



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE TECNOLOGÍA MÉDICA**

**“EFECTIVIDAD DEL XBOX-KINECT PARA MEJORAR EL EQUILIBRIO EN  
ADULTOS MAYORES DE 60 A 85 AÑOS DE UN CENTRO DE ADULTO  
MAYOR DEL AGUSTINO EN EL AÑO 2018”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIADO EN  
TECNOLOGÍA MÉDICA EN TERAPIA FÍSICA Y REHABILITACIÓN**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: TRUJILLO SOTO, EDWIN OSCAR**

**LIMA – PERÚ**

**2019**



## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a mi familia, por ser mi principal fuente de motivación e inspiración a ser un buen profesional. Y a cada una de las personas de buen corazón que han colaborado para que este trabajo sea posible.

## **AGRADECIMIENTO**

En forma especial al Lic. Danny Corales Terrel, por brindar su tiempo y apoyo para la realización de nuestro proyecto de investigación en el CAM N°3 – El Agustino

A los Adultos mayores que participan en el CAM N°3 – El Agustino, quienes aceptaron colaborar con el proyecto.

Al Lic. Alex Estrada responsable de la iniciativa de mi proyecto.

A mis queridos docentes y a la Universidad Privada Norbert Wiener por brindarme los mejores años de estudio y hacer que me pueda desarrollar como un gran profesional para mi país.

A todos mis amigos que confiaron plenamente en mi proyecto y en especial a Cristel Saldarriaga León por ser una gran amiga.

A Dios, por cuidar de mí y de mi prójimo en cada momento y por iluminarlos en este camino de fe y amor.

**ASESOR**

MG. DANNY CORALES TERREL

## **JURADO**

PRESIDENTA: DRA., CLAUDIA MILAGROS, ARISPE ALBURQUEQUE

SECRETARIA: DRA. ROSA VICENTA, RODRÍGUEZ GARCÍA

VOCAL: MG. NITA GIANNINA LOVATO SÁNCHEZ

## INDICE

### **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

1.1. Planteamiento del problema.....	11
1.2. Formulación del problema. ....	13
1.3. Justificación.....	13
1.4. Objetivos.....	14
1.4.1. Objetivos Generales.....	14
1.4.2. Objetivos Específicos.....	14

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Base teórica.....	20
2.3. Terminología básica. ....	42
2.4. Hipótesis. ....	44
2.5. Variables.....	44

### **CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO**

3.1. Tipo y nivel de Investigación.....	45
3.2. Población y muestra.....	45
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	47
3.4. Plan de procesamiento de datos y análisis estadísticos.....	49
3.5. Aspectos éticos.....	50

### **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Resultados.....	51
4.2. Discusión.....	58

### **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones.....	62
5.2 Recomendaciones.....	62

REFERENCIAS.....	64
------------------	----

ANEXOS.....	69
-------------	----

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Distribución de frecuencias de Sexo.....	51
TABLA N° 2 Distribución de frecuencias según Grupos Etarios.....	51
TABLA N° 3 Distribución del grupo etario y Test de Time Up and Go Inicial.....	52
TABLA N° 4 Distribución del grupo etario y Test de Time Up and Go Final.....	54
TABLA N° 5 Prueba de Normalidad .....	55
TABLA N° 6 Prueba No Paramétrica para 2 muestras relacionadas.....	56



## RESUMEN

**Objetivo:** Identificar la efectividad del Xbox-Kinect para mejorar el equilibrio de adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018.

**Metodología:** La muestra estuvo conformada por 37 adultos mayores de 60 a 85 años, a quienes se les realizó una evaluación del equilibrio con el test time up and go pre y pos intervención mediante el Xbox-Kinect. El estudio fue de tipo Pre-Experimental pre y post prueba con un solo grupo control, observacional, prospectivo y longitudinal. Para la evaluación de los datos se utilizó el estadístico SPSS v20, siendo empleado para la comprobación de la hipótesis utilizo la prueba de wilcoxon.

**Resultados:** En la prueba inicial de equilibrio el porcentaje total de personas con riesgo leve de caídas es de 70,3% y de riesgo moderado a alto de caídas es de 29,7%. Luego de la intervención, en la prueba final se evidencio el porcentaje total de personas con riesgo de moderado a altero de caídas es 2,7%, con riesgo de leve de caídas es de 48,6% y de movilidad normal es de 48,6%.

**Conclusion:** la medida del equilibrio a través del Test Time Up and Go (TUG) al final de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect es diferente a la medida de equilibrio inicial. El programa de ejercicios con el uso de Xbox-Kinect es efectivo.

**Palabras claves:** Equilibrio, Xbox-Kinect, Realidad Virtual.

## SUMMARY

**Objective:** Identify the effectiveness of xbox-kinect to improve balance in adults over the age of than 60 to 85 years old from a center of adult major of the Agustino in the year 2018

**Methods:** The sample was made up of 37 adults over 60 to 85 years old, who underwent a balance assessment with the time up and go pre and post intervention test using the Xbox-Kinect. The study was of Pre-Experimental type pre and post test with a single control group, observational, prospective and longitudinal. For the evaluation of the data, the SPSS v20 statistic was used, being used to test the hypothesis I use the wilcoxon test.

**Results:** In the initial balance test, the total percentage of people with a slight risk of falls is 70.3% and a moderate to high risk of falls is 29.7%. After the intervention, the final test showed the total percentage of people at moderate to high risk of falls is 2.7%, with a risk of mild falls is 48.6% and normal mobility is 48, 6%

**Conclusion:** The measurement of balance through the Time Up and Go Test (TUG) at the end of the exercise program application with the use of the Xbox-Kinect is different from the initial balance measure. The exercise program with the use of Xbox-Kinect is effective.

**Key words:** Balance, Xbox-Kinect, Virtual Reality

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del problema**

La Organización Mundial De La Salud (OMS) nos informa que la proporción de personas mayores está aumentando rápidamente en todo el mundo. Según se calcula, entre 2000 y 2050 dicha proporción pasará de 11% a 22%. En números absolutos, el aumento previsto es de 605 millones a 2 000 millones de personas mayores de 60 años. Los adultos mayores pueden sufrir problemas físicos y mentales que es preciso reconocer. (1)

Las aplicaciones de algunas políticas de salud pública han permitido disminuir la morbimortalidad y con ello una mejor expectativa de vida que se refleja en el creciente número de la población adulta mayor. Esto constituye un reto para la sociedad, que debe adaptarse a los nuevos escenarios para mejorar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y su seguridad. (2)

En el Perú, según los resultados del Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas (INEI) informó que al 2015, la población adulta mayor ascendió a 3 millones 11 mil 50 personas que representan el 9,7% de la población. (3) En este proceso de envejecimiento de la población peruana, la proporción de la población adulta mayor de 5,7% en el año 1950 aumento a 10,4% en el año 2018. (4)

El envejecimiento es un proceso que acumula un deterioro progresivo de la capacidad física, mental y social. Un ejemplo de ello es el síndrome de inestabilidad asociado a la falta del equilibrio en el adulto mayor que se ha constituido en un tema de gran interés en la medicina debido a su alta prevalencia y gran impacto en la

calidad de vida de los pacientes pudiendo incluso provocar una incapacidad severa o la muerte.

Los datos estadísticos del INEI el tipo de discapacidad que afecta a la población adulta mayor, el 30,6% tiene dificultad para usar brazos y piernas, el 17,3% dificultad para oír, el 13,1% para ver y el 6,1% para entender o aprender, entre los principales. En tanto, el 31,2% de los adultos mayores discapacitados tienen dos o más discapacidades. (4)

Los estudios demuestran que la pérdida del equilibrio se produce cuando el centro de gravedad es desplazado por fuera de los límites de la estabilidad, es decir fuera de la óptima posición del centro de gravedad dentro de la base de sustentación.(5)

La alteración del sistema de control postural en edad avanzada, se ha asociado a la degeneración progresiva de los sistemas responsables de la postura, entre ellos los sistemas somatosensorial (Propioceptores y Mecanorreceptores), visual y vestibular.(6) Por lo tanto una alteración del equilibrio con el tiempo genera la limitación a la actividad funcional, déficit de la marcha, aumento del riesgo de caídas y la pérdida de la autonomía.

En adultos mayores, analizando el uso y la experiencia con los videojuegos, demuestran resultados positivos al combinar elementos del ejercicio físico con el entretenimiento. El presente trabajo de investigación ofrece una nueva alternativa de empleo de las plataformas virtuales para mejorar el equilibrio en los adultos mayores. En los últimos años la tecnología es una herramienta importante en la medicina, de la misma forma en el área de terapia física. Por ende, se plantea como objetivo identificar la efectividad del Xbox-Kinect para mejorar el equilibrio en pacientes adultos mayores del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018.

## **1.2. Formulación del problema**

### **Problema principal**

- ¿Cuál es la efectividad del Xbox-Kinect para mejorar el equilibrio en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018?

### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es el nivel de equilibrio antes de la aplicación del Xbox-Kinect en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018?
- ¿Cuál es el nivel de equilibrio después de la aplicación del Xbox-Kinect en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018?

## **1.3. Justificación**

La investigación tiene como objetivo identificar la efectividad del Xbox-Kinect para mejorar el equilibrio en pacientes adultos mayores. Al observar la realidad del adulto mayor nos damos cuenta que en el concurren diferentes disfunciones patológicas, producto del proceso de envejecimiento. Dentro de estas disfunciones, la pérdida del equilibrio es frecuente, trayendo como consecuencias una reducción variable de la actividad física y un riesgo de caídas.

En los últimos años la tecnología ha tenido un gran avance en el campo de la medicina y en el ámbito social. Dentro de las nuevas tecnologías, la aplicación de la realidad virtual puede constituirse como una estrategia innovadora que fomente

la participación e interacción del Adulto Mayor. En la presente investigación utilizamos la plataforma del Xbox- Kinect.

Con el uso del Xbox- Kinect se propone diversos movimientos que pueden contribuir a la mejoría de su control postural y capacidad física a lo largo del programa de rehabilitación. Los movimientos se asemejan a la práctica de actividades de la vida diaria y también a la práctica deportiva.

Estamos seguros que las nuevas tecnologías jugarán un papel esencial en la prevención y tratamiento del adulto mayor y evitarán también su exclusión en el ambiente tecnológico.

Este trabajo se considera pertinente porque aportará nueva información sobre la aplicación de una herramienta tecnológica en nuestro país, además el conocimiento y disposición de la plataforma hace que este trabajo sea viable para ser llevado a cabo.

#### **1.4. Objetivo**

##### **1.4.1. General**

- Identificar la efectividad del Xbox-Kinect para mejorar el equilibrio en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018.

#### **1.4.2. Específico**

- Identificar el nivel de equilibrio antes de la aplicación del Xbox-Kinect en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018.
- Identificar el nivel de equilibrio después de la aplicación del Xbox-Kinect en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del agustino en el año 2018.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1 Internacionales

**Sang D. Choi, Liangjie Guo et al (2016)** “La tecnología exergame e intervenciones interactivas para la prevención de caídas en adultos mayores: revisión sistemática de la literatura” .El objetivo del estudio de revisión es sintetizar la investigación disponible reportada en la tecnología exergame e intervenciones interactivas para la prevención de caídas en la población de edad avanzada. El diseño del estudio puede clasificarse ampliamente en dos categorías: 1) un solo grupo pre-post prueba (sin un grupo de control), y 2) el diseño de control pre-post prueba (con al menos un grupo control). A pesar de que los protocolos de intervención a través de los exergames y medidas de resultado para evaluar eficacia de la intervención es variada, las evidencias acumuladas revelaron que las intervenciones exergame mejoraron las funciones físicas y cognitivas en las personas mayores. (6).

**Barry G. et al. (2016)** en su estudio “Exergaming (Xbox Kinect ™) versus ejercicio tradicional basada en el gimnasio para el control postural, el flujo y la aceptación de la tecnología en adultos sanos: un ensayo controlado aleatorio.”, cuyo objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de exergaming usando Xbox Kinect en comparación con el ejercicio tradicional basada en el gimnasio sin estímulos virtuales en el control postural, aceptación de la tecnología, el flujo a la experiencia y la intensidad del ejercicio, en adultos jóvenes sanos. La muestra estuvo comprendida por 44 adultos sanos. Los participantes fueron asignados al azar a uno de dos grupos: Grupo de entrenamiento de equilibrio con XBOX Kinect ™ y Grupo de ejercicios tradicionales basados en el gimnasio. Todos los participantes



completaron tres sesiones de ejercicio de 30 minutos por semana durante cuatro semanas. El balanceo postural se midió usando una plataforma Kistler™ Force durante la posición de pie unipodal. En conclusión la demanda fisiológica del ejercicio fue emparejada entre los grupos, pero el grupo exergaming es percibido como menos exigente y de menor intensidad, también ofrece un método alternativo de ejercicios de rehabilitación y es aceptado e intrínsecamente motivante.(7)

**Caba-Rubio A. et al, (2015)** en el “Estudio piloto de la aplicabilidad de Kinect en terapias no farmacológicas sobre población con deterioro cognitivo”. Tuvo como objetivo probar la influencia del dispositivo Kinect utilizando el método RETAD (rehabilitación y entrenamiento con tecnologías para Alzheimer y otras demencias) sobre las áreas física, psicomotriz, cognitiva e interacción social. Presenta un estudio comparativo pre y post-intervención, se contó con 89 participantes con diversos grados de deterioro cognitivo se realizó 12 sesiones usando como herramienta la consola Xbox- Kinect. Se aplicó las siguientes herramientas de medida: Trunk Impairment Scale, Tinetti, Time Up & Go Test, escala de estimación psicomotriz ad hoc y Functional Independence Measure. Tras la intervención, los participantes mejoraron el control postural y el desempeño de la marcha, disminuyó el riesgo de caída y se observaron mejoras en todas las áreas de intervención, con relaciones estadísticamente significativas entre los resultados pre y post-intervención ( $p < 0,05$ ). (8)

**Kathleen A. Bieryla (2015)** en su estudio “Entrenamiento del Xbox Kinect para mejorar las medidas clínicas del equilibrio en los adultos mayores: un estudio piloto”. Con el objetivo de investigar la viabilidad del uso de la Xbox Kinect para la formación de mejores medidas clínicas de equilibrio en adultos mayores y retener mejorías después de un período de tiempo. Su muestra fue de trece adultos sanos de edad mayores de 70 años se dividieron aleatoriamente en dos grupos. El grupo experimental entreno durante 3 semanas, mientras que el grupo control continuó con las actividades normales. Cuatro medidas clínicas de equilibrio fueron evaluadas antes del entrenamiento, de 1 semana y 1 mes después del entrenamiento: Escala de Berg (BBS), Fullerton equilibrio avanzado (FAB) escala, alcance funcional (FR), y la prueba de Time Up and Go (TUG). El grupo experimental aumentó significativamente su BBS y FAB después de la formación, mientras que el grupo de control no lo hizo. No hubo cambios significativos en los grupos con FR y TUG. En conclusión un programa de entrenamiento usando el Kinect con juegos disponibles comercialmente era factible con adultos mayores. (9)

**Muñoz J. et al (2013)** “Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física”. Tuvo como objetivo determinar el nivel de interés despertado en una intervención, que tienen los exergames como herramienta para la promoción de la actividad física. Se realizaron intervenciones dentro de 8 gimnasios y centros de acondicionamiento físico (CAF), su muestra fue de 384 personas, emplearon una encuesta como instrumento de recolección. La implementación de los exergames en los lugares evaluados fue considerada como una experiencia positiva para el

98% de los usuarios, quienes ven el uso de los sistemas interactivos como una alternativa para realizar la actividad física, resaltando la orientación en tiempo real para la corrección de gestos y posturas, las dinámicas de juego, la medición cuantitativa del gasto energético y la versatilidad y variedad de los contenidos virtuales. En conclusión los videojuegos de ejercicio son capaces de generar ambientes de motivación en gimnasios y CAF. (10)

**Gatica Rojas V. et al. (2010)** en su estudio “Impacto del Entrenamiento del Balance a través de Realidad Virtual en una Población de Adultos Mayores”. Cuyo objetivo fue reeducar el balance y control postural en los adultos mayores a través del uso de realidad virtual. Participaron 20 sujetos adultos mayores. Se utilizó un modelo de intervención de 8 semanas. Se evaluó el balance y control postural a través de una plataforma posturográfica estática (Estándar y Tándem) antes de comenzar la intervención, a las 3, 6 y 8 semanas de tratamiento. En la prueba de apoyo Bipodal o Estándar se obtuvo una disminución del 30% respecto de los valores iniciales. En la prueba Tándem, el área de desplazamiento del centro de presión (COP) disminuyó de manera significativa en la fase de vista al frente, lo que significa una disminución progresiva del 28% ( $p < 0,01$ ). En conclusión, el entrenamiento con RV (Nintendo Wii Fit) contribuye de manera significativa en mejorar el balance y el control postural en los adultos mayores. (11)

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **2.2.1 EQUILIBRIO**

El equilibrio se define como el proceso por el cual controlamos el centro de masa (CDM) del cuerpo respecto a la base de sustentación, sea estática o dinámica. Por ejemplo, cuando estamos de pie en el espacio, nuestro objetivo primario es mantener el CDM en los confines de la base de sustentación, mientras que cuando caminamos, desplazamos continuamente el CDM respecto a la base de sustentación, la cual restablecemos a cada paso. Aunque con frecuencia consideremos que estar de pie y erguidos en el espacio constituye una tarea del equilibrio estático, y que inclinarse en el espacio o caminar son tareas del equilibrio dinámico, recuerda que mantener una posición erguida estable también implica la contracción activa de distintos grupos de músculos para controlar la posición del CDM ante la fuerza desestabilizadora de la gravedad. (12)

Para el mantenimiento del equilibrio es necesario que la proyección al suelo del centro de gravedad se mantenga en el interior de la superficie de apoyo (base de sustentación), que en el caso de la postura bípeda es el polígono en que se encuentran los pies. Para reducir al mínimo el efecto de la gravedad y el gasto energético, en el equilibrio en bipedestación, el cuerpo se mantiene alineado, de tal manera que la línea vertical de la gravedad, en un plano sagital, baja por el centro de la zona mastoidea y un poco por delante de las articulaciones del hombro, la cabeza y el tobillo. (13)

### **2.2.1.1 TIPOS DE EQUILIBRIO**

- **Equilibrio Estático:** Se define como el control motor para mantener la posición del cuerpo contra la gravedad de pie o sentado, en determinado espacio y momento.(13)
- **Equilibrio Dinámico:** Se define como el control motor para mantener la posición del cuerpo en movimiento sobre una superficie de apoyo estable, como en el caso de los cambios de posición sentada a la de pie o al caminar. Este tipo de equilibrio está presente en cada uno de los movimientos dinámicos.(13)

### **2.2.1.2 INSTRUMENTO PARA MEDIR EQUILIBRIO**

- **TEST TIME UP AND GO**

El test time up and go tiene una buena documentación y está bien estandarizado en Chile, siendo una buena herramienta para medir equilibrio funcional y un buen indicador del riesgo de caídas. Es utilizado en evaluación ambulatoria por el corto tiempo que requiere para ser aplicado. Se realiza en personas con marcha independiente y es fácil de aplicar. Los resultados son interpretados de la siguiente manera: Un tiempo menor a 10 segundos presenta movilidad normal, de 11 - 20 segundos indica riesgo leve de caída, un tiempo > 21 segundos indica una movilidad con moderado a alto riesgo de caída (14)

### **2.2.2 CONDICIONES DEL EQUILIBRIO**

- **Centro de gravedad:** Se considera como la fuerza gravitatoria del peso del cuerpo que actúa sobre un punto. En bipedestación el centro de

gravedad se ubica por delante del segmento S2 y en sedente se ubica en el segmento D7. Asimismo el CDG está sujeto a desplazamientos dentro de la base de sustentación durante los movimientos.

- **Base de sustentación:** Es la zona en la que el cuerpo se encuentra en apoyo, en la posición de bipedestación el apoyo se encuentra dentro de un polígono de sustentación, delimitada por los márgenes externos del apoyo de los dos pies, la parte anterior de la línea que une los dos dedos más salientes de cada pie y por detrás la línea que une los talones.
- **Proyección de línea de gravedad sobre la base de sustentación:** Se traza una línea imaginaria perpendicular al suelo. Esta línea debe pasar por el medio del centro de gravedad y caer en el medio del polígono de sustentación. Cuando la línea de gravedad cae dentro de la base de sustentación tendremos el máximo equilibrio, a medida que haya un desplazamiento se produce la alteración de los límites la estabilidad.

### 2.2.3 BASES FISIOLÓGICAS

En el mantenimiento de la postura, el ser humano tiene múltiples mecanismos reguladores que incluyen núcleos y estructuras de la médula espinal, el tallo encefálico y la corteza cerebral. Además de participar en la postura estática también participan, junto con los sistemas corticoespinal y corticobulbar, en el inicio y control del movimiento. (13)

- **Médula espinal:** En la médula espinal, los impulsos aferentes producen respuestas reflejas simples; en niveles superiores, las respuestas

motoras son más complejas. Durante el movimiento voluntario es necesario realizar ajustes en la postura para mantener el cuerpo en una posición vertical y equilibrada. Estos mecanismos incluyen reflejos estáticos mantenidos y reflejos dinámicos a corto plazo. Ambos reflejos se integran en varios niveles del sistema nervioso central, desde la médula hasta la corteza.

La médula espinal dispone de los circuitos neuronales necesarios para la marcha. Estos circuitos generadores de patrón central pueden provocar los movimientos alternativos de los músculos flexores y extensores necesarios para caminar. El mecanismo reflejo de la marcha es controlado por la médula espinal. La flexión hacia delante de una extremidad va seguida por una extensión hacia atrás. A continuación, se produce una nueva flexión y el ciclo se repite.

No sólo la médula controla la locomoción, sino que intervienen otras estructuras en niveles superiores del sistema nervioso central.

La estrategia general de la locomoción requiere el generador de patrón central, y utiliza mecanismos sensoriales de retroalimentación.

- **Tronco encefálico:** El control de la posición, el ajuste de la posición erecta y la locomoción son funciones del tronco encefálico. A partir de la información que reciben, los núcleos del tronco cerebral, mediante los fascículos espinales descendentes, influyen sobre la actividad de las motoneuronas medulares alfa y gamma, en especial las que inervan los músculos extensores de los miembros inferiores y del tronco, que mantienen la postura venciendo la fuerza de la gravedad.

En las zonas más craneales del tronco encefálico están programados los automatismos motores rítmicos, como el de la marcha. El tronco encefálico contiene los mecanismos de control de la postura y del equilibrio, y para iniciar la locomoción.

Como respuesta a los desequilibrios, los desplazamientos de la cabeza y el tronco que tienen lugar ante una pérdida de equilibrio, se ponen en marcha reflejos vestibulares en el tronco encefálico, determinantes para las modificaciones del tono postural, que compensan y estabilizan la nueva posición.

- **Información aferente:** Las señales aferentes de los husos neuromusculares, los órganos tendinosos de Golgi, los receptores articulares y los receptores sensoriales de la piel y el tejido subcutáneo desempeñan un papel importante en el control de la marcha. La médula espinal posee la maquinaria necesaria para generar la locomoción, pero carece de mecanismos de control de la postura y el equilibrio.
- **Corteza cerebral:** Las neuronas de la corteza motora primaria controlan la fuerza, longitud, posición y movimiento de las articulaciones. Gracias a las conexiones con la corteza somato sensorial, pueden responder a estímulos sensoriales también. En última instancia, es la corteza cerebral la que permite la puesta en marcha, activación o modificación de los patrones motores de movimientos de niveles inferiores, medulares o del tronco.



El cerebelo participa en la estabilización de la postura ante cambios rápidos de posición, los giros y las modificaciones bruscas en el sentido del movimiento.

#### **2.2.4 SISTEMAS QUE CONFORMAN EL EQUILIBRIO**

a) Sistema Visual: Proporciona información relacionada a:

- La posición de la cabeza en el espacio.
- Orientación de la cabeza para mantener el nivel de la mirada.
- Dirección y velocidad de los movimientos de la cabeza dado que cuando ésta se mueve, los objetos circundantes se mueven en la dirección opuesta.

Este estímulo puede utilizarse para mejorar la estabilidad de una persona cuando la información propioceptiva es poco fiable mediante la fijación de la mirada en un objeto.

b) Sistema Vestibular:

- Proporciona información del movimiento de la cabeza con respecto a la fuerza de gravedad y las fuerzas inerciales. Los receptores en los canales semicirculares (CSC) detectan la aceleración angular de la cabeza, mientras que los receptores que recogen el movimiento de los otolitos como los que hay en el utrículo y el sáculo, detectan la aceleración lineal y la posición de la cabeza con respecto a la gravedad.
- Los CSC son particularmente sensibles a los movimientos rápidos de la cabeza, como al caminar o durante episodios de desequilibrio. Los

otolitos responden a movimientos lentos de la cabeza como en el caso de los balanceos posturales.

- El sistema vestibular no puede dar información respecto de la posición del cuerpo, y por ello necesita información adicional, en particular desde los mecanorreceptores de la zona cervical, para que el SNC establezca una orientación acertada de la cabeza en relación al cuerpo.
- El sistema vestibular utiliza vías motoras originadas en los núcleos vestibulares para el control postural y la coordinación de los movimientos de los ojos y la cabeza.

c) Sistema Somatosensorial:

Se denomina organización sensorial a la capacidad que tiene el SNC de suprimir los estímulos imprecisos, y de seleccionar y combinar los estímulos sensoriales apropiados de los sistemas visual y vestibular. La organización sensorial para el control del equilibrio requiere que las aferencias vestibular, visual y somatosensorial por lo general se combinan perfectamente para producir el sentido de la orientación y movimiento. La información sensorial entrante se integra y procesa en el cerebelo, los núcleos de la base y las áreas motoras suplementarias. La mayoría de los individuos puede compensar bien uno de los tres sistemas en caso de deterioro.

- Encargado de proporcionar información sobre la posición del cuerpo y de las distintas partes del cuerpo entre sí con la superficie de soporte.
- La información viene desde los diferentes propioceptores: los husos musculares, que son sensibles a la longitud del músculo, los órganos

tendinosos de Golgi, que son sensibles a la tensión en el tendón, los receptores de las articulaciones, que son sensibles a la posición, movimientos y estrés de las articulaciones o los mecanorreceptores de la piel sensibles a las vibración, tacto ligero, presión profunda y al estiramiento de la piel.

- En bipedestación, sobre una superficie que se mueve, los impulsos que ingresan al cuerpo con respecto a la superficie, no son apropiadas para mantener el equilibrio; por lo tanto el organismo hace uso de otras entradas sensoriales para tener estabilidad en esas condiciones.
- Los receptores de los husos musculares son los principales responsables de proporcionar la sensación de posición de la articulación, mientras que la función principal de los receptores articulares, es asistir al sistema motor gamma en la regulación del tono muscular y la rigidez para proporcionar ajustes posturales anti gravitatorios y contrarrestar perturbaciones posturales inesperadas.

### **2.2.5 ENVEJECIMIENTO**

Denominamos envejecimiento a todos los cambios biológicos estructurales y funcionales desde el desarrollo embrionario hasta la senectud. Se trata de un proceso complejo e irreversible que ocurre en todo ser vivo.

No existe una definición de envejecimiento lo suficientemente convincente por lo que según Brocklehurst (1985) sería un proceso progresivo de desadaptación del individuo al medio que lo rodea, que termina con la muerte. (15)

Presentamos un envejecimiento fisiológico en relación a la edad del individuo y un envejecimiento patológico fundamentalmente relacionado con enfermedades.

Existen consecuencias que afectan al adulto mayor como los cambios fisiológicos que se van presentando como proceso natural del envejecimiento.

- En el sistema cardiovascular se produce una disminución del gasto cardíaco, la disminución de la frecuencia cardíaca, elevación de la presión arterial, aumento del tejido conectivo.
- En el sistema respiratorio va haber un incremento de la rigidez de la caja torácica, incremento del volumen residual, reflejo tusígeno disminuido e incremento a infecciones respiratorias.
- En el sistema digestivo va a presentarse disminución de la masticación, disminución de la absorción de electrolitos, agua y vitaminas y disminución de las funciones metabólicas como síntesis de proteínas.
- En el sistema neurológico se presentará atrofia cerebral, disminución de reflejos posturales, pérdida de función en áreas cognitivas, disminución de la memoria y concentración y limitación de algunas actividades con frecuencia a caídas.
- En el sistema sensorial vamos a encontrar disminución de la agudeza visual, disminución de la audición, dificultad en entender y hablar.
- En el sistema musculoesquelético va a presentarse osteoporosis, sarcopenia, enfermedades reumáticas, entre otras disfunciones.

### **2.2.5.1 EQUILIBRIO Y ENVEJECIMIENTO**

Uno de los principales síndromes geriátricos con mayor prevalencia en los adultos mayores es la inestabilidad o pérdida del equilibrio. Esta alteración del equilibrio se manifiesta al realizar las actividades de vida diaria y cuando encontramos riesgos ambientales para el desempeño. Los cambios en los sistemas corporales que intervienen en el equilibrio y la movilidad son una consecuencia inevitable del envejecimiento. (12)

Los sistemas que se involucran en la pérdida del equilibrio por el envejecimiento son:

- Sistema sensorial ( Alteración propioceptiva y de la sensibilidad)
- Sistema visual ( Déficit de información visual)
- Sistema vestibular ( Asociado a alteraciones neurológicas)
- Sistema motor ( Déficits de la función músculo-esquelética)

Cuando se altera más de un sistema y se producen cambios funcionales a nivel del sistema nervioso central se alteran las respuestas del control motor. Por lo cual el adulto mayor manifiesta una disfunción motora evidente, empleando situaciones de estrategia y compensaciones para la ejecución de los movimientos.

La pérdida del equilibrio requiere de una atención óptima, ya que si un adulto por el incremento de su edad presenta un alto riesgo de caída, este tendría consecuencias muy graves en su calidad de vida y en otras circunstancias ser un factor mortal. Es necesario que los adultos mayores que presenten riesgos de caída a falta de equilibrio se integren a programas que mejoren el equilibrio y su capacidad física.

### **2.2.5.2 APRENDIZAJE Y ENVEJECIMIENTO**

El envejecimiento natural presenta cambios a nivel físico, cognitivo y social. Las capacidades de las personas disminuyen de manera individual, por lo cual no existen alteraciones que afecten de manera general al adulto mayor. Del mismo modo las habilidades cognitivas en la población de la tercera edad sufren cambios a nivel de la atención, memoria y aprendizaje, que en su mayoría son provocados por afecciones cerebrales progresivas e irreversibles.

Una de las características del adulto mayor en el aprendizaje es que presentan cierta lentitud para la adquisición y retención de la información, en su mayoría relacionado al nivel intelectual, cultural y motivacional.

Por otro lado los facilitadores del aprendizaje se relacionan mejor con los adultos mayores que permanecen activos con buen nivel intelectual, dinamismo mental, buen estado físico corporal. Así mismo cada una de las actividades que pueda desempeñar el adulto mayor se debe realizar con situaciones motivantes, de forma intercambiable y dinámica mediante el trabajo en grupo y las interacciones personales.

Existen teorías que ayudan a confirmar que los adultos mayores pueden aprender.

- La teoría de modificabilidad cognitiva estructural, creada por el profesor Reuven Feurstein, permite realizar una revisión de tareas, situaciones y problemas, que modifican las funciones cognitivas deficientes, y de esta manera poder lograr nuevas habilidades en base a experiencias

anteriores o nuevas. Por lo que los adultos mayores pueden aprender a aprender.(16)

- El modelo de las tres fases en el aprendizaje de las habilidades motoras, creadas por Fitts y Posner, describen en la primera fase la comprensión de la naturaleza y el objetivo de la actividad, la cual recibe el nombre de fase cognitiva de aprendizaje. La segunda fase, se caracteriza por la elección de la mejor estrategia para realizar la actividad, comienza a perfeccionar la habilidad entrenada y recibe el nombre de fase asociativa. La tercera fase o fase autónoma se basa en el automatismo de la habilidad y en el bajo grado de demanda cognitiva requerida para su desarrollo.(17)

Según Shumway- Cook y Woollacott (2012) define el aprendizaje motor como un conjunto de procesos asociados con la práctica o experiencia que implica cambios relativamente permanentes en la capacidad para producir una acción competente. (18)

Los programas de atención al adulto mayor compuesto por un equipo multidisciplinario utilizan diversas estrategias de tratamiento para facilitar los medios de formación continua en función a las necesidades de las personas.

Por lo tanto el desarrollo de actividades que mejoren el aprendizaje en el adulto mayor no tan solo mejoran el estado cognitivo y afectivo. La mejora de sus capacidades causa un mayor impacto de transformación en el desarrollo de las actividades de la vida diaria y como consecuencia de ello se obtiene efectos positivos en la percepción de la salud y la satisfacción de la calidad de vida.

### **2.2.6 REALIDAD VIRTUAL**

Se define como “El uso de simulaciones interactivas creadas con hardware y software para presentar a los usuarios oportunidades para participar en entornos que aparecen y se sienten similares a los objetos y eventos del mundo real.”(19)

La tecnología de la realidad virtual es un potencial que permite al individuo interactuar y estar inmersos en un ambiente virtual. “Un ambiente virtual es una simulación del ambiente de la vida real que se genera gracias a un software informático y que un usuario puede experimentar a través de un interfaz ser humano y máquina”. (20)

Las características fundamentales de la realidad virtual son:

1. Interacción: Es la capacidad de interactuar con el mundo virtual en un tiempo real.
2. Inmersión: Es la sensación encontrarse físicamente en el ambiente virtual, perdiendo contacto con el mundo exterior y solo interactuando con los estímulos del espacio virtual.
3. Tiempo Real: Aporta la capacidad de movilizar nuestro cuerpo en el entorno virtual al mismo tiempo que se realiza en el ambiente exterior.

Existe una amplia variedad de interfaces que permiten la interacción con un ambiente virtual, dentro de los cuales son comunes los joystick hasta los complejos sistemas de cámaras infrarrojo como el Kinect que permite la captura de movimiento, también existen sistemas hápticos que pueden proporcionar un feedback táctil y proporcionarle al usuario la sensación de



manipular objetos en tiempo real. La realidad virtual se puede considerar como un medio de comunicación que permite la retroalimentación multisensorial.

#### **2.2.6.1 DIFERENTES SISTEMAS DE LA REALIDAD VIRTUAL**

1. Sistemas desktop de realidad virtual: El usuario observa la imagen en directo. Muestran una imagen 2D o 3D en una pantalla de computadora en lugar de proyectarla a un HMD. El usuario viaja en cualquier dirección dentro del mundo tridimensional que se muestra en un monitor, casco, gafas o pantalla de proyección (videojuegos).

2. Realidad virtual en segunda persona: El usuario se ve a sí mismo dentro de la escena. Es un integrante “visible” del mundo virtual porque ve la proyección de su imagen en un fondo o ambiente. Este sistema involucra percepciones y respuestas en tiempo real a las acciones de los humanos involucrados, que no llevan cascos, guantes, HMD's, gafas o cualquier otro tipo de interfaz.

3. Telepresencia: Los sistemas de telepresencia forman el grupo de aplicaciones de realidad virtual. Cámaras, dispositivos táctiles y de retroalimentación, ligados a elementos de control remoto que permiten manipular robots o dispositivos ubicados a distancia mientras se experimentan en forma virtual (Telemedicina, Telerrobótica).

4. Sistemas de inmersión de realidad virtual: Sumergen al usuario en el mundo virtual, utilizando sistemas visuales tipo CAVE, con sensores de posición y movimiento. El usuario en el mundo virtual responde a los movimientos de la cabeza de manera similar a como ocurre en el mundo real.

En los mundos de inmersión existen en 3 dimensiones. A través del envío de imágenes ligeramente diferentes a cada ojo se habilita la sensación de profundidad, perspectiva y dimensión.

#### **2.2.6.2 REALIDAD VIRTUAL EN TERAPIA FÍSICA**

La realidad virtual es una estrategia complementaria al tratamiento de la rehabilitación, la recreación de los entornos virtuales permite desarrollar un entrenamiento funcional el cual puede ser guiado por un fisioterapeuta, que considerara las limitaciones motoras del usuario y así propiciar un ambiente seguro para su tratamiento y evolución.(21)

Esta nueva tecnología genera un ambiente multisensorial el cual es propicio para el tratamiento de los usuarios, se interactúa con estímulos somatosensoriales, visuales, auditivos y vestibulares. Estudios han demostrado la eficacia de la realidad virtual en tratamientos pediátricos y geriátricos.

Los elementos fundamentales para una rehabilitación son el feedback, la repetición y la motivación del paciente. El feedback que es la retroalimentación en conjunto con la repetición son los causantes del aprendizaje motor, asimismo la motivación está ligada con las diferentes actividades con la que interactúa el usuario el cual le genera una sensación más atractiva. (21)

La experiencia de la realidad virtual como herramienta tecnológica también está desarrollado dentro del contexto de la terminología establecida por la clasificación internacional del funcionamiento y la discapacidad y la salud (CIF).

Según R. Kizony “Se presenta un modelo que ayuda identificar la lógica del uso clínico de la realidad virtual en la terapia física, demostrando su eficacia en el desempeño del mundo real. (Fig-1) (21)

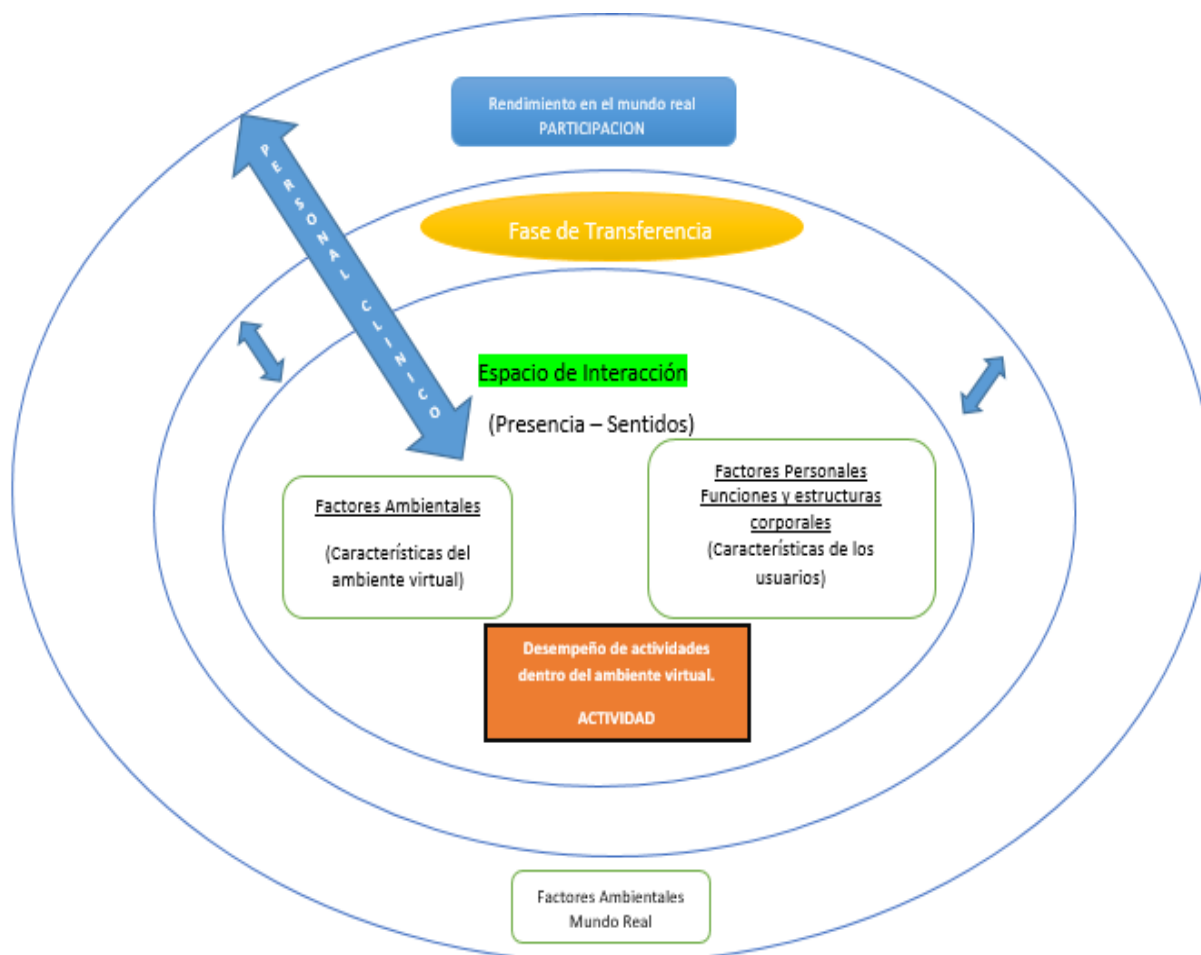


Figura 1: Un modelo de rehabilitación basado en Realidad virtual dentro del contexto de la terminología del clasificador internacional de funcionamiento, discapacidad y salud. (Autores: R. Kizony, N Katz y PL Weiss)

La realidad virtual en la rehabilitación permite al usuario centrarse en las actividades interactivas virtuales y desprenderse temporalmente del ambiente real. Las características del entorno virtual interactúan con las características propias de cada usuario para determinar qué tarea dentro del

ambiente virtual puede desarrollar. El fisioterapeuta actúa como un facilitador del aprendizaje motriz en el desarrollo de actividades en el ambiente virtual y su principal objetivo es aumentar la participación del usuario en el mundo real.

### **2.2.7 EXERGAMES**

Los exergames derivan de dos palabras, Exercise “Ejercicios” y Games “Juegos”. Los videojuegos de ejercicio físico son interactivos y su interacción se basa en diferentes dispositivos que permiten mayor implicación del cuerpo diferenciándose de los controladores típicos periféricos (Joystick, mandos, mouses y teclados) que en su mayoría producen sedentarismo en las personas. La supresión de los periféricos como el teclado y el mouse en las diferentes plataformas de control, han permitido la constante hibridación de los dispositivos de interacción por gestos. Mientras el uso y la interpretación de los gestos permiten una gran aplicabilidad en diferentes escenarios ,como en los videojuegos, tecnologías emergentes usadas por consolas como “PlayStation Move” de Sony; “Xbox Kinect” de Microsoft o “Wii” de nintendo, ofrecen entrada de datos mediante gestos sin contacto con superficies.(22)

Según Susan Caparosa “Los videojuegos que requieren actividad física tienen el potencial de aumentar la actividad física y reducir el tiempo de que los adultos mayores pasan siendo sedentarios, ya que son uno de los grupos menos activos en la sociedad.”(23)

Estas nuevas plataformas interactivas permiten a la persona interactuar con los movimientos corporales, además que genera en cada persona una sensación gratificante y motivación para la práctica continua de ejercicios.

El uso de esta nueva tecnología y medio interactivo para la actividad física se ha desarrollado con fines educativos e interactivos como potencial para mejorar el grado de participación social. Cabe agregar que la aplicación de los exergames genera un aprendizaje motor continuo en las personas, el proceso de retroalimentación facilita integración sensorio-motora y en particularidad las funciones de coordinación y equilibrio.

### **2.2.8 XBOX-KINECT**

El Kinect para Xbox 360, o simplemente Kinect que originalmente recibía el nombre de "Project Natal" es un controlador de juego libre y de entretenimiento creado por Alex Kipman, desarrollado por Microsoft para la videoconsola Xbox 360 en el año 2010. Esta plataforma virtual permite a los usuarios controlar e interactuar con la consola sin ningún periférico de contacto físico, se interactúa mediante un interfaz de reconocimiento de gestos, comandos de voz e imágenes. (24)

El dispositivo Kinect cuenta con ciertas características que lo hace ser un procesador personalizado, presenta una cámara RGB, un sensor de profundidad, un micrófono de múltiples matrices. También proporciona la captura de movimiento de todo el cuerpo en 3D, reconocimiento facial y capacidad de reconocimiento de voz.

El sensor Kinect es una barra horizontal de aproximadamente 23 cm, conectada a una pequeña base circular con un eje de articulación, y se encuentra diseñado para colocarse por encima o por debajo de la pantalla de video.

#### **2.2.8.1 CÁMARA RGB**

Es una cámara de video de la Kinect que provee una alta resolución de imagen al dispositivo, puede trabajar en varias resoluciones desde 1280x1024 pero comúnmente se ocupa de la resolución de 640x480.

#### **2.2.8.2 MICRÓFONOS**

Kinect presenta en su interior 4 micrófonos. Utiliza varios canales de sonido para poder centrarse en fuentes de sonidos individuales a su vez contiene un procesamiento de señales digitales. El software puede realizar el análisis de las señales entrantes para identificar la dirección de una fuente de sonido en particular y permite que el sensor ignore los sonidos no deseados. La Kinect hace posible reconocer diferentes fuentes de voces en una situación en donde hay más de una persona utilizando el comando de voz.

#### **2.2.8.3 CÁMARA DE PROFUNDIDAD**

Se presentan dos elementos en este aspecto de la cámara de profundidad. En primer lugar, encontramos al proyector infrarrojo que proyecta un campo de puntos en el escenario de interacción frente al sensor. En segundo lugar encontramos a la cámara infrarroja que es el lector de los puntos refractados en el escenario.

El sensor de profundidad es un proyector de infrarrojos combinado con un sensor monocromo que permite a Kinect ver la habitación 3D en cualquier condición de luz ambiental. El rango de detección de la profundidad del sensor se puede calibrar automáticamente por el software del Kinect, basándose en la jugabilidad y el ambiente físico del jugador.

#### **2.2.8.4 SEGUIMIENTO DEL ESQUELETO**

Una vez que se crea la imagen de profundidad y se logra la figura humana, es posible establecer un modelo anatómico basado en las principales articulaciones del cuerpo como coordenadas 3D. El SDK de Kinect proporciona información sobre la posición del esqueleto que se puede utilizar en los juegos y otros programas.

El SDK de Kinect puede realizar un seguimiento de seis esqueletos, al mismo tiempo. Para cuatro de los cuerpos solo se proporciona la ubicación sencilla, pero a dos se realizará un seguimiento en detalle.

#### **2.2.9 FUNCIONAMIENTO DE LA KINECT**

Paso 1: La Kinect mide la distancia que hay entre el jugador y la cámara, y la distancia a otros puntos de tu cuerpo. Esto se produce gracias a que la Kinect proyecta una luz infrarroja, el cual es invisible al ojo humano, esta luz mide la profundidad del ambiente en el que la persona se encuentra. Con la cámara infrarroja detecta la luz y mide la distancia que existe entre los objetos.

Paso 2: El software comienza a reconocer cada una de las partes del cuerpo.

Paso 3: Basándose en las diferentes áreas corporales encontradas, el software empieza a dibujar un esqueleto en su sistema con las partes del cuerpo que ha reconocido.

Paso 4: Una vez que el software ha determinado las partes del cuerpo, empieza a darle forma a un avatar muy simple en 3D en el videojuego.

Paso 5: Por último, cada vez que la persona realice un nuevo movimiento el controlador del juego realizará este proceso en milisegundo, lo que le permitirá al Xbox guardar y usar la información para controlar el juego.

#### **2.2.10 CARACTERÍSTICAS DE UN AMBIENTE VIRTUAL**

Para la aplicación del Kinect y la experiencia del usuario sea positiva se aplican una serie de factores en el entorno que harán posible una interacción productiva y así reducir las probabilidades de interacciones alteradas.

- **Personas:** El entorno está diseñado para un promedio de 4 personas frente al sensor, se debe asegurar un seguimiento adecuado y diseñar el espacio de manera que otras personas no interfieran entre el usuario y sensor Kinect.
- **Tamaño de la pantalla visual:** La elección de la pantalla se relaciona con la distancia con la que el usuario interactúa y también a su comodidad visual.
- **Iluminación:** Asegúrese de que la sala tenga suficiente luz para que su cara sea claramente visible y esté bien iluminada. Intente disminuir la iluminación trasera o lateral, en especial la proveniente de una ventana. Ilumine a los jugadores desde el frente, como si les estuviera tomando una fotografía, asegúrese de que la habitación esté bien iluminada.



- Distancia: El sensor de la cámara necesita esa distancia mínima de 1,8 metros para que el jugador pueda ser visible por el mismo. En el caso de que jueguen dos personas, esta distancia se incrementa hasta los 2,5 metros.
- Objetos adicionales o ropa inadecuada: Los objetos pueden cambiar drásticamente la forma de un humano y pueden confundir el seguimiento del esqueleto. La ropa de material reflectante a la luz infrarroja puede que haga menos fiable el seguimiento del esqueleto
- Colocación del sensor: El sensor debe encontrarse sobre una superficie plana y estable. Se ubica a una distancia comprendida entre 0,6 m (2 pies) y 1,8 m (6 pies) del suelo: cuanto más alto, mejor. Evitar la luz directa y la ubicación de objetos que obstaculicen el campo de la visión del Kinect
- Ruido Ambiental: Si se utiliza el comando de voz, se debe tener en cuenta que el usuario debe encontrarse en un ambiente tranquilo y sin ruido, y si hay niveles de ruido el usuario debe encontrarse más cerca del dispositivo.
- Espacio y seguridad: El juego con el Kinect requiere distintas variaciones de movimiento, por lo cual el otro jugador se debería ubicar a un metro de distancia lateral. También asegurarse que no haya materiales que dificulten los movimientos. El piso debe ser nivelado y antideslizante, y debe asegurarse de usar un calzado apropiado.

### **2.2.11 VENTAJAS DEL USO DEL XBOX KINECT**

- Adherencia al tratamiento de personas jóvenes , adultos y adultos mayores
- Alta motivación
- Fácil comprensión y simple de usar
- No requiere de controles para la ejecución del juego
- Pueden jugar de dos a cuatro usuarios a la vez
- Gran movilidad en el espacio
- Juegos desafiantes con la capacidad de regular el nivel de dificultad
- Permite al terapeuta facilitar los movimientos, controlar la consistencia y calidad de estímulos.
- Produce en su totalidad el movimiento del usuario
- Uso potencial para toda la familia en el hogar

Según Cano de la Cuerda et al (2017) un factor determinante para la implementación de sistemas de realidad virtual en los programas de neurorrehabilitación es la motivación del paciente. Las terapias convencionales incluyen ejercicios repetitivos y monótonos que en ocasiones, pueden provocar una pérdida de interés por parte de los pacientes. (25)

### **2.3. Terminología Básica**

Adulto Mayor: Son el grupo etario que comprende personas que tienen más de 60 años para los países en vías de desarrollo y de 65 años a los que viven en países desarrollados. Por lo general se considera que los adultos mayores son pertenecientes a la tercera edad.

Realidad Virtual: Es la simulación de la realidad cotidiana que se crea con base de un sistema informático, el cual se encarga de generar los entornos sintéticos con los cuales el usuario puede interactuar de manera similar a como lo haría en el mundo real.

Exergames: son videojuegos interactivos que tienen como método de entrada los movimientos del cuerpo.

Xbox-Kinect: El sensor Kinect de Microsoft provee una nueva forma en que los usuarios interactúan con sus computadoras, la Kinect cuenta con tres tipos de sensor que pueden detectar video usando una cámara de alta resolución, sonido usando micrófonos y profundidad con una cámara de profundidad.

Interacción: Permite al usuario actuar, controlar e interactuar sobre el dispositivo del Xbox Kinect, mediante un interfaz de movimientos, gestos, voz y lo más importante que permite detectar las formas y siluetas de los individuos.

Inmersión: Es la desconexión de los sentidos del mundo real y la conexión al mundo virtual es decir deja de percibir el entorno que lo rodea y pasa a estar inmerso en el mundo virtual.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1 General**

El Xbox- Kinect es efectivo para mejorar el equilibrio en adultos mayores de 60 a 85 años del Centro de Adulto Mayor del Agustino en el año 2018

## **2.5. VARIABLES E INDICADORES**

### **2.5.1 variable independiente**

Xbox- Kinect

### **2.5.2 variable dependiente**

Equilibrio

## CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

### 3.1. Tipo de investigación

- Estudio Pre -Experimental (Diseño Pre-post prueba con un solo grupo)
- Por su finalidad : Aplicada
- Por su alcance temporal: Estudio Longitudinal
- Por sus fuentes : Primarias
- Por su carácter en medida: Cuantitativo
- Por su naturaleza: Experimental
- Por su profundidad: Explicativo

Según Sang D. Choi (2016) en su estudio de revisión sistemática revelo que se han utilizado diferentes diseños y medidas de resultado en los estudios de exergame. El diseño del estudio fue clasificado ampliamente en dos categorías:

- 1) Diseño con un grupo único pre-post (sin grupo de control)
- 2) Diseño pre-post control (con el grupo de al menos un control). El diseño anterior tenía la ventaja de utilizar menos muestras para investigar la efectividad de las intervenciones exergame ya que la exclusión podría reducir las variaciones de los participantes. (6)

Según Roberto Hernández Sampieri (2010) en el estudio pre-experimental con diseño pre-post prueba con un solo grupo se diagramaría así: G 01 X 02  
A un grupo se le aplica una prueba previa al estímulo o tratamiento experimental, después se le administra el tratamiento y finalmente se le aplica una prueba posterior al estímulo. Este diseño ofrece una cierta ventaja

ya que existe un punto de referencia inicial para ver qué nivel tenía el grupo en la(s) variable(s) dependiente(s) antes del estímulo. (26)

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1 POBLACIÓN:**

Estuvo conformada por 45 adultos mayores del Centro de Adulto Mayor N°3, Distrito de El Agustino, Abril 2018- Agosto 2018,

#### **3.2.2 MUESTRA**

Se realizó un muestreo censal, por lo que se trabajó con toda la población, a quienes se le aplicó los criterios de inclusión. En el estudio participaron 37 adultos mayores que cumplieron los criterios de inclusión.

#### **Criterios de selección**

##### A. Criterios de Inclusión:

- Adultos Mayores con riesgo de caídas
- Adultos mayores continuos al programa
- Adulto Mayores sin presencia de dolor continuo
- Adultos Mayores de 60 a 85 años de ambos sexos
- Adultos Mayores orientados en tiempo espacio y persona

##### B. Criterios de Exclusión:

- Adultos Mayores con movilidad normal y no presenten riesgo de caída.
- Adultos mayores que participen en el programa adulto mayor pero que presenten faltas recurrentes.
- Adultos Mayores desorientados en tiempo espacio y persona

- Adulto mayor con enfermedades del aparato locomotor sintomáticas
- Adulto mayor con enfermedad del sistema visual y pérdida de la sensibilidad auditiva en frecuencia e intensidad.
- Adulto mayor con enfermedad neurológica con grados de discapacidad o secuela motora.
- Adulto mayor que esté ingiriendo fármacos que actúen a nivel del SNC
- Adulto mayor con enfermedad psiquiátrica

### **3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.3.1 Técnica**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó como técnica la recolección de datos a través de una ficha y la observación durante el uso del instrumento de evaluación el Test Time Up and Go. Para ello se realizó las siguientes actividades.

I Fase: Se redactó un oficio adjuntando el proyecto, para la autorización del jefe de servicio de Terapia Física y rehabilitación y también la aprobación para la realización del proyecto en los adultos mayores del Centro de Atención Primaria N°3 - Distrito del Agustino

II Fase: Se procede a la selección de los adultos mayores que cumplieron con los criterios de inclusión para desarrollar la aplicación del uso del Xbox-Kinect, también se realizó la revisión de las historias clínicas.

III Fase: Se realizaron pruebas de ensayo e interacción aplicando el uso del Xbox-Kinect en los adultos mayores que si participaran en el proyecto.

IV Fase: Se solicitará a los adultos mayores su autorización mediante un consentimiento informado para participar en la investigación. (Anexo 1)

V Fase: Se procede a la recolección de los datos personales y se le aplica el instrumento de evaluación del equilibrio al iniciar la investigación al grupo experimental. (Anexo 2 y Anexo 3)

VI Fase: Se realizan las sesiones aplicando el Xbox-Kinect con guía del investigador, quien dirigirá el programa de exergames. (Anexo 4)

VII Fase: Una vez finalizado las sesiones de exergame. Se realiza la reevaluación del equilibrio al final de la investigación.

### **3.3.2 Instrumento**

El Test Time Get Up and Go, se publicó en el año 1991, sus autores son Podsiadlo y Richardson. Es una prueba de rendimiento físico que valora la movilidad, equilibrio y el estado del aparato locomotor en las personas adultas mayores. Este test se utiliza con frecuencia en personas con un riesgo de caídas y consiste en medir el tiempo en que tarda un adulto mayor en levantarse de la silla, caminar por tres metros, girar y regresar al asiento para sentarse. También el adulto mayor a evaluar debe familiarizarse con la persona que le realizará la prueba, ya que el adulto mayor recibirá la orden verbal y debe comprender el mensaje para la realización de la prueba. Este test es muy simple y rápido de aplicar y no representa ningún esfuerzo o complicación para el adulto mayor. (27)

#### **Confiabilidad:**

La confiabilidad entre evaluadores es alta en un mismo día, con un coeficiente de correlación intercalase (CCI) de 0.992. El CCI fue 0,97 en otro estudio de confiabilidad inter-evaluador entre 3 fisioterapeutas. La



confiabilidad entre evaluadores fue de un coeficiente de correlación de 0,99 para un fisioterapeuta, un médico y un paciente atendido en visitas consecutivas, y la fiabilidad consecutiva intra-evaluador fue una CCI de 0,99. En otro estudio de intra-sesión, la fiabilidad test-retest, el CCI fue de 0,978. (28)

**Validez:**

Se encontró correlaciones de moderadas a altas a los puntajes en Berg Balance Scale, velocidad de la marcha, subir escaleras y Barthel Index of Activities of Daily Living Scale. Los puntajes de TUG de más de 10 segundos fueron predictivos de caídas en adultos mayores con osteoartritis de cadera con intervalos de confianza del 95%. (28)

**3.4. Plan de procesamiento de Datos y Análisis Estadístico**

Una vez recolectado el tamaño de muestra se procedió a construir una base de datos, en el formato IBM SPSS Versión 20. Se hizo uso de la estadística descriptiva para elaborar tablas de distribución de frecuencia y gráficos estadísticos de las variables sociodemográficas.

Variable	Análisis	Grafica	Modelo
Edad	Distribución de Frecuencias	Tablas	Prueba Paramétrica

Variable	Análisis	Grafica	Modelo
Sexo	Distribución de Frecuencias	Tablas	Prueba Paramétrica

Para comprobar la hipótesis se realizó un análisis inferencial, a través de la prueba no paramétrica de 2 muestras relacionada de Wilcoxon, donde se obtendrá el nivel de significancia de las variables de estudio.

Variable	Análisis	Grafica	Modelo
Equilibrio	Distribución de Frecuencias	Tablas	Prueba No Paramétrica Wilcoxon

### **3.5. Aspectos éticos**

Se contó con la aprobación y el permiso del personal responsable para acceder al Centro Adulto Mayor N°3 del Distrito El Agustino.

Se elaboró el consentimiento informado, el cual se entregó a cada participante antes del desarrollo del programa, dando fe de su participación voluntaria en la presente investigación.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS ESTADÍSTICOS:

**TABLA N° 1: Distribución de Frecuencias De Sexo**

		Frecuencia	Porcentaje
Sexo	Masculino	18	48,6%
	Femenino	19	51,4%
	Total	37	100,0%

**\*Fuente Propia**

Según el grafico estadístico de distribución de frecuencias de sexo de la muestra. En el grupo experimental se encontró que 18 (48,6%) personas eran del género masculino y 19 (51,4%) personas pertenecían al género femenino.

**TABLA N° 2: Distribución de Frecuencias según Grupos Etarios**

		Frecuencia	Porcentaje
Grupos Etarios	60 – 68 Años	5	13,5%
	69 – 77 Años	18	48,6%
	78 – 85 Años	14	37,8%
	Total	37	100,0%

**\*Fuente Propia**

Según el grafico estadístico de distribución de frecuencias según grupos etarios. En el grupo de 60 a 68 años se encuentran 5 (13,5%) personas. Del grupo de 69 a 77 años se encuentran 18 (48.6%) personas y en el último grupo de 78 a 85 años se encuentran a 14 (37,8%) personas.

**TABLA N° 3: Distribución del grupo etario y Test de Time Up and Go (Evaluación del equilibrio antes de la intervención con el programa de Xbox - Kinect)**

		Test Time Up and Go - ANTES		Total	
		Riesgo Leve de caída	Riesgo Moderado a alto de caída		
Grupos Etarios	60-68 Años	Recuento	3	2	5
		% dentro de Grupos Etarios	60,0%	40,0%	100,0%
		% dentro de PRUEBA INICIAL	11,5%	18,2%	13,5%
		% del total	8,1%	5,4%	13,5%
	69-77 Años	Recuento	15	3	18
		% dentro de Grupos Etarios	83,3%	16,7%	100,0%
		% dentro de PRUEBA INICIAL	57,7%	27,3%	48,6%
		% del total	40,5%	8,1%	48,6%
	78-85 Años	Recuento	8	6	14
		% dentro de Grupos Etarios	57,1%	42,9%	100,0%
		% dentro de PRUEBA INICIAL	30,8%	54,5%	37,8%
		% del total	21,6%	16,2%	37,8%
Total		Recuento	26	11	37
		% dentro de Grupos Etarios	70,3%	29,7%	100,0%
		% dentro del Test Inicial	100,0%	100,0%	100,0%
		% del total	70,3%	29,7%	100,0%

**\*Fuente Propia**

Según la tabla N°3 DE distribución del grupo etario en relación a la evaluación inicial del Test Time Up and Go. En el grupo etario de 60 a 68 años 3 (8,1%) personas presentaban riesgo de caída leve y 2 (5.4%) personas presentaron riesgo moderado a alto de caídas. En el grupo etario de 69 a 77 años 15 (40.5%)

personas presentaban riesgo de caída leve y 3 (8,1%) persona presenta riesgo moderado a alto de caída y en el grupo etario de 78 a 85 años, 8 personas (21,6%) presentan riesgo leve de caída y 6 (16,2%) personas presentaron riesgo moderado a alto de caídas. Por Ultimo el porcentaje total de personas con riesgo leve de caídas es de 70,3% y de riesgo moderado a alto de caídas es de 29,7%.

**TABLA N° 4: Distribución del grupo etario y el Test de Time Up and Go (Evaluación del equilibrio después de la intervención con el programa de Xbox - Kinect)**

			Test Time Up And Go - DESPUES			Total
			Normal	Riesgo Leve de Caídas	Riesgo Moderado a Alto de caídas	
Grupos Etarios	60-68 Años	Recuento	3	2	0	5
		% dentro de G.Etario	60,0%	40,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de PRUEBA FINAL	16,7%	11,1%	0,0%	13,5%
		% del total	8,1%	5,4%	0,0%	13,5%
	69-77 Años	Recuento	9	9	0	18
		% dentro de G.Etario	50,0%	50,0%	0,0%	100,0%
		% dentro de PRUEBA FINAL	50,0%	50,0%	0,0%	48,6%
		% del total	24,3%	24,3%	0,0%	48,6%
	78-85 Años	Recuento	6	7	1	14
		% dentro de G.Etario	42,9%	50,0%	7,1%	100,0%
		% dentro de PRUEBA FINAL	33,3%	38,9%	100,0%	37,8%
		% del total	16,2%	18,9%	2,7%	37,8%
Total	Recuento	18	18	1	37	
	% dentro de G.Etario	48,6%	48,6%	2,7%	100,0%	
	% dentro de PRUEBA FINAL	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
	% del total	48,6%	48,6%	2,7%	100,0%	

**\*Fuente Propia**

Según la tabla N°4 de distribución presenta la distribución del grupo etario en relación a la evaluación del test time up and go. En el grupo etario de 60 a 68 años las 3 (8,1%) personas presentaron movilidad normal y 2 (5,45%) personas presentan riesgo leve de caída. En el grupo etario de 69 a 76 años 9 (24,3%) personas presentan movilidad normal y 9 (24,3%) personas presentan riesgo leve de caída. Por ultimo en el grupo etario de 76 a 85 años solo 6 (16,2%)

persona presenta movilidad normal, 7 (18,9%) personas presentaron riesgo de caída leve y 1 (2,7%) presento un riesgo moderado a alto de caída. El porcentaje total de personas con riesgo de moderado a alto de caídas es 2,7%, con riesgo de leve de caídas es de 48,6% y de movilidad normal es de 48,6%.

#### PRUEBA DE NORMALIDAD:

- $H_0$ : Los datos presentan una distribución normal.
- $H_1$ : Los datos no presentan una distribución normal.

**TABLA N° 5:** Prueba de Normalidad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
INICIO	,919	37	,011
FINAL	,826	37	,000

#### **\*Fuente Propia**

Después de haber realizado la prueba de normalidad con el estadígrafo, Shapiro-Wilk ya que se trata de una muestra inferior a 50 individuos podemos observar que, el Valor P de la Prueba de Inicio es (Sig.= 0,011) es > a 0,05. Sin embargo el valor P de la Prueba Final presenta un (Sig. = 0.000) < a 0,05 siendo así menor al nivel de significancia ya establecido, se opta por rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo que los datos no cumplen con una distribución de normalidad.

## PRUEBA DE 2 MUESTRAS RELACIONADAS NO PARAMETRICAS (PRUEBA DE WILCOXON)

La variable equilibrio se verá alterada en cada paciente por el uso del programa de ejercicios con el Xbox- Kinect, lo cual sugiere decir que deberían existir diferencias entre los valores antes y después del programa de ejercicios, por esta razón se plantean las siguientes Hipótesis:

l) Hipótesis

$H_0: \mu_d = \mu_a$  “Xbox – Kinect No es efectivo”

$H_1: \mu_d \neq \mu_a$  “Xbox – Kinect es efectivo”

Dónde:

**d:** La medida del equilibrio a través del Time Up & Go (TUG) después de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect.

**a:** La medida del equilibrio a través del Time Up & Go (TUG) antes de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect.

Descripción:

Hipótesis Nula: La medida del nivel equilibrio a través del Test Time Up & Go (TUG) al final de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect es igual a la medida del equilibrio inicial, por lo cual indica que no es efectivo.



Hipótesis Alternativa: La medida del nivel de equilibrio a través del Test Time Up & Go (TUG) al final de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect es diferente a la medida de equilibrio inicial, lo cual indica que si es efectivo.

II) Nivel de Significancia:

$$\alpha = 5\% \text{ ó } 0.05$$

III) Estadístico de prueba

**TABLA N° 6:** Prueba No Paramétrica para 2 muestras relacionadas

PRUEBA DE WILCOXON	FINAL - INICIO
Z	-5,303 <sup>b</sup>
Sig. asintótica (bilateral)	,000

**\*Fuente Propia**

Luego de haber realizado la prueba no paramétrica de 2 muestras relacionadas (Prueba de Wilcoxon) como (Sig. /2)  $0.00/2= 0.000$  es menor que 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo tanto al 95 % de confianza se concluye que la medida del equilibrio a través del Test Time Up and Go (TUG) al final de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect es diferente a la medida de equilibrio inicial. Por todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que el programa de ejercicios con el uso de Xbox-Kinect es efectivo ya que hubo una mejoría significativa del equilibrio en los participantes del Centro Adulto Mayor – El Agustino.

## 4.2. Discusión

El resultado obtenido en el Post-Test fue el siguiente: el grupo etario de 60 a 68 años las 3 (8,1%) personas presentaron movilidad normal y 2 (5,45%) personas presentan riesgo leve de caída. En el grupo etario de 69 a 76 años 9 (24,3%) personas presentan movilidad normal y 9 (24,3%) personas presentan riesgo leve de caída. Por ultimo en el grupo etario de 76 a 85 años solo 6 (16,2%) persona presenta movilidad normal, 7 (18,9%) personas presentaron riesgo de caída leve y 1 (2,7%) presento un riesgo moderado a alto de caída. El porcentaje total de personas con riesgo de moderado a altero de caídas es 2,7%, con riesgo de leve de caídas es de 48,6% y de movilidad normal es de 48,6%. La intervención dirigida a través del uso de la plataforma virtual del Xbox Kinect ha sido estadísticamente significativa (Sig. < 0,05) por lo cual se evidencio cambios en el equilibrio de los adultos mayores de 60 a 85 años del centro de adulto mayor del agustino en el año 2018.

En un estudio de revisión sistemática realizado por Hernández, et al. en el año 2018 (29) se concluyó que el tratamiento con la consola Xbox-Kinect proporciona mejoras en el equilibrio, fuerza muscular, movilidad funcional, función cognitiva, propiocepción en la articulación de la rodilla, impactando directamente en la independencia funcional y calidad de vida en los adultos mayores, favorece la motivación al tratamiento, y permite que al ser más agradable su práctica tiendan a una mayor adherencia en su ejecución. Asimismo la intervención de la presente investigación logro determinar la efectividad para mejorar el equilibrio en los adultos mayores en cada uno de los grupos etarios.

Cabe mencionar que en el presente estudio se utilizó la Kinect como interfaz para interactuar con el ambiente virtual, el usuario realiza movimientos que son captados por la cámara Kinect y todos sus movimientos son capturados sin restricciones ni uso de superficies de contactos, lo cual permite una mejor interacción, en el estudio de realizado por Sin & Lee en el año 2013 (30) menciona que la rehabilitación mediante el Xbox Kinect involucra el movimiento de todo el cuerpo, que es similar al del mundo real, sin el uso de un controlador o parado sobre un tablero angosto lo cual puede entregar una mayor amplitud de movimiento en el espacio. Existen otras consolas que permiten la realidad virtual como el Nintendo Wii – Fit, una investigación realizada por Jorgensen, M en el año 2012 (31) presentaba como objetivo mejorar el equilibrio mediante el entrenamiento de la consola Nintendo Wii , concluyo que hubo cambios en la fuerza muscular pero no se evidencio cambios en el equilibrio postural en los adultos mayores.

Respecto al entrenamiento del equilibrio, se ejecutó durante 6 semanas, 3 veces a la semana por un tiempo de 40 minutos, este entrenamiento es similar al mencionado por el estudio de Karahan .AY en el año 2015 (32) donde se comparó los efectos de los exergames en el equilibrio , la movilidad funcional y la calidad de vida de las personas de 65 años a mas frente a un programa de ejercicios en el hogar, este estudio se realizó por 6 semanas, 5 veces a la semana y por 30 minutos, obteniendo como resultado que el entrenamiento con exergames obtuvo mejores resultados que el otro programa, concluyendo que

su entrenamiento causa efectos positivos en el equilibrio, movilidad funcional y la calidad de vida en sujetos geriátricos.

En nuestro estudio aplicamos el Test de Time Up and Go, que nos permite evaluar el equilibrio y es recomendado por otros estudios, asimismo la revista Journal of Neuroengineering and rehabilitación en su artículo “Exergaming para equilibrar el entrenamiento de personas mayores: estado de arte y desarrollos futuro” (33) informa una amplia variedad de medidas para cuantificar los efectos de las intervenciones de los exergames, dentro de los cuales incluyen al test Time up and Go como cuantificador del efecto de una intervención de exergames sobre el control postural en adultos jóvenes y adultos mayores.

Del análisis de los resultados de la valoración del equilibrio a través del Test Time Up and Go, se observó que después de la intervención mediante el uso del Xbox Kinect el 48,6% de los adultos mayores presentaron movilidad normal. Sin embargo los resultados del presente estudio respecto a la valoración del equilibrio en el adulto mayor difieren de los resultados hallados en el estudio “Entrenamiento de Xbox Kinect para mejorar las medidas clínicas del equilibrio en adultos mayores: un estudio piloto.” (8) en el que consideraron que el Test Time Up and Go no tuvo cambios significativos sobre sus grupos de control y experimental.

Respecto al entrenamiento del equilibrio mediante la plataforma del Xbox Kinect se evidencio que los adultos mayores se integraban a la actividad de una manera adecuada y con fácil adaptación, asimismo un estudio realizado en (Colombia – 2013) “Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad

física” (10) identifico que la implementación de los exergames es considerado como una experiencia positiva para el 98% de los usuarios, quienes ven el uso de los sistemas interactivos como una alternativa para realizar una rutina dirigida, personalizada, y que hace más amena el momento de realizar actividad física.

Cabe mencionar que los exergames no tan solo presentan efectividad del control postural sobre los adultos mayores sin demencia, un estudio realizado en (España – 2015) “Estudio piloto de la aplicabilidad de Kinect en terapias no farmacológicas sobre población con deterioro cognitivo.” (7) obtuvieron resultados importantes en el área cognitiva y psicomotriz en el grupo de adultos mayores con diagnósticos de demencia de inicio precoz.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- Durante el Pre-test se obtuvo que la distribución del grupo etario de los adultos mayores en relación a la evaluación del equilibrio – Prueba Inicial.  
El porcentaje total de personas con riesgo leve de caídas es de 70,3% y de riesgo moderado a alto de caídas es de 29,7%.
- Luego de la intervención en el Post-Test se obtuvo que la distribución del grupo etario de los adultos mayores en relación a la evaluación del equilibrio – Prueba Final. El porcentaje total de personas con riesgo de moderado a altero de caídas es 2,7%, con riesgo de leve de caídas es de 48,6% y de movilidad normal es de 48,6%.
- Por lo tanto al 95 % de confianza se concluye que la medida del equilibrio a través del Test Time Up and Go (TUG) al final de la aplicación del programa de ejercicios con el uso del Xbox-Kinect es diferente a la medida de equilibrio inicial. Por todo lo expuesto anteriormente se puede concluir que el programa de ejercicios con el uso de Xbox-Kinect es efectivo ya que hubo una mejoría significativa del equilibrio en los participantes del Centro Adulto Mayor N°3 – El agustino.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- Usar nuevas estrategias tecnológicas para la rehabilitación de nuestros pacientes y poder estar a la vanguardia de otros países, con el fin de conseguir la optimización de las capacidades de los adultos mayores.
- Incentivar a los profesionales en terapia física a realizar más investigaciones con usos de medios tecnológicos.

- Esta nueva estrategia de rehabilitación busca la inclusión de los adultos jóvenes y mayores al ámbito tecnológico, generando motivación y captando la atención de las personas sobre la importancia del equilibrio en las actividades de la vida diaria.
- Se deben agrupar a los adultos mayores según el riesgo (Leve o Moderado-Alto de caída) para desarrollar un programa personalizado y evitar complicaciones como la fatiga y las posibilidades que se adapte al programa de los exergames.
- En un futuro se deben realizar estudios cuasi-experimentales con una muestra mayor a las 50 personas, y dividirlos en grupos que puedan realizar solo el programa de terapia física en comparación con un grupo experimental que desarrolle solo el programa de los exergames mediante el Xbox-Kinect.
- También sugerimos que se utilice en este tipo de estudio el Test Time Up and Go para la evaluación del equilibrio, ya que es fácil y sencillo de usar.

## REFERENCIAS

1. La salud mental y los adultos mayores [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2013 [citado 1 May 2017]. Disponible en : <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/es/>
2. Envejecimiento [Internet]. Organización Mundial de Salud. 2016 [cited 1 May 2017]. Disponible en: <http://www.who.int/topics/ageing/es/>
3. En el Perú viven más de 3 millones de adultos mayores [Internet]. Inei.gob.pe. 2017 [citado 2 May 2017]. Available from: <https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/en-el-peru-viven-mas-de-3-millones-de-adultos-mayores-8570/>
4. Situación de la Población Adulto Mayor. Lima: Publicado por el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática I; 2018 p. 1. Disponible en : [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-situacion-de-la-poblacionadulta-mayor\\_dic2018.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe-tecnico-situacion-de-la-poblacionadulta-mayor_dic2018.pdf)
5. Van Asten, W. N.; Gielen, C. C.; van der Gon, J. J. Postural movements induced by rotations of visual scenes. *J. Opt. Soc. Am. A*, 5(10):1781-9, 1988
6. Gatica RV, Elgueta E, Vidal C, Cantin M, Fuentealba J. Impacto del entrenamiento del balance a través de realidad virtual en una población de adultos mayores. *International Journal of Morphology*. 2010;v.28 (1):301-308. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000100044>
7. Caba-Rubio A, Cabello-Herranz M. Estudio piloto de la aplicabilidad de Kinect en terapias no farmacológicas sobre población con deterioro cognitivo. *Psicogeriatría*. 2015;5(2):67-76.



8. Bieryla K. Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. *Aging Clinical and Experimental Research*. 2015;28(3):451-457.
9. Choi S, Guo L, Kang D, Xiong S. Exergame technology and interactive interventions for elderly fall prevention: A systematic literature review. *Applied Ergonomics*. 2016;.
10. Muñoz, J. E., Villada, J. F., y Trujillo, J. C. (2013). Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física. *Revista Médica Risaralda*, 19(2), 126-130.
11. Barry G, van Schaik P, MacSween A, Dixon J, Martin D. Exergaming (XBOX Kinect™) versus traditional gym-based exercise for postural control, flow and technology acceptance in healthy adults: a randomised controlled trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. 2016;8(1).
12. Rose D. *Equilibrio y movilidad con personas mayores*. 1st ed. España: Paidotribo; 2005.
13. Cindy Liliana soto casas. [Valoración del equilibrio y marcha en adultos mayores que participan y no, en un programa de ejercicios físico, en el hospital san juan de Lurigancho-enero 2014]: Lima 2014
14. Valeska Andrea Iturra Toledo, María Consuelo Oda Montesinos. [Riesgo de caída en adultos mayores que practican Tango en el Centro de Adulto Mayor de la comuna de Santiago, Región Metropolitana]: Chile 2010
15. Brochlenhurst J. *Textbook of Geriatric medicine and gerontology*. British library. England 1985
16. Feuerstein, R. 1977. *Mediated Learning Experience: a theoretical basis for cognitive human modifiability during adolescence*. Research to practice in

- mental retardation. pp.105 - 115. P. Mittler Ed. Baltimore. University Park Press.
17. Fitts PM, Posner MI. Human performance. Belmont: Brooks Cole, 1967.
  18. Shumway- Cook A, Woollacott MH. Motor Control: translating research into clinical practice. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, (2012)
  19. Weiss PL, Kizony R, Feintuch U, Katz N. realidad virtual en la neurorrehabilitación. En: Selzer ME, Cohen L, Gage FH, et al, editores. , Eds. Libro de texto de Reparación Neural y Neurorehabilitación . Nueva York, Nueva York: Cambridge Press; 2006: 183
  20. Cano de la Cuerda R. , Susana Collado Vázquez. Neurorrehabilitación. Métodos específicos de valoración y tratamiento. Madrid: Editorial Médica Panamericana ;2012.
  21. Weiss P, Rand D, Katz N, Kizony R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. J Neuroeng Rehabil 2004;1(12):01.
  22. Saffer D. Designing Gestural Interfaces. 1a. ed. Beijing- Cambridge: O'Really Media; 2009.
  23. Caparosa S, Nichols J, Marshall S. Exergaming: not just for kids anymore!. Ace-Sponsored Research [revista en internet] 2012 marzo, disponible en: <https://www.acefitness.org/certifiednews/images/article/pdfs/ACEExergamingStudy.pdf>
  24. (Microsoft® Fully Unveils Kinect for Xbox™ 360 Controller-Free Game Device. Einnews.com.13 de junio de 2010)
  25. Cano de la cuerda, Martinez Piedrola, Miangolarra. Control y aprendizaje motor: Fundamentos, desarrollo y reeducación del movimiento humano. Editorial Médica Panamericana. Madrid. 2017.

26. Hernández Sampieri, Roberto (et al.) Metodología de la investigación. 5ta Ed. Mc Graw Hill. México, 2010.
27. Concepción Orozco R. Análisis comparativo de los test de tinetti, Time Up and Go, Apoyo Monopodal y Berg en relación a las caídas en el adulto mayor. Lima –Perú 2010
28. Timed Up & Go (TUG) [Internet]. Rheumatology.org. 2017 [cited 20 November 2017]. Available from: <https://www.rheumatology.org/I-Am-A/Rheumatologist/Research/Clinician-Researchers/Timed-Up-Go-TUG>
29. Hernández, J.; Rauch, M.; Rivas, D.; Asenjo, P.; Asenjo, C. & Solis, M. (2018). Efectos del entrenamiento con Xbox Kinect sobre la movilidad funcional en adultos mayores. Una revisión breve. Revista Ciencias de la Actividad Física UCM, N° 19(2) julio-diciembre, 1-9.
30. Sin, H., & Lee, G. (2013). *Additional Virtual Reality Training Using Xbox Kinect in Stroke Survivors with Hemiplegia. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 92(10), 871–880.*
31. Jorgensen, M. G., Laessoe, U., Hendriksen, C., Nielsen, O. B. F., & Aagaard, P. (2012). *Efficacy of Nintendo Wii Training on Mechanical Leg Muscle Function and Postural Balance in Community-Dwelling Older Adults: A Randomized Controlled Trial. The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, 68(7), 845–852.*
32. Karahan, A., Tok, F., Taskin, H., Kucuksarac, S., Basaran, A., & Yildirim, P. (2015). Effects of Exergames on Balance, Functional Mobility, and Quality of Life of Geriatrics Versus Home Exercise Programme: Randomized Controlled Study. Cent Eur J Public Health. Suppl:S14-8.

33. Van Diest, M., Lamothe, C., Stegenga, J., Verkerke, G. and Postema, K. (2013). Exergaming for balance training of elderly: state of the art and future developments. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), p.101.

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Universidad Privada Norbert Wiener

Facultad de ciencias de la Salud – Escuela Terapia Física y Rehabilitación

Señor:

Solicito a usted la autorización para participar del programa de rehabilitación mediante el uso del Xbox – Kinect que tiene como principal objetivo mejorar el equilibrio. El Proyecto está a cargo de Edwin con el DNI: 70859976; alumno del noveno ciclo de la carrera de Terapia Física y Rehabilitación de la Universidad Privada Norbert Wiener, el presente proyecto de investigación tiene la autorización y Dirección del Lic. Danny Corales Terrel CTMP: 5889. La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usara para ningún otro propósito fuera del estudio de la investigación.

En este estudio se procederá a:

1. Realizar una evaluación previa del equilibrio. Identificando a las personas que presenten riesgo de caídas. (Test Time Get Up and Go)
2. Se formara un grupo experimental al que se le realizara una intervención con una plataforma virtual (Xbox – Kinect)
3. El tratamiento consistirá en 18 sesiones, se realizaran tres sesiones semanales, 6 semanas, en un tiempo aproximadamente de 40 minutos. Para recolectar la información de cada sesión se utilizara una ficha o formulario de los juegos que se le aplicaron
4. Al culminar la intervención se procederá a realizar una evaluación, para comparar los cambios entre la evaluación inicial y final.
5. Los resultados que se obtengan serán examinados mediante el programa estadístico SPSS y Microsoft Excel 2010; y serán publicados con fines científicos.
6. Los beneficios del proyecto de estudio será: Identificar la efectividad del uso del Xbox – Kinect en el equilibrio del adulto mayor y dar apertura a futuras investigaciones científicas sobre nuestro trabajo.

Se recalca que la participación en esta investigación es totalmente voluntaria y no conlleva ningún riesgo físico, biológico, ni psicológico. Se respetara la voluntad de la persona de participar y /o no continuar con el tratamiento; No habrá consecuencia desfavorable para usted en caso de no participar.

Es importante que usted conozca que al formar parte de este estudio no representa gasto alguno para usted ni para el club del adulto mayor y tampoco recibirá una remuneración por su participación. En el transcurso del estudio puede solicitar cualquier tipo de información a los responsables del estudio.

Todos los datos obtenidos para la identificación de cada participante serán manejados con absoluta confidencialidad y discreción siendo únicamente accesibles para las personas que están a cargo de esta investigación.

Si considera que no hay dudas, ni preguntas acerca de esta participación puede, si así lo desea, firmar la carta de consentimiento informado anexada en este documento.

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

YO,..... con el N°DNI..... Una vez que leído y comprendido toda la información brindada y mis preguntas ha sido respondidas da manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados con fines científicos, por lo que acepto libre y voluntariamente formar parte de este estudio.

FIRMA:.....

FECHA:.....

## ANEXO 2

### TIMED GET UP AND GO

Medidas de movilidad en las personas que son capaces de caminar por su cuenta  
(Permite el uso de dispositivos Biomecánicos)

Nombre:

Fecha:

Tiempo para completar la prueba \_\_\_\_\_ segundos

Instrucciones:

- 1) El paciente debe sentarse en la silla con la espalda apoyada y los brazos descansando sobre los apoyos brazos.
- 2) Pídale a la persona que se levante de una silla estándar y camine una distancia de tres metros.
- 3) Haga que la persona se de media vuelta, camine de vuelta a la silla y se siente de nuevo.

El cronometraje comienza cuando la persona comienza a levantarse de la silla y termina cuando regresa a la silla y se sienta.

La persona debe dar un intento y luego repite 3 intentos. Se promedian los tres ensayos reales se promedian,

INTERPRETACIÓN:

- < 10 seg (Movilidad normal)
- 11- 20 seg (Movilidad con riesgo leve a moderado de caída)
- 21 - 29 seg (Movilidad con riesgo moderado a alto de caídas)

## ANEXO 3

### FICHA DE RECOLECCION N°.....

#### I. RECOLECCION DE DATOS

- Apellidos y Nombres:
- Edad:
- Fecha de nacimiento:
- Grado de instrucción:
- Dirección:
- Teléfono:

#### II. MEDICION DE EVALUACIONES

	FECHA INICIAL	VALOR	FECHA FINAL	VALOR
TIME UP AND GO				

#### III. ESQUEMA DE TRATAMIENTO

- Fecha de Inicio:
- Fecha de Término:
- Duración:
- Numero de sesiones:

<b>FECHA</b>									
<b>JUEGOS</b>									
<b>TIEMPO</b>									

**OBSERVACIONES:**



## ANEXO 4

### PLAN DE TRABAJO

#### **Materiales:**

- Plataforma Xbox (Propio)
- Kinect (Propio)
- Proyector (Propio)
- Tela para pantalla de proyección

#### **Ambiente:**

- Salón para proyección
- Piso antideslizante
- Espacio amplio
- Asientos
- Mesa
- Fuente de Luz

#### **Cronograma de trabajo:**

-Días: Lunes – Miércoles – Viernes (8:00 AM – 1:00 PM)

-Número de sesiones: 16 sesiones (Como máximo)

-Número de personas por sesión: 7 personas

-Evaluaciones: (Pre-Prueba - Sesiones de Intervención - Post-Prueba)

**Instrumentos de evaluación:** Time Get Up and Go Test

#### LISTA DE JUEGOS KINECT – EQUILIBRIO - 2017

YOUR SHAPE FITNESS EVOLED	FITNESS	1	ZEN	1	2	3	4	5	6	
		2	CARDIOBOXING	1	2	3	4	5	6	
	JUEGOS DE GIMNASIO	3	TABLERO DE EQUILIBRIO					1	2	3
		4	HULA- HULA					1	2	3
		5	VENDAVAL FRENÉTICO					1	2	3
		6	PASOS A LA CARRERA					1	2	3

KINECT SPORTS	7	FUTBOL – SÚPER PORTERO
	8	BOWLING
	9	LANZAMIENTO DE DISCO
	10	BOXEO

**SESION DE TRABAJO:** 40 minutos

	TIEMPO	DESCRIPCIÓN
YOUR SHAPE FITNESS EVOLED	10 min	Facilita los movimientos globales, integrando movimientos de miembros superiores e inferiores, con pausas de ejercicios respiratorios. Durante la ejecución de los movimientos hay una elongación de los músculos. Se refuerza con instrucciones verbales y visuales. Objetivo: Mejorar el control postural, coordinación, atención y equilibrio.
DESCANSO	2 min	Reposo
JUEGOS DE GIMNASIO	10min	Se les explica el ejercicio antes de comenzar y durante. Se aprovecha para trabajar aspectos como la lateralidad, praxias y coordinación. Se comienza asistiendo cada movimiento y se va retirando la asistencia paulatinamente conforme mejora el desempeño de la actividad. Objetivo: Mejorar la lateralidad, movimientos rotatorios de la columna, coordinación y equilibrio.
DESCANSO	2 min	Reposo
KINECT SPORTS	10 min	Se trabaja la alternancia de piernas, la transferencia de cargas, lateralidad, coordinación oculo podal y oculomanual. Objetivo: Mejorar el equilibrio y optimizar el movimiento
OBSERVACIONES FINALES	5 min	Se realizan apuntes de los ejercicios que realizaron de forma grupal y sobre el relato de los pacientes de como se sintieron al realizar el entrenamiento del equilibrio.

## ANEXO 5

### (OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE)

Variable	Tipo de variable		Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Escala de medición	Valor
Programa Xbox Kinect	Independiente		Es una plataforma de entretenimiento, que permite a los usuarios controlar e interactuar con entorno virtual sin necesidad de tener un mando periférico, este interfaz se logra por el reconocimiento de movimientos.	_____	_____		_____
Equilibrio	Dependiente	Cuantitativa	Proceso por el cual controlamos el centro de masa del cuerpo respecto a la base de sustentación, estática o dinámica.	Es la capacidad de mantener la posición correcta en cada situación que exija una movilidad activa.	Test Time Up and Go	Intervalos	<10seg (movilidad normal)
							<11-20seg (movilidad con riesgo leve de caída)
							>20seg (Movilidad con riesgo moderado a alto de caídas)

## ANEXO 6

### ENSAYOS PREVIOS AL INCIO DEL PROGRAMA DE INTERVENCION

FIG. 1



FIG. 2



## SESION DE TRABAJO (JUEGO ZEN)

FIG.3



FIG.4



## SESION DE TRABAJO (JUEGOS DE GIMNASIO)

FIG.5



FIG.6



## SESION DE TRABAJO (KINECT SPORTS)

FIG.7



FIG. 8



## EVALUACION DEL EQUILIBRIO CON EL TEST TIME GET UP AND GO

FIG.9

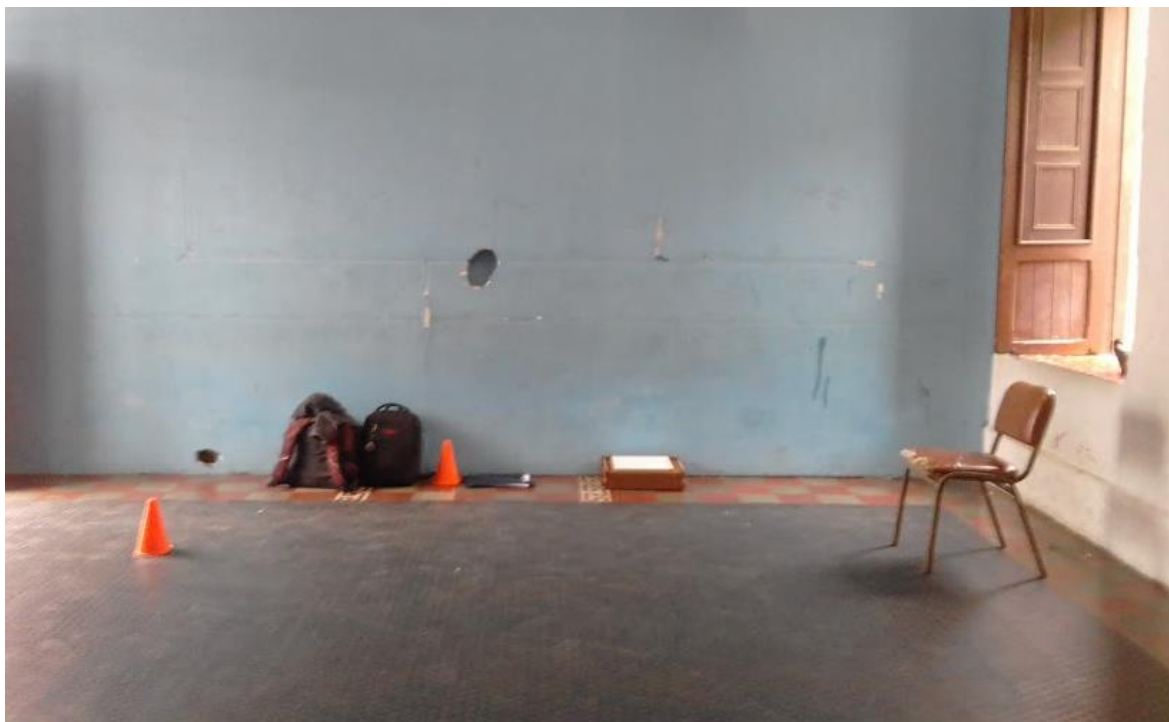


FIG.10

