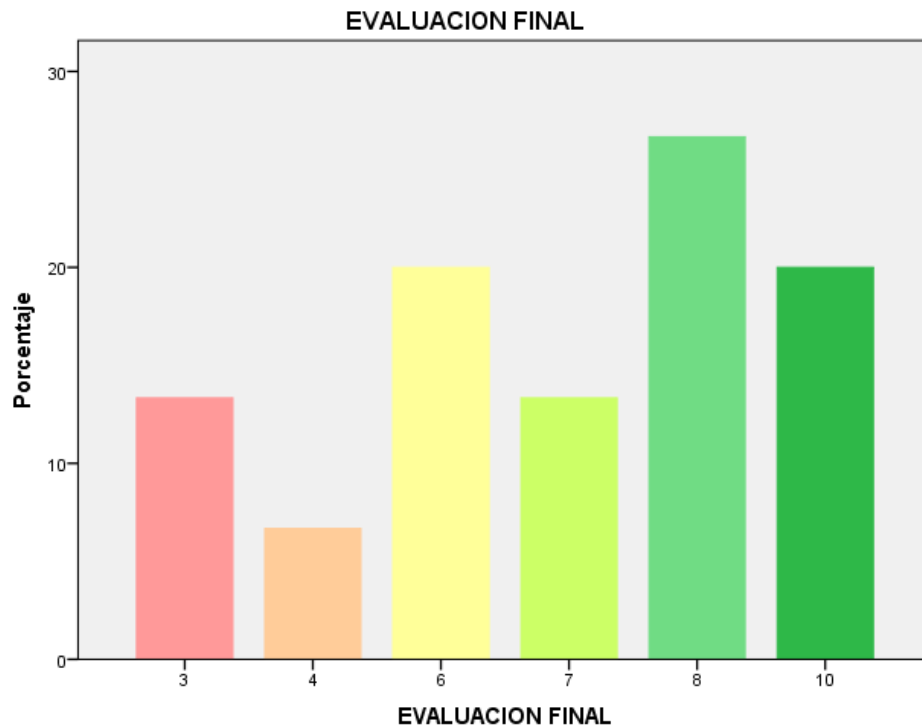
Grafico 7. Riesgo de caídas inicial, estación unipodal (cronometrada)



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Estación unipodal (cronometrada)

Grafico 8. Riesgo de caídas final, estación unipodal (cronometrada)



Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Estación unipodal (cronometrada)

- **Prueba de normalidad para el riesgo de caídas**

Se empleó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, que corresponde a muestras pequeñas, obteniendo en la evaluación inicial 0,025 y en la evaluación final 0,163. Valores que superan la significancia ($p=0,005$) es decir que los datos corresponden a una distribución normal, y se eligió la prueba paramétrica T de student. (Tabla 15)

Tabla 15. Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
EVALUACION INICIAL	,209	15	,076	,861	15	,025
EVALUACION FINAL	,144	15	,200*	,915	15	,163

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Estación unipodal (cronometrada)

- **Prueba de comprobación de hipótesis para el riesgo de caídas**

El riesgo de caídas se trabajó con la prueba T de student a un nivel de confianza del 95% arrojando un resultado $p=0.000$, con lo cual la hipótesis nula se rechaza, es decir que el programa fue efectivo para el riesgo de caídas del adulto mayor. (Tabla 16)

Tabla 16. Prueba de muestras emparejadas

Diferencias emparejadas									
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	l	Sig. (bilateral)
					Inferior	Superior			
Par 1	Evaluación final - Evaluación inicial	,067	1,944	,502	1,990	4,143	,108	4	,000

Elaborado por: Lcda. Ft. Mishell Sánchez

Fuente: Estación unipodal (cronometrada)

4.2. DISCUSIÓN

La presente investigación se desarrolló con 15 adultos mayores que pertenecen a la unidad de atención “Dulce Hogar”, cuya edad mínima es de 65 años y la máxima 84 años, siendo predominante el grupo de 65 a 74 años que representan el 60 %, en relación a ello Mascaret et al.,(12) en su investigación también detallan una prevalencia mayor en el grupo de 65 a 74 años siendo representado por un 60,5% existiendo una alta similitud en esta característica sociodemográfica. También se identificó en esta investigación una mayor población femenina que corresponde al 66,7 %, en este contexto cabe recalcar la investigación realizada por Kamińska et al.,(9) en la que de igual forma existe una mayor participación femenina correspondiendo al 82,6 % de la población de estudio.

En la investigación se empleó la escala de Tinetti que evalúa la movilidad del adulto mayor y mediante los apartados de equilibrio, marcha y riesgo de caídas se contrastaron las evaluaciones iniciales y finales para evaluar la efectividad del programa mediante realidad virtual basado en los juegos de Wii Fit. Se trabajó con la prueba T de student a un nivel de confianza del 95% arrojando un resultado ($p=0,000$) en los tres apartados, con lo cual la hipótesis nula se rechaza porque el valor es menor a 0,005 comprobando que el programa fue efectivo para el equilibrio en la marcha del adulto mayor con riesgo de caídas. Estos resultados tienen concordancia con los obtenidos en la investigación de Kim & Cho, (39) en la que analizaron los beneficios de un programa de Realidad virtual, en el equilibrio y caídas en adultos mayores, el programa se realizó utilizando un programa de juego Wii Fit y como instrumento de medición utilizaron la escala de Tinetti en la que se evidencio una disminución significativa del miedo a caerse en todos los períodos ($p < 0,05$) mediante lo cual ratificaron que el programa de realidad virtual fue efectivo para todas las habilidades de equilibrio estático y la eficacia de caídas.

Para la ejecución del programa de realidad virtual se eligieron algunos juegos de Wii Fit para realizar los ejercicios, consta de 3 fases el tiempo y número de repeticiones iba aumentando de manera progresiva hasta llegar a un tiempo de 30 minutos, se aplicó 1 vez a la semana, durante 16 semanas, siendo este programa una alternativa viable para el entrenamiento del equilibrio en el adulto mayor con riesgo de caídas por sus facilidades de uso y aplicación, además de ser interactiva, con estímulos visuales y auditivos lo que permite tener la atención y motivación constante de este grupo etario. En relación a ello Saeed & Hassan,(32) también realizaron un estudio sobre los efectos

de la realidad virtual en el equilibrio, se desarrolló con intervenciones de 60 minutos 3 veces a la semana durante 9 semanas y concluyeron que un programa de entrenamiento de realidad virtual puede ser una alternativa segura, agradable y accesible que puede utilizarse como un nuevo método de entrenamiento para mejorar el equilibrio en las poblaciones de edad avanzada. En esta investigación se concuerda que un programa de realidad virtual es efectivo y de gran utilidad para mejorar el equilibrio en el adulto mayor.

Así mismo esta investigación aportó a la literatura sobre los beneficios viables para entrenamiento del equilibrio basado en Realidad Virtual para adultos mayores ya que Sultana et al.,(33) realizaron una revisión sistemática y metanálisis para evaluar los efectos del entrenamiento físico Wii Fit en el equilibrio de adultos mayores en el que concluyeron que el entrenamiento con Wii Fit tiene un efecto positivo sobre el equilibrio en adultos mayores. Sin embargo, se necesita más investigaciones con el poder suficiente para evaluar su efectividad.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA Y ANEXOS

5.1 CONCLUSIONES

La evaluación del equilibrio en la marcha del adulto mayor se realizó mediante la escala de Tinetti, en el apartado del equilibrio ningún adulto mayor alcanzó la máxima puntuación de 16, tan solo 2 lograron la puntuación de 15 y se evidenciaron puntajes desde 7 hasta 15, por ende, fueron solo 2 adultos mayores los que estuvieron en la categoría bajo riesgo de caídas los 13 restantes fueron categorizados con alto riesgo de caída y riesgo de caída. La estación unipodal (cronometrada), mostró un alto riesgo de caídas en todos los participantes ya que ninguno superó los 5 segundos.

La aplicación del programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual mejoró el equilibrio, marcha y riesgo de caídas después de 14 semanas de intervención los adultos mayores de la unidad de atención

“Dulce Hogar”.

En función de las comparaciones efectuadas entre la evaluación inicial y final, se revelan diferencias significativas con un mayor equilibrio, una mejor ejecución de la marcha, y respecto al riesgo de caídas ya no se evidencia la categoría alto riesgo de caídas y la mayoría de adultos mayores lograron la categoría riesgo de caídas, los demás de mantienen en la categoría bajo riesgo.

5.2 RECOMENDACIONES

Se sugiere la replicación de este programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual, en un mayor número de participantes en las diferentes zonas del país para diversificar hallazgos y referencias.

Es necesario desarrollar más investigaciones basadas en el entrenamiento del equilibrio mediante Realidad Virtual dentro del ámbito de la fisioterapia para expandir su aplicación con varias finalidades.

La realidad virtual mediante el sistema Wii Fit, es una alternativa viable para el entrenamiento del equilibrio en casa y en centros gerontológicos por sus facilidades de uso y aplicación, además de ser interactiva, con estímulos visuales y auditivos lo que permite tener la atención y motivación constante del adulto mayor por lo tanto, se recomienda su uso no solo para tratamiento sino también en programas preventivos que permitan promover un envejecimiento activo y mejorar la calidad de vida de este grupo etario.

5.3. BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez-González B, Hernández-Falcón N, Díaz-Camellón DJ, Arencibia-Márquez F, Morejón-Milera A . Envejecimiento y caídas. Su impacto social. Rev Médica Electrónica. 2020;42(4):2066–77.
2. Mayores FI de A de PA. América Latina envejece a pasos de gigante [Internet]. 2019. p. 1. Available from: <https://fiapam.org/america-latina-envejece-a-pasos->

de-gigante/

3. Freire WB. SABE Encuesta de Salud, Bienestar y Envejecimiento. Inst Nac Estadísticas y Censos [Internet]. 2014;364(1):1724–34. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4172502&tool=pmcentrez&rendertype=abstract> %5Cn<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24700290> %5Cn<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?doi=10.1001/jama.2014.13806> %5Cn<http://search.ebscohost.com/logi>
4. Rico-Rosillo MG, Oliva-Rico D, Vega-Robledo GB. Aging: Some theories, genetic, epigenetic and environmental considerations. Rev Med Inst Mex Seguro Soc [Internet]. 2018;56(3):287–94. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30394717>
5. Morejón MM, Hernández GA, Pujol MA, Falcon DM . Postura y equilibrio en el adulto mayor. Su interrelación con ciencia, tecnología y sociedad. Rev Cuba Med Física y Rehabil. 2018;1(1):122–33.
6. Luis J, Mora A, Bárbara V, Curbelo G, Jesús F. Abordaja De La Capacidad Fisica Equilibrio En Adultos Mayores. Rev Finlay [Internet]. 2018;6(4):317–28. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/rf/v6n4/rf08406.pdf> %0A
7. Chalapud-Narváez, Escobar-Almario LM, Armando E . Actividad física para mejorar fuerza y equilibrio en el adulto mayor. Univ y Salud. 2018;19(1):94.
8. Montealegre LM, Castellanos-Ruíz C, Márquez-Murillo S, Torres-Escobar J, Arbeláez-Granada Z . Prescripción del ejercicio físico desde la realidad virtual semi-inmersiva, alternativa en los procesos de rehabilitación funcional para el adulto mayor. Rev EIA. 2021;18(35):11–2.
9. Kamińska MS, Miller A, Rotter I, Szylińska A, Grochans E. The effectiveness of virtual reality training in reducing the risk of falls among elderly people. Clin

- Interv Aging. 2018;13:2329–38.
10. Abásolo-Guerrero MJ, Manresa-Yee C, Más-Sansó R, Vénere M . Realidad virtual y realidad aumentada. Real virtual y Real aumentada. 2021;
 11. Ku J, Kim YJ, Cho S, Lim T, Lee HS, Kang YJ. Three-dimensional augmented reality system for balance and mobility rehabilitation in the elderly: A randomized controlled trial. *Cyberpsychology, Behav Soc Netw.* 2019;22(2):132–41.
 12. Mascret N, Delbes L, Voron A, Temprado JJ, Montagne G. Acceptance of a virtual reality headset designed for fall prevention in older adults: Questionnaire study. *J Med Internet Res.* 2020;22(12).
 13. Labra-Gómez F, Mahecha-Matsudo S . Efecto de un programa de exergamers en el equilibrio y movilidad funcional de personas mayores. *Rev Méd Risaralda.* 2020;26(1):17–22.
 14. Hernández-Martínez J, Rauch-Gajardo MF, Rivas-Coñapi D, Asenio-Flores P, Asenio-Paredes C, Solis-Millaguin M . Efectos del entrenamiento con Xbox Kinect sobre la movilidad funcional en adultos mayores. Una revisión breve. *Rev Ciencias la Act Física.* 2018;19(2):1–9.
 15. Almaraz-Moctezuma S del C, Sánchez-Barrera E, Vázquez-Chacón V. Análisis de los efectos en la capacidad funcional de adultos mayores de 65-75 años de edad mediante el sistema de realidad virtual IREX. *Rev Fisioter.* 2019;3(10):14–20.
 16. Campo-Prieto P, Cancela Carral JM, Machado de Oliveira I, Rodríguez-Fuentes G. Realidad Virtual Inmersiva en personas mayores: estudio de casos (Immersive Virtual Reality in older people: a case study). *Retos.* 2021;2041(39):1001–5.

17. Yang WC, Wang HK, Wu RM, Lo CS, Lin KH. Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *J Formos Med Assoc* [Internet]. 2016;115(9):734–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfma.2015.07.012>
18. Fernades MG, Silva RB, Almeida CM da R e S, Lima AKP de, Arruda GT de, Braz MM . Vista do A influência do Nintendo Wii no equilíbrio de indivíduos com doença de Parkinson_ Relato de casos.pdf. *Rev Kairós-Gerontologia*. 2017;20(4):403–4013.
19. Vries-Aijse W, Faber G, Jonkers I, Van-Dieën JH, Verschueren-Sabine MP . Virtual reality balance training for elderly: Similar skiing games elicit different challenges in balance training. *Gait Posture* [Internet]. 2018;59:111–6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636217309621>
20. Guzmán-Muñoz E, Retamal-Hernández P . Efectos del entrenamiento del balance a través de realidad virtual en un sujeto con mielomeningocele: reporte de caso único TT - Effects of balance training with virtual reality in patient with myelomeningocele: Single case report. *Rev méd Maule* [Internet]. 2017;28(1):29–34. Available from: <http://www.sciwords.org/index.php/revmedmaule/article/view/4/4>
21. Montoya MF, Villada-Villada JF, Muñoz-Cardona JE, Henao-Gallo OA, López JF . Diseño contextual para la creación de videojuego basado en Realidad Virtual usado en terapia de rehabilitación física en personas con accidente cerebrovascular. *Rev EIA*. 2022;19(38):1–6.
22. Vilageliu-Jordà È, Enseñat-Cantalops A, García-Molina A. Use of immersive virtual reality for cognitive rehabilitation of patients with brain injury. *Rev*

- Neurol. 2022;74(10):331–9.
23. Chen GB, Lin CW, Huang HY, Wu YJ, Su HT, Sun SF, et al. Using virtual reality-based rehabilitation in sarcopenic older adults in rural health care facilities-a quasi-experimental study. *J Aging Phys Act.* 2021;29(5):866–77.
 24. Thapa N, Park HJ, Yang JG, Son H, Jang M, Lee J, Kang SW, Park KW, Park H . The Effect of a Virtual Reality-Based Intervention Program on Cognition in Older Adults with Mild Cognitive. *J Clin Med.* 2020;29;9(5).
 25. Huang KT. Exergaming Executive Functions: An Immersive Virtual Reality-Based Cognitive Training for Adults Aged 50 and Older. *Cyberpsychology, Behav Soc Netw.* 2020;23(3):143–9.
 26. Martínez-Maldonado VA. Efectividad de la realidad virtual como herramienta de neuro rehabilitación en pacientes con Alzheimer : una revisión sistemática . Effectiveness of virtual reality as a neurorehabilitation tool in patients with Alzheimer ' s : a systematic review . *South Am Res J.* 2022;2(1):43–64.
 27. Domingo M. Escala de Tinetti. *Cuid 20* [Internet]. 2014;1–3. Available from: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-manejo-del-trastorno-marcha-del-S0716864014700379>
 28. Bermejo-Pareja F, Porta-Etessam J, Castilla-Rilo J, Díaz-Guzmán J, Martínez-Martín P . Escalas Funcionales. Más Cien Escalas en Neurol. 2008;
 29. Fatima E, Velasquez A, Vitales S, Toma V. Ministerio de salud publica del Ecuador. Minist Salud pública [Internet]. 2012;1–80. Available from: <https://aplicaciones.msp.gob.ec/salud/archivosdigitales/documentosDirecciones/dnn/archivos/GUIA DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA TRANSMISIÓN MATERNO INFANTIL DEL VIH Y SÍFILIS CONGÉNITA Y DE .pdf>

30. Ross A. Clark, Adam L. Bryant, Yonghao Pua, Paul McCrory, Kim Bennell MH. Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait Posture* [Internet]. 2010;31(3):307–10. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096663620900664X>
31. Liao YY, Yang YR, Wu YR, Wang RY. Virtual Reality-Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability, and Walking Abilities in Patients with Parkinson’s Disease: A Randomized Control Trial. *Int J Gerontol* [Internet]. 2015;9(4):190–5. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijge.2014.06.007>
32. Saeed Yousefi Babadi HD. Effects of virtual reality versus conventional balance training on balance of the elderly. *Exp Gerontol* [Internet]. 2021;153(0531–5565). Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0531556521002801>
33. Sultana M, Bryant D, Orange JB, Beedie T, Montero-Odasso M. Effect of Wii Fit © Exercise on Balance of Older Adults with Neurocognitive Disorders: A Meta-Analysis. *J Alzheimer’s Dis*. 2020;75:817–26.
34. Carballo-Rodríguez A, Gómez-Salgado J, Casado-Verdejo I, Ordás B, Fernández D. Estudio de prevalencia y perfil de caídas en ancianos institucionalizados. *Gerokomos*. 2018;29(3):110–6.
35. C G-R, Lugo LH. Validez y confiabilidad de la Escala de Tinetti para población colombiana. *Rev Colomb Reumatol*. 2012;19(4):218–33.
36. Eladio-Mancilla S, Valenzuela JH, Maximo-Escobar C. Timed up and go right and left unipodal stance results in chilean older people with different degrees of disability. *Rev Med Chil*. 2015;143(1):39–46.

37. Concha-Cisternas Y M-NG. Revista de Estudiosos en Movimiento. Reem. 2016;3(1):31–41.
38. LOPAM. Ley Orgánica de las personas adultas mayores. Supl del Regist Of No 484 [Internet]. 2019;(484):1–37. Available from: https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-06/Documento_ LEY ORGANICA DE LAS PERSONAS ADULTAS MAYORES.pdf
39. Kim SH, Cho SH. Benefits of Virtual Reality Program and Motor Imagery Training on Balance and Fall Efficacy in Isolated Older Adults: A Randomized Controlled Trial. Med. 2022;58(11).
40. Nolin. Wii Fit Plus Balance Games [Internet]. YouTube. 2019. p. [citado 17 de septiembre de 2022]. Available from: <https://www.youtube.com/watch?v=rQ1H3J2yGsM>

5.4 ANEXOS

Anexo 1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN MENCIÓN
NEUROMUSCULOESQUELÉTICO.
CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Por el presente documento se le invita a participar en el estudio con el tema **“ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO EN LA MARCHA DEL ADULTO MAYOR MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL”**. El Proyecto de Desarrollo tiene como directora a la Lic. Mg. María Augusta Latta Sánchez y es realizado por, Yajaira Mishell Sánchez Sánchez, estudiante de la Maestría en Fisioterapia y Rehabilitación mención Neuromusculoesquelético.

Información del estudio.

El objetivo de la presente investigación es: Diseñar un programa para el entrenamiento del equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual. Durante un periodo de 16 semanas.

Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender cada uno de los siguientes apartados. Una vez que haya comprendido el estudio y si Usted desea participar, entonces se le pedirá que firme este documento.

La información obtenida será utilizada en beneficio de la autora de este estudio y de la comunidad, pues con este estudio se determinará los cambios en el equilibrio y balance de los adultos mayores después de la ejecución del programa.

La información que se recogerá será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Se respetará todas las creencias ancestrales y culturales, bajo las normas de la moral y la ética.

La participación de este estudio es estrictamente voluntaria, usted está en libre elección

de decidir si desea participar o no en el estudio.

Se realizarán posibles publicaciones en revistas científicas, pero no se expondrá su identidad.

Si tiene alguna duda sobre esta investigación comuníquese al número de Yajaira Mishell Sánchez Sánchez, responsable de la investigación que se expone a continuación: 0986079109. Correo electrónico: mishells-1995@hotmail.com.

Agradezco su participación.

Con el presente documento hago conocer que he sido informado/a de los detalles del estudio que se pretende realizar en adultos mayores que pertenecen a la unidad de atención “Dulce Hogar”.

Yo entiendo que voy a ser sometido a una evaluación física que comprende varias pruebas las cuales no representan riesgo alguno ni efectos secundarios. Comprendo también que no tengo que gastar ningún dinero ni voy a recibir remuneración por mi participación. Autorizo al investigador a utilizar los datos obtenidos con fines académicos y de ser el caso, para divulgación científica, respetando las normas de bioética y protección de identidad.

Yo _____, libremente y sin ninguna presión, acepto participar voluntariamente en este estudio. Estoy de acuerdo con la información que he recibido.

Firma o huella del participante

cuidador

Cédula de identidad:

Fecha_____.

Firma del representante legal o

Cédula de identidad:

Anexo 3.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN MENCIÓN
NEUROMUSCULOESQUELÉTICO.
ESCALA DE TINETTI**

Evaluación de la marcha y el equilibrio

Equilibrio

Instrucciones: El paciente está sentado en una silla dura sin apoyabrazos. Se realizan las siguientes maniobras:

1. Equilibrio sentado	Puntos
Se inclina o se desliza en la silla	0
Se mantiene seguro	1
2. Levantarse	Puntos
Imposible sin ayuda	0
Capaz, pero usa los brazos para ayudarse	1
Capaz de levantarse de un solo intento	2
3. Intentos para levantarse	Puntos
Incapaz sin ayuda	0
Capaz pero necesita más de un intento	1
Capaz de levantarse de un solo intento	2
4. Equilibrio en bipedestación inmediata (los primeros 5 segundos)	Puntos
Inestable (se tambalea, mueve los pies), marcado balanceo del tronco	0
Estable pero usa el andador, bastón o se agarra u otro objeto para mantenerse	1
Estable sin andador, bastón u otros soportes	2
5. Equilibrio en bipedestación	Puntos
Inestable	0
Estable, pero con apoyo amplio (talones separados más de 10 cm) o usa bastón u otro soporte	1

Apoyo estrecho sin soporte	2
6. Empujar (el paciente en bipedestación con el tronco erecto y los pies tan juntos como sea posible). El examinador empuja suavemente en el esternón del paciente con la palma de la mano, tres veces.	Puntos
Empieza a caerse	0
Se tambalea, se agarra pero se mantiene	1
Estable	2
7. Ojos cerrados (en la posición 6)	Puntos
Inestable	0
Estable	1
8. Vuelta de 360 grados	Puntos
Pasos discontinuos	0
Continuos	1
Inestable (se tambalea, se agarra)	0
Estable	1
9. Sentarse	PUNTOS
Inseguro, calcula mal la distancia, cae en la silla	0
Usa los brazos o el movimiento es brusco	1
Seguro, movimiento suave	2
Total	

Puntuación equilibrio: 16

Marcha

Instrucciones: El paciente permanece de pie con el examinador, camina por el pasillo o por la habitación (unos 8 metros) a "paso normal" luego regresa a "paso ligero pero seguro".

1. Iniciación de la marcha (inmediatamente después de decir que ande).	Puntos
Algunas vacilaciones o múltiples para empezar	0
No vacila	1
2. Longitud y altura de peso	Puntos
A) Movimiento del pie derecho	
No sobrepasa el pie izquierdo con el paso	0
Sobrepasa el pie izquierdo	1
El pie derecho no se separa completamente del suelo con el peso	0
El pie derecho se separa completamente del suelo	1
B) Movimiento del pie izquierdo	

No sobrepasa el pie derecho con el paso	0
Sobrepasa el pie derecho	1
El pie izquierdo no se separa completamente del suelo con el peso	0
El pie izquierdo se separa completamente del suelo	1
3. Simetría del paso	Puntos
La longitud de los pasos con los pies derecho e izquierdo no es igual	0
La longitud parece igual	1
4. Fluidez del paso	Puntos
Paradas entre los pasos	0
Los pasos parecen continuos	1
5. Trayectoria (observar el trazado que realiza uno de los pies durante unos 3 metros)	Puntos
Desviación grave de la trayectoria	0
Leve/moderada desviación o uso de ayudas para mantener la trayectoria	1
Sin desviación o ayudas	2
6. Tronco	Puntos
Balanceo marcado o uso de ayudas	0
No se balancea pero flexiona las rodillas o la espalda o separa los brazos al caminar	1
No se balancea, no se reflexiona, ni otras ayudas	2
7. Postura al caminar	Puntos
Talones separados	0
Talones casi juntos al caminar	1
Total	

Puntuación marcha: 12

Puntuación total: 28 (27)

INTERPRETACIÓN
Alto riesgo de caídas: menos de 19 puntos
Riesgo de caídas: de 19 a 23 puntos
Riesgo de caídas bajo o leve: de 24 a 28 puntos.

Anexo 4.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.
MAESTRÍA EN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN MENCIÓN
NEUROMUSCULOESQUELÉTICO.
ESTACIÓN UNIPODAL (CRONOMETRADA)**

Indicaciones generales:

- Pcte. de pie utilizando calzado habitual (cómodo y bajo)
- Vista al frente.
- Extremidades superiores cruzadas sobre el pecho con las manos tocando los hombros.
- El evaluador se ubica al costado del paciente (lado de la pierna de apoyo).
- Demostrar, luego pedir que mantenga el equilibrio sobre un pie, durante el mayor tiempo posible, sin dejar que sus piernas se toquen entre sí.
 - La otra extremidad inferior debe mantener una flexión de cadera y rodilla en 90°.
 - Cronometrar el tiempo, desde el momento en que la cadera y rodilla logren la flexión de 90°.
 - Registrar el resultado del primer intento si el tiempo logrado es igual o superior a 5 seg.
 - De lo contrario se registra el mejor tiempo logrado de tres intentos.
 - Repetir el procedimiento en la otra extremidad inferior.

Criterios para detener el cronometraje del test:

- a) Las piernas se tocan entre sí.
- b) Los pies se mueven de su posición inicial.
- c) El pie toca el suelo.
- d) Los brazos se mueven desde su posición inicial.

Primer intento	Segundo intento	Tercer intento

PROGRAMA PARA EL ENTRENAMIENTO DEL EQUILIBRIO EN LA MARCHA DEL ADULTO MAYOR MEDIANTE REALIDAD VIRTUAL

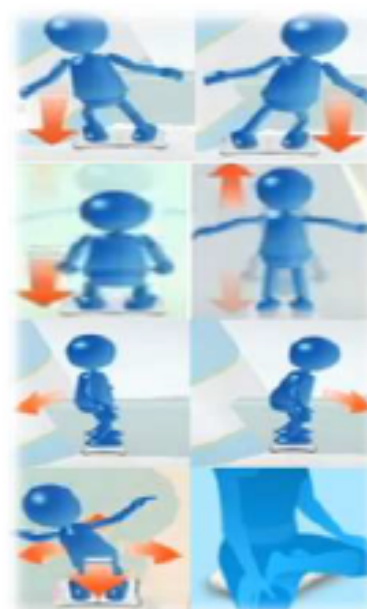
REALIDAD VIRTUAL

Es la representación de un entorno de apariencia real que da la impresión de estar inmerso en él, generado por una computadora y que mediante el uso sensores y actuadores envían y reciben información(10).

El personaje virtual proporciona retroalimentación visual y auditiva inmediata lo que permite a los participantes ajustar sus propios movimientos de acuerdo con la retroalimentación en tiempo real (31).

OBJETIVO

Mejorar equilibrio en la marcha del adulto mayor mediante realidad virtual.



AUTOR:




LCDA. FT. MISHHELL SÁNCHEZ




Indicaciones generales




- Está dirigido a adultos mayores por lo cual no se debe utilizar un lenguaje técnico para describir las indicaciones de cada ejercicio.
- El espacio físico debe ser amplio, estable y con instalaciones eléctricas.
- El participante debe portar ropa y calzado cómodos.
- El programa se ejecutará mediante fases:
 - **Fase 1:** durante 6 semanas realizar una serie de cada ejercicio propuesto, siendo 11 minutos la ejecución total del programa.
 - **Fase 2:** durante 4 semanas ejecutar dos series de cada ejercicio propuesto, excepto el ejercicio número 8 que se mantendrá en una serie, siendo 20 minutos la ejecución total del programa.
 - **Fase 3:** durante 4 semanas realizar tres series de cada ejercicio propuesto, excepto en los ejercicios 4 y 5 en los cuales se realizan cuatro series y el ejercicio 8 se mantiene en una serie, siendo la ejecución del programa de 30 minutos.




Equipo




- Nintendo Wii modelo RVL-001
- Wii Balance Board
- Proyector

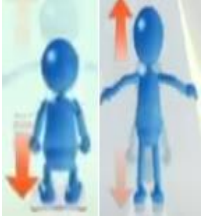

Nombre del juego	Gráficos	Indicaciones del ejercicio	Duración
<p>1. “Soccer Heading”(40). (Cabeceos de fútbol)</p>	 <p>Ilustración 1: cabeceos (40)</p>  <p>Ilustración 2: inclinación a la izquierda (40).</p>  <p>Ilustración 3: inclinación a la derecha (40).</p>	<p>Cabecee los balones de fútbol mientras se los patean, pero esquive otros objetos voladores. Incline su cuerpo hacia la izquierda y hacia la derecha para dirigir los balones de fútbol que vuelan hacia usted.</p>	<p>2 minutos</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2: 2 series</p> <p>Fase 3: 3 series</p>

<p>2. “Table Tilt”(40). (Inclinación de la mesa)</p>	 <p>Ilustración 4: inclinación a la derecha, atrás y adelante (40).</p>  <p>Ilustración 5: inclinación a la izquierda, atrás y adelante (40).</p>	<p>Incline su cuerpo hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia adelante y hacia atrás para inclinar las bolas hacia los agujeros, durante el tiempo indicado.</p> <p>Guíe las bolas hacia los agujeros moviéndolas hacia la izquierda, hacia la derecha, hacia adelante y hacia atrás.</p>	<p>1 minuto</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2: 2 series</p> <p>Fase 3: 3 series</p>
<p>3. “Penguin Slide”(40). (tobogán de pingüinos)</p>	 <p>Ilustración 6: inclinación a la derecha (40).</p>	<p>Mueva su cuerpo rápidamente hacia la izquierda y hacia la derecha para inclinar el iceberg y alimentar al pingüino.</p> <p>Mueva su cuerpo</p>	<p>1 minuto</p> <p>30 seg.</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2: 2 series</p> <p>Fase 3: 3 series</p>

	 <p>Ilustración 7: inclinación a la izquierda (40).</p>	<p>hacia la izquierda y hacia la derecha para atrapar tantos peces como sea posible.</p>	
<p>4. “Snowboard Slalom” (40). (Snowboard de Slalom)</p>	 <p>Ilustración 8: inclinación a la derecha e izquierda. (40).</p>  <p>Ilustración 9: inclinación hacia adelante (40).</p>	<p>Inclínese hacia la izquierda y hacia la derecha, hacia adelante y hacia atrás para pasar entre las banderas mientras practica snowboard en una pista de slalom.</p>	<p>30 seg.</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2: 2 series</p> <p>Fase 3: 4 series</p>

	 <p>Ilustración 10: inclinación hacia atrás (40).</p>		
<p>5. “Ski Slalom”(40). (Esquí de slalom)</p>	 <p>Ilustración 11: inclinación hacia la derecha (40).</p>  <p>Ilustración 11: inclinación hacia la izquierda (40).</p>	<p>Inclínese hacia la izquierda y hacia la derecha para atravesar las puertas y esquiar en una pista de slalom.</p>	<p>30 seg. Fase 1: 1 serie Fase 2: 2 series Fase 3: 4 series</p>

<p>6. “Balance Bubble” (40). (Burbuja de equilibrio)</p>	 <p>Ilustración 12: movimiento del cuerpo hacia adelante e inclinación hacia la derecha (40).</p>  <p>Ilustración 12: movimiento del cuerpo hacia adelante e inclinación hacia la izquierda (40).</p>	<p>Mueva su peso hacia adelante para moverse, inclínesse hacia la izquierda y hacia la derecha para dirigir.</p>	<p>1 minuto 30 seg.</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2: 2 series</p> <p>Fase 3: 3 series</p>
<p>7. “Tightrope Walk”(40). (Paseo por la cuerda floja).</p>		<p>Camine en el lugar para cruzar la cuerda floja. Doble y estire las rodillas</p>	<p>2 minutos</p> <p>Fase 1: 1 serie</p> <p>Fase 2:</p>

	<p>Ilustración 12: caminar en el mismo lugar (40).</p>  <p>Ilustración 13: doblar y estirar las rodillas, para saltar (40).</p>	<p>para saltar y pasar sobre los obstáculos.</p>	<p>2 series Fase 3: 3 series</p>
<p>8. “Lotus Focus” (40). (Enfoque de loto).</p>	 <p>Ilustración 13: sentado en la tabla de equilibrio (40).</p>	<p>Siéntese en la tabla de equilibrio, con la espalda estirada, con las piernas cruzadas. Si esto difícil, mantenga sus piernas estiradas. Trate de mantener su cuerpo quieto para que el fuego no se apague.</p>	<p>2 minutos Fase 1: 1 serie Fase 2: 1 serie Fase 3: 1 series</p>

Anexo 6

FOTOGRAFÍAS



Aplicación de la escala de Tinetti



Aplicación de la estación unipodal cronometrada.



Aplicación del programa de intervención mediante realidad virtual



Aplicación del programa de intervención mediante realidad virtual