



# **TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**Nombre del grado: Grado en Ciencias de la  
Actividad Física y el Deporte y en Educación  
Primaria**

*Tipo de trabajo: Investigación aplicada*

***“Intervención de 12 semanas para la mejora del  
equilibrio en personas mayores”***

Autor: Raúl Hernández de la Flor

Director: Bárbara Baeza Nadal

Curso académico: 5º

Fecha: 07/04/2025

## **Índice**

1. Resumen .....	3
2. Justificación del trabajo.....	3
3. Marco teórico .....	5
3.1. Intervenciones físicas en el equilibrio más relevantes.....	6
Thai Chi .....	6
Entrenamiento de fuerza.....	6
Programas ejercicios funcionales.....	7
Yoga .....	12
Danza .....	12
3.2. Factores que afectan al equilibrio .....	13
Neurológicos.....	13
Factores fisiológicos .....	14
Factores biomecánicos .....	16
4. Objetivos e Hipótesis .....	17
5. Método.....	18
5.1. Participantes.....	18
Criterios de inclusión y exclusión .....	18
Descripción de la muestra.....	20
5.2. Instrumentos.....	20
5.3. Procedimiento.....	22
Variables de intervención.....	23
Diseño del programa de entrenamiento .....	23
Progresiones.....	24
Sistema de entrenamiento .....	24
Evaluaciones .....	31
Semana 0 – Pre – test (Línea base inicial).....	31
Semana 4 y 8 – Evaluaciones intermedias.....	31
Semana 12 – Post – test (Evaluación final).....	32
5.4. Análisis de datos .....	32
6. Resultados.....	33
7. Discusión y conclusiones .....	34
8. Referencia bibliográfica.....	35
9. Anexo .....	38



## **1. Resumen**

Este trabajo presenta un estudio que evalúa la efectividad de un programa de entrenamiento de 12 semanas para aumentar el equilibrio en personas mayores (75-89 años). En primer lugar, se describen los principales factores que influyen en el equilibrio en la tercera edad, incluyendo aspectos neurológicos, fisiológicos y biomecánicos.

A continuación, se revisan diversas intervenciones físicas, desde ejercicios de fuerza, programas funcionales y actividades como yoga o danza, enfocadas en la mejora de la estabilidad postural. El estudio se lleva a cabo con un grupo experimental (que recibió el programa multicomponente con ejercicios de fuerza, reeducación postural y trabajo cardiovascular) y un grupo control, con un total de 40 participantes. La recogida de datos incluye pruebas específicas como el Timed Up and Go Test, la Berg Balance Scale y la medición mediante Wii Fit Plus, realizadas en la semana 0 (pre-test) y la semana 12 (post-test). Los resultados señalaron mejoras significativas en el equilibrio, así como una reducción del riesgo de caídas en el grupo experimental frente al grupo control.

A través de una revisión bibliográfica de artículos científicos publicados lo más recientemente posibles, se pretende ofrecer una visión actualizada sobre los enfoques más prometedores y los retos que aún persisten en este ámbito. La finalidad última es proponer líneas de intervención que puedan ser implementadas de manera segura y efectiva, contribuyendo así a una mejora significativa en la calidad de vida de las personas mayores.

## **2. Justificación del trabajo**

Durante los cinco años de formación de la doble licenciatura, se abrían muchos campos de estudio que ofrecía la universidad para basar mi trabajo final de grado. El objetivo era decantarse por un área de estudio que tuviese relación con lo estudiado en estos cinco años de carrera, además de tener un cierto atractivo de cara al campo profesional en cuestión.

Son muchos los temas que abarca las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, tanto rendimiento deportivo, estudio de suplementación asociada al deporte, prevención de lesiones, salud y bienestar... Era difícil decantarme por



uno. Sin embargo, pude reflexionar sobre escoger un tema que pudiese afectar a toda la población general, el efecto de la caída en personas de tercera edad.

Este es uno de los principales factores por los que me decanté a la hora de escoger este tema con Bárbara, es un área de estudio que afecta a toda la población y puede servir de inicio a futuras investigaciones y proyectos desde el área de las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Medicina y Geriátrica, Fisioterapia, Trabajo Social... Y que podría llegar a publicarse en varias revistas científicas de distintas naturalezas de estudio como puede ser la *Journal of Aging and Physical Activity*, revista centrada en la actividad física y el envejecimiento, la *Journal of Sports Science and Medicine*, revista que explora el ejercicio y la salud de varias poblaciones, la *Journal of Gerontology: Medical Science*, centrada en estudios relacionados con la biología y la medicina clínica que afectan a la población envejecida, la *Age and Ageing*, donde se publican investigaciones sobre el envejecimiento, en particular la prevención de caídas, fragilidad y mejora de la calidad de vida en adultos mayores, la *Journal of Geriatric Physical Therapy*, especializada en fisioterapia geriátrica o la *Journal of Applied Gerontology*, en la cual se publican investigaciones aplicadas sobre la mejora del bienestar de las personas mayores. Son unas pocas de las muchas revistas de investigación a las que va enfocada este estudio y en la que tiene posibles aspiraciones de ser publicado o tener relación con ellas.

Tras haber nombrado varias revistas que generaron expectación mientras las consultaba, decidí decantarme por la *Journal of Geriatric Physical Therapy* como propuesta de publicación del siguiente estudio. El factor por el que me he decantado por ella es, especialmente, la especialización fisioterapéutica en la población geriátrica. Los estudios publicados en este sector incluyen mejora funcional, intervención con ejercicio físico, movilidad, prevención de caídas, equilibrio... encajando mi estudio perfectamente con la editorial de la revista. Si hablamos de los tipos de estudios que publica, podremos ver que abarca investigación aplicada, ensayos clínicos y estudios de intervención, siguiendo la misma línea del siguiente estudio. Los indicios de calidad que muestra son ampliamente reconocidos por portales de la comunidad científica como PubMed/MEDLINE, Scopus y CINAHL, garantizando el reconocimiento



internacional. Es por todo lo presentado que la revista escogida es la que garantiza más coherencia entre el trabajo presentado y la audiencia de la revista.

### **3. Marco teórico**

El envejecimiento es un proceso natural que conlleva diversas modificaciones fisiológicas, cognitivas y funcionales, las cuales pueden impactar negativamente en la calidad de vida de las personas mayores. Entre los problemas más comunes asociados a la tercera edad, la pérdida de equilibrio destaca por su relevancia, ya que aumenta significativamente el riesgo de caídas, uno de los principales factores de morbilidad y mortalidad en este grupo etario (Ambrose et al., 2019). Las caídas no solo generan consecuencias físicas graves, como fracturas y lesiones, sino que también repercuten en la autonomía y bienestar psicológico de los ancianos, disminuyendo su independencia y aumentando la necesidad de cuidados prolongados (Sherrington et al., 2020).

El equilibrio, entendido como la capacidad del cuerpo para mantener su centro de gravedad dentro de la base de sustentación, se ve afectado por múltiples factores en los adultos mayores, incluyendo la disminución de la fuerza muscular, la alteración en la propiocepción y en los sistemas vestibular y visual, así como el deterioro de las capacidades cognitivas. A su vez, enfermedades crónicas como la diabetes, la hipertensión o las patologías neurológicas también pueden influir en la estabilidad postural (Montero-Odasso et al., 2019).

En los últimos años, se ha incrementado el interés por desarrollar intervenciones efectivas que ayuden a mitigar estos efectos y mejoren el equilibrio en las personas mayores. La literatura científica ha mostrado que la implementación de programas de ejercicio físico, especialmente aquellos enfocados en el entrenamiento del equilibrio, la fuerza y la flexibilidad, pueden reducir la incidencia de caídas y mejorar la estabilidad postural (Gschwind et al., 2019). Sin embargo, a pesar de la evidencia existente, persiste la necesidad de optimizar estas intervenciones, teniendo en cuenta las particularidades y comorbilidades de este sector de la población.

El siguiente estudio tiene como propósito principal dar visibilización a este problema que afecta a toda la población de manera natural y poder servir de guía



para la aplicación en nuestro círculo cercano, para prevenir caídas y posibles daños en aquellas personas que lo necesitan.

### 3.1. Intervenciones físicas en el equilibrio más relevantes

#### Thai Chi

El arte marcial del Thai Chi ha sido reconocido como una intervención efectiva para mejorar el equilibrio en todo tipo de personas. Mediante la combinación de movimientos controlados y suaves se puede mejorar la propiocepción, la fuerza muscular y el control postural. Según estudios (Latham et al. 2003), este arte marcial mejora la estabilidad al reducir el desplazamiento del centro de masa y proporcionar entrenamiento y perfección en movimientos coordinados, lo que disminuye el riesgo de caídas en personas de tercera edad. Además, podemos encontrar un gran impacto positivo en la coordinación motora y el fortalecimiento del sistema vestibular.

#### Entrenamiento de fuerza

Más adelante veremos la importancia que tiene la fuerza en la reducción y prevención de caídas. Cuando hablamos de entrenamiento de fuerza orientado a este ámbito podemos referirnos a entrenamiento de resistencia, que incluyen ejercicios de levantamiento de pesas y entrenamiento de fortalecimiento, los cuales han demostrado mejoras en la estabilidad postural mediante el refuerzo de las estructuras musculares por el soporte que ofrecen al sujeto. El fortalecimiento del tren inferior es crucial para mantener el equilibrio al igual que el core, el cual actúa de manera directa al control postural. (Cadore et al. 2013).

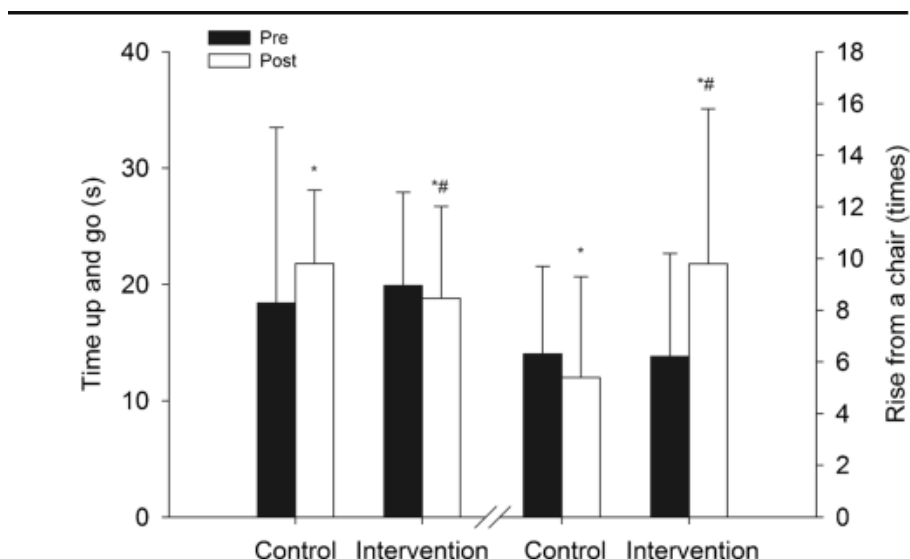
**Table 2** Strength, power, and velocity outcomes before and after exercise intervention (mean±SD)

	Exercise intervention group		Control group	
	Pre-training	Post-training	Pre-training	Post-training
Hand grip (N)	165±63	183±52†+	157±64	130±58*
Hip flexion strength (N)	1,057±262	1,284±203**†+	865±268	834±382
Knee extension strength (N)	1,451±441	1,745±460*†+	1,206±336	1,042±353*
Upper-body 1RM (kg)	16.4±9.6	26.7±12***	—	—
Lower-body 1RM (kg)	77.1±26.3	188.6±48.1***	—	—
Maximal power at 30 % 1RM (W)	83.8±63.4	165.2±107.4**	—	—
Maximal power at 60 % 1RM (W)	165.9±62.6	360.1±184.2**	—	—

\* $P<0.05$ , \*\* $P<0.01$ , \*\*\* $P<0.001$ , significant difference from pre-training values; † $P<0.05$ , significant time vs. group interaction; + $P<0.01$ , significant difference between groups after training



También podemos ver mejorías en la prueba de “time up and go” y “rise from a chair”, importantes referentes en la estabilidad del sujeto si hablamos de equilibrio. Tras la intervención en el programa de fuerza se ven mejoras significativas.



### Programas ejercicios funcionales

Los programas de ejercicios funcionales se centran en movimientos que replican actividades de la vida diaria, como agacharse, subir escaleras, levantarse de una silla o recostarse de la cama. Es importante tener en cuenta este tipo de movimientos ya que es en los que principalmente queremos actuar cuando hablamos de prevención de caídas, es en este tipo de situaciones cotidianas en las que la persona de tercera edad se confía y se produce una caída o pérdida de equilibrio. Dentro de los ejercicios funcionales encontramos diversos tipos, de los cuales destacamos los siguientes:

- **Pliometría**

Es común ver el entrenamiento pliométrico en personas jóvenes o en el alto rendimiento enfocado a mejorar movimientos deportivos de alta intensidad, sin embargo, existen versiones adaptadas para personas mayores. Estas adaptaciones incluyen saltos de bajo impacto y movimientos controlados donde se puede mejorar la potencia y la velocidad de reacción ante distintas situaciones que podemos encontrar en el ámbito cotidiano para prevenir las caídas. Este tipo



de entrenamiento e intervenciones mejora la capacidad del sistema neuromuscular para responder rápidamente a perturbaciones (Pardasaney et al., 2012).

- **Marcha nórdica**

El uso de bastones se encuentra muy familiarizada en la tercera edad, de ello mismo trata la marcha nórdica, la cual combina la caminata con movimientos coordinados de los brazos, lo que aumenta significativamente la activación muscular del tronco superior y mejora la estabilidad en el tren inferior. Los estudios muestran que la marcha nórdica mejora de manera eficaz el equilibrio, la fuerza muscular y la coordinación motora en adultos mayores, además de proporcionar beneficios cardiovasculares al tratarse de una actividad dinámica de marcha (Pereira et al, 2020).

- **Movilidad articular y estiramientos**

La disminución de la capacidad de movimiento articular afecta de manera negativa en el equilibrio al limitar los movimientos de adaptabilidad y compensatorios del cuerpo a cambios de posición. Los ejercicios de movilidad y estiramientos son cruciales en cualquier programa de reducción de caídas en tercera edad, con la finalidad de mejorar el rango de movimiento de las articulaciones. Los programas que combinan estiramientos dinámicos y estáticos de amplitud controlada son especialmente efectivos para mejorar el equilibrio en personas mayores (Fernández Olivé et al., 2021).

- **Ejercicios propioceptivos**

Como veremos más adelante, la capacidad propioceptiva es uno de los aspectos a tener en cuenta a la hora de disminuir el riesgo de caída. Son innumerables los programas de entrenamientos para mejorar la propiocepción en personas de tercera edad. Sin embargo, entre los más destacados, encontramos el uso de superficies inestables para mejorar la posición del sujeto durante el día a día, ejercicios de equilibrio estático y dinámico, y actividades funcionales. Se ha



demostrado que la mejora de la propiocepción contribuye significativamente al control postural y a la reducción de las caídas. (Pardasaney et al. 2012)

Dentro de la clasificación de los ejercicios propioceptivos también podríamos incluir el entrenamiento con el uso de calzado inestable, en los que incluimos zapatos de suela redondeada o balancines. Este tipo de calzado crea un desafío constante para el sistema de equilibrio, el cual podría ayudar en la prevención de caídas en personas mayores que aún no han experimentado una gran pérdida en la facultad del equilibrio. Los usuarios que implementan el uso de este tipo de zapatilla se ven obligados a ajustar de manera continuada su postura y activar grupos musculares estabilizadores para mantenerse en pie y caminar. Este enfoque mejora la propiocepción y la fuerza de los grupos musculares que forman el core, además de tener impacto positivo en la coordinación. Según un estudio publicado en la *Revista Española de Geriatria y Gerontología* (2018) se evaluó los efectos del uso de calzado inestable con suela curva en el entrenamiento de fuerza y equilibrio en adultos mayores. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: uno que utilizó calzado inestable y otro con calzado estable, ambos sometidos a un programa de entrenamiento multicomponente durante seis semanas. Los resultados indicaron que el grupo que utilizó calzado inestable experimentó mejoras significativas en la fuerza de los miembros inferiores y en el equilibrio, sugiriendo que este tipo de calzado puede ser beneficioso para la prevención de caídas en personas de la tercera edad.

Debemos añadir también dentro de esta clasificación los ejercicios de bipedestación a una pierna, los cuales implican mantenerse de pie sobre una pierna durante un período determinado de tiempo. Se ha demostrado (Goble et al., 2011) que estos ejercicios ayudan a la estabilidad estática cuando se realizan de manera progresiva y con seguridad, fortaleciendo músculos estabilizadores y mejorando la propiocepción, resultandos efectivos en la reducción del riesgo de caídas.

El entrenamiento de equilibrio dinámico implica una serie de movimientos que desafían la estabilidad del sujeto en movimientos cotidianos como caminar o levantarse. Dentro de estos ejercicios encontramos caminar sobre una línea recta, realizar movimientos en superficies irregulares o cambiar de dirección de



manera repentina. Este tipo de ejercicios buscan mejorar la capacidad de adaptación de las personas de tercera edad en entornos que conocen. El entrenamiento dinámico ha mostrado resultados positivos en la prevención de caídas al aumentar la capacidad de respuesta y estabilidad en situaciones de la vida cotidiana (Cadore et al. 2013).

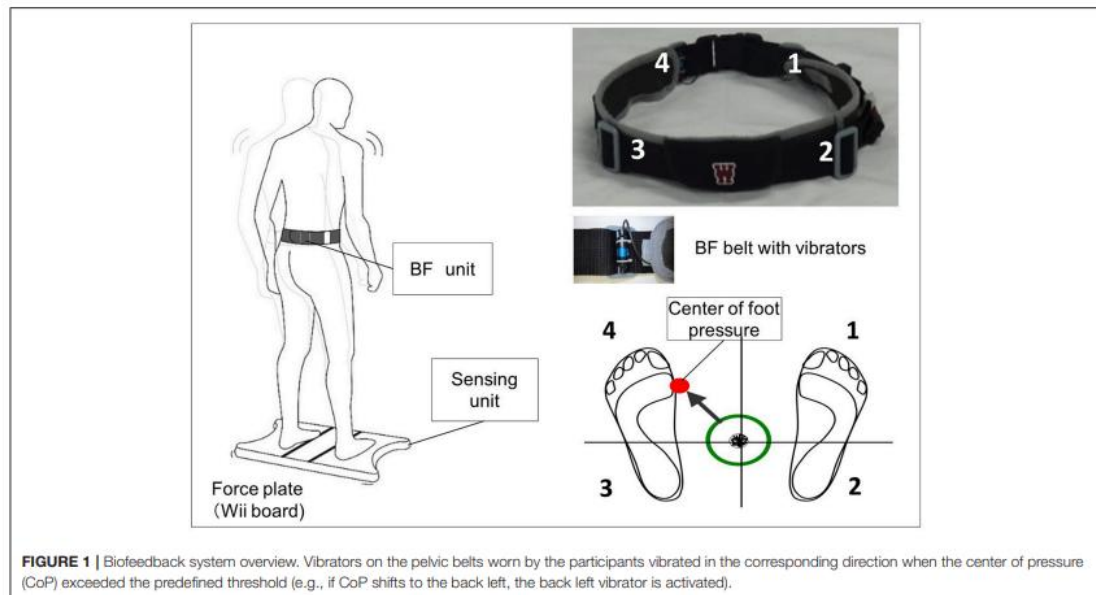
Existen otros programas de entrenamiento relacionados con la transferencia de peso, donde los sujetos deben moverse lateralmente, hacia adelante y hacia atrás, o en movimientos circulares con la finalidad de transferir el peso de un pie a otro a la vez que se mantiene el control postural. La transferencia de peso mejora la capacidad para manejar los desplazamientos del centro de masa, crucial para prevenir caídas, además de que mejora la estabilidad dinámica. Este tipo de ejercicios se pueden realizar con o sin apoyo, en función del nivel en que se encuentre el sujeto y se pueden combinar con otros elementos como el uso de bastones (marcha nórdica) o el uso de pesas, también incluidos en los ejercicios de refuerzo muscular en los entrenamientos de fuerza. Como vemos, esta todo muy relacionado para conseguir resultados fascinantes y, conociendo todos los medios y resultados científicos podemos obtener grandes resultados.

- **Entrenamientos con plataformas de vibración**

Gracias al avance de las nuevas tecnologías y el uso de herramientas innovadoras, encontramos la popularización de plataformas de vibración como tratamiento para mejorar el equilibrio y la fuerza muscular. Durante las sesiones de entrenamiento o rehabilitación, las vibraciones que genera la plataforma activan fibras musculares mediante contracciones reflejas rápidas, lo que contribuye a la mejora de la coordinación reflejo-motora y la estabilidad postural. Los estudios han demostrado que el entrenamiento con vibración en un entorno controlado es seguro y efectivo para mejorar el equilibrio y, mediante algunas variaciones en el uso de estas plataformas, también en la capacidad de fuerza en personas mayores, especialmente en aquellas con baja movilidad. (Montero-Odasso et al. 2019).

Los ejercicios de retroalimentación visual o auditiva pueden mejorar el equilibrio al permitir que las personas mayores sean más conscientes de sus movimientos y la propia postura que adoptan en cada momento. Las herramientas que emiten

señales cuando el centro de gravedad se desplaza más allá de ciertos límites ayudan a usuarios a corregir su postura y ajustar el equilibrio necesario para



disminuir el riesgo de caída. Es el caso del siguiente estudio en el que se muestra el uso de la plataforma Wii fit plus y un sensor de movimientos que emite señales de la distribución de masas en los pies en cada momento (Kodama et al., 2019)

- **Realidad virtual**

EL uso de realidad virtual (RA) y simulaciones interactivas forma parte de herramientas innovadoras que está surgiendo en los últimos años y está demostrando grandes avances en el entrenamiento del equilibrio, ya que permite situar al anciano en situaciones donde se mejoran estas capacidades añadiendo un entorno seguro y fiable. Los sujetos pueden participar en entornos virtuales donde se desafía el equilibrio de manera controlada y segura. Las investigaciones han demostrado que la aplicación de la realidad virtual puede mejorar el equilibrio dinámico y la capacidad de respuesta en adultos mayores, ya que ofrece una experiencia inmersiva que involucra sistemas sensoriales de manera integral (Castillo-Daza et al. 2021).

- **Hidrogimnasia**

La hidrogimnasia es un método efectivo para mejorar los movimientos diarios en un entorno distintos añadiendo los beneficios y propiedades que nos ofrece el agua. Mediante esta técnica conseguimos obtener un impacto positivo en el equilibrio, aplicando la resistencia y flotabilidad, trabajadas en un entorno seguro



y con cero impacto sobre articulaciones. Los ejercicios acuáticos nos van a permitir simular movimientos cotidianos y a la vez trabajar el refuerzo muscular, la coordinación y la propiocepción sin el riesgo de caídas. Además, la resistencia del agua desafía el equilibrio de manera constante (Barbosa et al., 2021).

**Tabla 3.** Porcentajes de cambio desde la medición inicial en cada grupo estudiado (n=26).

Variables	Experimental (n=16)	Control (n=10)
<b>Capacidades Físicas</b>		
Sentadilla en silla (# repeticiones/30 s)	14.0	0.0
Pesa en mano (# repeticiones/30 s)	17.5	1.5
Agilidad 2.4 m (s)	-14.6	0.1
Step test 2 min (# repeticiones)	13.3	-0.1
Flexibilidad en hombro (cm)	51.8	-12.5
Flexibilidad en silla (cm)	108.1	-12.7
Caminar 6 min (m)	5.3	1.0

## Yoga

El yoga es una práctica física, mental y espiritual que tiene como finalidad promover la salud integral y el propio bienestar. En el propio contenido encontramos las posturas físicas, el control de la respiración, la relajación... son varios de los conceptos que pueden llegar a ser interesantes de cara a reducir el riesgo de caída en personas de tercera edad.

La postura de pie, como el árbol y el guerrero, desafían el equilibrio al obligar a los sujetos a mantener el control postural en diferentes posiciones (Youkhana et al., 2015). Además, el enfoque de las otras capacidades mencionadas anteriormente, permiten mejorar la conexión mente-músculo, lo que ayuda a reducir el miedo a las caídas y mejorar la reacción ante alguna situación con riesgo de caída.

## Danza

En la danza encontramos multitud de modalidades, sin embargo, hay algunas que destacan de cara a mejorar el equilibrio como el tango o el baile de salón. Se combinan movimientos coordinados con un enfoque en el ritmo, la postura y la interacción social. El baile requiere un continuo ajuste de la postura, teniendo impacto directo en el equilibrio y la coordinación, además de ofrecer grandes beneficios sociales y emocionales que contribuyen al bienestar general.



### **3.2. Factores que afectan al equilibrio**

#### **Neurológicos**

- **Sistema vestibular**

El sistema vestibular, situado en el oído interno, es el encargado de albergar el sentido del equilibrio y ayuda a detectar movimientos de la cabeza y la posición espacial. Con la edad, puede haber una degeneración de las células ciliadas vestibulares, lo que provoca una reducción de la percepción de la orientación espacial y contribuye al deterioro del equilibrio de manera directa (Montero – Odasso et al., 2019).

- **Sistema propioceptivo**

El entrenamiento propioceptivo se centra en mejorar la capacidad de detectar la posición del propio cuerpo y detectar el movimiento de las articulaciones, factor crucial si queremos tener en cuenta la mejora del equilibrio. La capacidad de percibir la posición y movimiento de las extremidades disminuye con la edad debido a la pérdida de mecanorreceptores en las articulaciones y músculos. Esta pérdida contribuye a una mayor propensión en el número de caídas y a un deterioro de la capacidad de equilibrio. (Saüch, Castañer e Hileno, 2013). Dentro del sistema propioceptivo encontramos cuatro grandes rasgos: La sensación de posición, el control del movimiento, el equilibrio y la estabilidad y, por último, la adaptación postural. Estos aspectos los tenemos en cuenta a lo largo de todo el trabajo para acercarnos a nuestro objetivo de investigación.

- **Capacidad cognitiva**

El trabajo cognitivo, en concreto la atención y la memoria, son aspectos que afectan directamente al mantenimiento de la estabilidad postural, y es que la integración neurológica es fundamental para el equilibrio. Es por lo que enfermedades como el Alzheimer y otros trastornos neurodegenerativos incrementan el riesgo de caídas (Montero-Odasso et al., 2019).

Para trabajar sobre estas facultades y, a su vez, centrarnos en el equilibrio en personas de tercera edad, encontramos distintos métodos. Los juegos de entrenamiento cognitivo-motor son un punto clave a tener en cuenta si queremos darle este enfoque a nuestra propuesta. Se trata de combinar estímulos



cognitivos y físicos a través de juegos interactivos, como los programas basados en Wii Fit o aplicaciones interactivas, donde se mejora el equilibrio al desafiar simultáneamente la capacidad motora y cognitiva. Si no queremos complicarnos, es suficiente con realizar operaciones matemáticas básicas como una suma o una resta mientras realizamos ejercicios básicos como una sentadilla, de esta manera activamos el sistema cognitivo y motor al mismo tiempo, obligándonos a mantener el doble de atención. El entrenamiento cognitivo-motor se ha mostrado eficaz para aumentar la velocidad de reacción y, por ende, disminuir el riesgo de caída (Esmeraldas Vélez et al., 2019).

### **Factores fisiológicos**

- **Pérdida de fuerza muscular**

La sarcopenia, definida como la pérdida progresiva de masa muscular y fuerza asociada con el envejecimiento, es un factor fisiológico clave que afecta el equilibrio y la funcionalidad en adultos mayores. Esta condición está relacionada con una disminución de las fibras musculares de tipo II (contracción rápida), que son esenciales para responder rápidamente a perturbaciones del equilibrio. A medida que la fuerza muscular se reduce, la capacidad para mantener una postura estable, corregir desplazamientos del centro de gravedad y recuperarse de desequilibrios se ve comprometida. La sarcopenia también está vinculada con una disminución en la producción de fuerza máxima y la potencia muscular, lo que afecta tareas básicas como caminar, levantarse de una silla o subir escaleras.

El ejercicio de resistencia ha demostrado ser una estrategia efectiva para mitigar la sarcopenia. Estudios indican que el entrenamiento de fuerza específico, enfocado en los músculos del tren inferior (como cuádriceps y glúteos), es particularmente útil para mejorar el control postural y reducir el riesgo de caídas (Cadore et al., 2019). Además, el entrenamiento de potencia, que involucra movimientos rápidos y explosivos, puede ser especialmente beneficioso para restaurar la capacidad de respuesta del sistema neuromuscular en situaciones que requieran ajustes rápidos del equilibrio.

Aparte de lo ya mencionado, podemos afirmar (Hernández-Sánchez et al., 2015) que el core, compuesto por músculos abdominales, de la cadera,



lumbares y el suelo pélvico, juega un papel fundamental y es el principal estabilizador del cuerpo. Una disminución en la fuerza del core puede comprometer en gran medida a la estabilidad de todo el cuerpo.

- **Reducción densidad ósea**

La osteoporosis es otro de los problemas que va asociado directamente a los factores de caída en personas de tercera edad. El aumento de fragilidad ósea, la cual afecta de manera mucho más grave a mujeres posmenopáusicas que a hombres debido a causas hormonales, puede ser un factor limitante en la autonomía y desplazamiento de personas ancianas. Las personas con osteoporosis suelen adoptar posturas más encorvadas y menos estabilidad estructural, afectando a su centro de gravedad y, de manera indirecta, al equilibrio (Vélez et al., 2019).

- **Disminución de la flexibilidad y movilidad articular**

A medida que nos hacemos mayores, las articulaciones tienden a volverse más rígidas y perder rango de movimiento debido al deterioro natural del tejido conectivo, a la disminución del líquido sinovial y a la degeneración del cartílago articular. Estas causas van asociadas de manera directa a la capacidad de realizar movimientos amplios y fluidos, al igual que la capacidad de realizar movimientos compensatorios como extender un brazo para mantener la estabilidad y realizar contrapeso y, de esta manera, evitar una caída (Vélez et al., 2019).

- **Reducción capacidad cardiovascular**

El flujo sanguíneo también se ve afectado por la reducción de la capacidad cardiovascular, perdiendo capacidad de oxigenación al cerebro y músculos. Una menor capacidad cardiovascular puede producir una mayor y más rápida fatiga a determinados grupos musculares del tren inferior produciendo así una pérdida de equilibrio y aumentando el riesgo de caída. Además, la disminución del volumen cardíaco y la capacidad respiratoria puede afectar la resistencia física general, limitando la capacidad para realizar movimientos correctivos rápidos y seguros (Vélez et al., 2019).



- **Cambios hormonales**

Como hemos mencionado en otro apartado anterior, las mujeres son las que más afectadas se ven por este aspecto relacionado con el cambio hormonal. Al producirse una disminución en los niveles de estrógenos durante la menopausia, no solo se ve afectada la densidad ósea sino que también se ve afectado en gran medida el tono muscular, viéndose comprometida la distribución de la masa grasa y muscular, así como la elasticidad en los tejidos (Vélez et al., 2019).

### **Factores biomecánicos**

- **Distribución del peso y postura corporal**

La capacidad de mantenerse erguido y en equilibrio depende, entre otros factores, de una correcta distribución del peso corporal. Con el envejecimiento es común ver alteraciones en la alineación postural. Estos cambios posturales alteran la capacidad del cuerpo para responder ante perturbaciones. La hipercifosis (encorvamiento de la columna torácica) y la hiperlordosis (curvatura lumbar acentuada) cambian de manera significativa el centro de gravedad, derivando en una necesidad mayor por parte de los músculos estabilizadores para no perder el equilibrio, aumentando en la fatiga general y el riesgo a tropezar.

- **Pérdida de coordinación intermuscular**

En este apartado nos referimos a la coordinación entre musculatura agonista y antagonista, desempeñando un papel fundamental en la estabilidad postural. El envejecimiento viene de la mano de una reducción en la capacidad de coordinar movimientos de manera rápida y eficiente, relacionado con la realización de ajustar automáticamente el cuerpo ante distintas situaciones de improvisación.

- **Alteraciones en la marcha**

Es común en las personas mayores ver una disminución del rango de movimiento articular y más inestables. Se producen pasos más cortos y una disminución de la velocidad de la marcha, además de una reducción de la fase de oscilación, sugiriendo una menor capacidad para mantener un pie en alto, menor fuerza unilateral y menor estabilidad. Otro de los factores relacionados con la alteración de la marcha es la asimetría de esta, generando una distribución



desigual de las fuerzas y, ante estímulos exteriores, puede suponer comprometedor para el desplazamiento.

#### **4. Objetivos e Hipótesis**

Teniendo en cuenta lo mencionado en los apartados anteriores y el amplio impacto que tiene el tema escogido a nivel mundial por el tipo de población a la que afecta, podemos decir que el objeto de estudio podría abarcar diversos objetivos. Es por ello, que me he decantado por un objetivo general y varios objetivos específicos que se van a ir tratando durante el trabajo.

- Objetivo general: Evaluar la efectividad de diferentes tipos de diferentes tipos de intervenciones físicas para mejorar el equilibrio en personas de la tercera edad.
- Objetivo específico 1: Identificar los factores neurológicos, fisiológicos y biomecánicos que afectan el equilibrio en personas mayores.
- Objetivo específico 2: Revisar y analizar las intervenciones físicas más efectivas.
- Objetivo específico 3: Evaluar el impacto de la actividad física sobre la calidad de vida de las personas mayores.
- Hipótesis nula ( $H_0$ ): La implementación de un programa de entrenamiento de 12 semanas compuesto por ejercicios cardiovasculares, de fuerza y de reeducación postural no mejoran el equilibrio.
- Hipótesis alternativa ( $H_1$ ): La implementación de un programa de entrenamiento de 12 semanas compuesto por ejercicios cardiovasculares, de fuerza y de reeducación postural, mejoran el equilibrio.

Los objetivos están orientados a ofrecer una visión integral de los factores que afectan el equilibrio en personas mayores y proponer intervenciones basadas en la actividad física que mejoren esta capacidad. El equilibrio es una función crítica que se ve afectada con el envejecimiento debido a la pérdida progresiva de fuerza muscular, la disminución de la sensibilidad propioceptiva y las alteraciones en los sistemas vestibular y visual. Esto, a su vez, aumenta el riesgo



de caídas, que es una de las principales causas de discapacidad en la tercera edad.

Las hipótesis planteadas surgen de la revisión de la literatura reciente, que ha demostrado que los programas de ejercicio físico, especialmente aquellos que combinan fuerza, equilibrio y coordinación, pueden mejorar significativamente la estabilidad postural y reducir funciones relacionadas con el riesgo de caídas.

En resumen, el estudio busca establecer evidencia sobre las mejores prácticas para mejorar el equilibrio y, en consecuencia, la salud funcional y la autonomía en la tercera edad.

## **5. Método**

### **5.1. Participantes**

#### **Criterios de inclusión y exclusión**

Para aplicar nuestra distinción entre inclusión y exclusión de personas como objeto de estudio en nuestro trabajo, nos basaremos en el sexo, la edad, la autonomía y las posibles enfermedades que puedan tener y que afecten de manera directa o indirecta al equilibrio. Además, a la hora de definir la muestra, debemos tener en cuenta el 10% de participantes que, por estadística, suelen abandonar el estudio.

Primero que todo, hay que identificar qué nos dice la OMS sobre persona de tercera edad. La misma Organización Mundial de la Salud nos ofrece una clasificación dividida en tres grupos:

- **Adultos mayores jóvenes:** Este grupo engloba las personas de entre 60 y 74 años. Se caracteriza por un grupo de personas en una fase inicial de la tercera edad con un grado mayor de autonomía y actividad física distintivo del resto de grupos.
- **Personas de edad avanzada:** Este grupo engloba personas de entre 75 y 89 años. Se caracteriza por un grupo con mayores dificultades físicas y de autonomía.



- Personas muy ancianas: Este grupo engloba personas de más de 89 años. Este grupo tiende a presentar mayores limitaciones físicas y prácticamente una autonomía nula, salvo en casos excepcionales.

Como variable que podría afectar de manera significativa la muestra de estudio debemos destacar las enfermedades relacionadas con el equilibrio:

- Enfermedades neurológicas: Las enfermedades como el párkinson (Zhang et al. 2019), la esclerosis múltiple o distintas neuropatías específicas podrían mermar de manera considerable la muestra de estudio del trabajo.
- Enfermedades vestibulares: Aquellas que pueden afectar de manera directa al vértigo, como la enfermedad del *Vértigo posicional paroxístico-benigno*.
- Trastornos visuales graves: Como el glaucoma grave (Beneito et al., 2020) puede afectar de manera directa a la pérdida de visión y degeneración de masa muscular, lo que se relacionaría con el equilibrio.
- Afecciones articulares graves: La esclerosis múltiple es un factor que afecta al equilibrio en personas de tercera edad (Climon et al., 2018), de entre otros factores problemáticos y que afecta la muestra de estudio.
- Problemas cognitivos avanzados: Como el Alzheimer o la Demencia, pueden presentar degeneración del control motor y la cognición (Montero – Odasso et al., 2019) lo cual está estrechamente ligado al riesgo de caídas.
- Cualquier otra enfermedad crónica o grave que afecte de manera directa al sistema nervioso central y periférico o que afecte directamente a la movilidad: Esto incluye fracturas óseas recientes o personas que necesiten ayuda auxiliar para la movilidad como muletas o silla de ruedas.

Tras haber delimitado los criterios de exclusión y teniendo en cuenta la clasificación de la OMS según la edad y extrayendo los grupos que nos interesan como muestra para nuestro posible trabajo de investigación, podemos delimitar los siguientes criterios de inclusión:

- Personas de entre 75 y 89 años, con capacidad de desplazarse sin ayuda externa y con autonomía total.



- Personas que vivan de manera autónoma y puedan desarrollar cualquier actividad básica que se incluya en el día a día.
- Estado de salud bueno y con ausencia de las enfermedades mencionadas anteriormente.

Cualquier persona que incumpla uno de los tres requisitos mencionados anteriormente, queda excluida como grupo de intervención en el proyecto de investigación planteado.

### **Descripción de la muestra**

La muestra escogida para el estudio propuesto se trata de 40 adultos mayores (75-89 años) hombres y mujeres. Se dividirá en un grupo experimental de 20 participantes que recibirán la intervención y un grupo control de los 20 restantes los cuales únicamente realizarán las evaluaciones.

Mediante la inclusión entre un grupo experimental y un grupo control, podemos comparar la obtención de resultados entre sujetos que realizan el programa de entrenamiento y los que no lo realizan, elaborando una comparación óptima para la elaboración de conclusiones.

### **5.2. Instrumentos.**

Para facilitar el muestreo, proponemos un cuestionario que se entregaría para clasificar en exclusión o inclusión en nuestro trabajo de investigación. Este cuestionario lo podemos encontrar en el apartado de “Anexo”, al final del trabajo.

Una vez completado el cuestionario adjunto y delimitado nuestra muestra como grupo de intervención, se proponen distintos test de equilibrio para valorar y clasificar a la persona que tenemos en función del grado de disfunción de equilibrio que tenga.

- ❖ **Wii Fit Plus – Balance Board:** Es una herramienta interactiva y de uso sencillo, además de precio asequible para estudios de bajo presupuesto, que permite trabajar y diagnosticar el grado de equilibrio que tenemos mediante juegos interactivos que requieren control corporal y movimientos precisos. La Balance Board es una plataforma sensible a la presión que detecta el centro de gravedad y los movimientos del cuerpo. Al estar de pie sobre ella, el sistema monitoriza el peso distribuido en cada pie y los



desplazamientos del cuerpo. Esto proporciona un feedback en tiempo real, lo que ayuda a los usuarios a ajustar su postura y equilibrio en función de las indicaciones visuales en la pantalla. Además, este sistema permite realizar el test en un ambiente seguro y sin riesgo de caídas, en un lugar sin condiciones meteorológicas adversas y con la supervisión de un profesional que reduzca el riesgo posible en otras pruebas. Aparte de servirnos como instrumento de evaluación y valoración del equilibrio, también nos sirve como modelo de aplicación y mejora del mismo, ya que nos permite trabajar la propiocepción al trabajar con juegos que requieren de movimientos precisos y el desarrollo de la musculatura central (Core y lumbar), totalmente imprescindibles a la hora de trabajar el equilibrio.

- ❖ **Timed up and go test** (Ortega-Bastidas et al., 2023): Evalúa la movilidad funcional y el equilibrio. El participante se levanta de una silla, camina 3 metros, gira y regresa a la silla. Un tiempo mayor a 12 segundos está asociado con un riesgo aumentado de caídas.
- ❖ **Berg Balance Test** (Godí et al., 2013): Es un test donde se evalúan 14 ítems estrechamente relacionados con la capacidad de equilibrio como levantarse de una silla, mantenerse con un solo pie o cambiar de posición. Un puntaje menos de 45 indica un mayor riesgo de caída.
- ❖ **Functional Reach Test** (Duncann et al., 2015): Es un test que mide la distancia máxima que una persona puede alcanzar hacia adelante manteniendo una posición estática al mismo tiempo. Es un indicador de control postural y estabilidad.
- ❖ **Balance Error Scoring Systems** (David R. Bell et al., 2011): Evalúa el equilibrio sobre distintas superficies firmes e inestables. Se mide el número de errores cometidos en cada postura ayudando a identificar problemas específicos del equilibrio.

En cada una de las sesiones se empleará material determinado para garantizar la seguridad de los participantes además de permitir una mejor adaptación en la aplicación de los distintos ejercicios.

- Sillas, colchonetas y bastones de apoyo: Aplicación en los ejercicios de equilibrio estático y movilidad.



- Plataforma y calzado inestable: Mejora del balance postural y la propiocepción.
- Pesas ligeras (1-3 kg) y bandas elásticas: Desarrollo del tono y la fuerza muscular.
- Obstáculos pequeños, conos, barra de apoyo: Trabajo en la transferencia de peso y coordinación.
- Plataforma Wii Fit Plus, sensores de equilibrio: Evaluación del equilibrio dinámico y de la postura.

### 5.3. Procedimiento

Se realizará el cuestionario adjunto en el apartado de anexo como criterio de selección para poder aplicar la propuesta de intervención. La participación en la propuesta de intervención irá referida a ambos sexos. El hecho de que sea hombre o mujer puede llegar a sesgar los resultados del programa de entrenamiento por las diferencias que afectan al equilibrio en ambos sexos, sin embargo, se estudiarán diferencias de aplicación en la metodología empleada para poder delimitar bien cuál es la indicada para cada uno de los mismos.

De cara a valorar el nivel de equilibrio que muestra el sujeto en cuestión utilizaremos distintas pruebas que nos ayudarán a valorar la necesidad de la intervención y el punto en que nos encontramos, de esta manera también aseguramos una medición integral del proceso. Los principales test para utilizar serán:

- ❖ **Timed Up and Go Test (TUG):** Evalúa la movilidad funcional. (Ortega-Bastidas et al., 2023)
- ❖ **Wii Fit Plus – Balance Board:** Muestra distintos aspectos de mejora en la postura corporal y distribución de peso.
- ❖ **Berg Balance Scale (BBS):** Evalúa 14 ítems de equilibrio funcional, empleando sillas, un escalón y un cronómetro, extrayendo los resultados de cada uno de los ítems para obtener una valoración final en función de una escala de resultados.
- ❖ **Functional Reach Test (FRT):** Evalúa la estabilidad postural (Duncann et al., 2015).



- ❖ **Balance Error Scoring System (BESS):** Identifica errores en equilibrio estático y dinámico (David R. Bell et al., 2011).

### Variables de intervención

Las variables de intervención mostradas a continuación van en referencia al sexo de los participantes en el estudio, como hemos mencionado anteriormente, hay distintos aspectos para tener en cuenta con la finalidad de poder aplicar un programa de entrenamiento adecuado a cada uno de los dos sexos.

Variable	Hombre	Mujer
Pérdida de masa muscular	Mayor velocidad de pérdida	Menor masa muscular pero más resistencia a la fatiga
Densidad ósea	Más estable en la degeneración	Mayor riesgo de osteoporosis
Capacidad cardiovascular	Mayor volumen cardíaco	Menos capacidad aeróbica

*Tabla 1. Variables de intervención entre hombres y mujeres.*

Una vez detectadas las posibles variables y las diferencias entre ambos grupos, debemos indicar una adaptación de las cargas a lo largo de las 12 semanas del programa de entrenamiento.

**Hombres:** Mayor carga en ejercicios de fuerza con progresión lenta

**Mujeres:** Mayor énfasis en la movilidad y el fortalecimiento del core por la densidad ósea.

### Diseño del programa de entrenamiento

El programa de entrenamiento tendrá una duración de doce semanas, con una frecuencia de tres sesiones por semana (lunes, miércoles y viernes) y una duración aproximada de sesenta minutos por sesión. Las evaluaciones llevadas a cabo tanto para el grupo de intervención como para el grupo control será de manera previa en la semana 0 (pre-test), en dos puntos de la investigación intermedios, en las semanas 4 y 7, y en una fase final de la investigación donde,



además, se redactarán unas conclusiones y se obtendrán unos resultados, en la semana 12 (post-test).

### Progresiones

Las distintas variaciones referidas a la carga, intensidad y la dificultad de los ejercicios del programa se estructura en progresiones de semana en semana, donde se incrementa de manera gradual la dificultad de las sesiones con el fin de crear una adaptación en el sujeto y una mejora de cara a las siguientes. Mediante esta sobrecarga progresiva, permitimos trabajar el equilibrio y la fuerza muscular, al mismo tiempo, de una manera segura para el sujeto. Para poder realizar de manera efectiva y completa el programa de entrenamiento, tendremos en cuenta los siguientes apartados:

- **Progresión:** Cada bloque debe comenzar solo cuando los participantes hayan dominado los ejercicios básicos del bloque anterior, garantizando la seguridad y la correcta ejecución de los movimientos.
- **Adaptaciones individuales:** Aunque se trata de un programa grupal, se deben tener en cuenta las diferencias individuales (nivel de fuerza, movilidad y capacidad de equilibrio) para adaptar la dificultad de los ejercicios.
- **Feedback:** Utilizar herramientas interactivas (como la Wii Fit Plus) y evaluaciones intermedias (semanas 4 y 7) para reajustar cargas y progresiones según el rendimiento observado.
- **Seguridad:** Contar siempre con un profesional de la actividad física para supervisar la correcta ejecución y prevenir caídas durante la sesión.

### Sistema de entrenamiento

El sistema de entrenamiento aplicado para nuestra propuesta de intervención se divide en distintos bloques, cada uno caracterizado por la naturaleza de la práctica deportiva que se va a llevar a cabo, clasificándolas en los grandes bloques de fuerza, reeducación postural y cardio. Esta estructura nos va a permitir seguir un esquema general y bien estructurado para que el entrenador pueda establecer y adaptar cada una de las sesiones. Dentro de estos tres grandes grupos, se va a seguir otra pauta y va a ser la intensidad del



entrenamiento, dependiendo de la modalidad trabajada ese día o la sesión de la planificación, la carga variará entre alta, media o baja, creando una adaptación en el sujeto que le permita mejorar de semana a semana. Además, todas las sesiones contarán con unas bases generales de cara al calentamiento y la vuelta a la calma basándonos en lo mencionado a lo largo del trabajo y adaptado así a las necesidades de los sujetos de estudio.

Este sistema de entrenamiento estructurado por intensidad de entrenamiento y práctica deportiva es una excelente propuesta dada la multitud de opciones deportivas con resultados favorables de cara a mejorar el equilibrio. Dividiendo los entrenamientos por naturaleza de la práctica deportiva, nos va a permitir segmentar las sesiones con objetivos claros, además de poder trabajar de forma equilibrada distintas áreas físicas y técnicas, aspecto a tener muy en cuenta en la mejora del equilibrio ya que se requiere de habilidades múltiples. Por último, el entrenador va a poder ajustar y modificar las cargas de cada sesión en función de las características de esa sesión o nivel del sujeto, teniendo en cuenta que todos estarán trabajando el mismo tipo de entrenamiento.

Con la finalidad de generar una estructura de programación más visual y facilitadora, se señalará el día de la semana que toque sesión con la correspondiente modalidad deportiva a trabajar y se indicará en colores dependiendo el grado de intensidad que el preparador deportivo debe aplicar. La intensidad variará entre **alta**, **media** o **baja**.

- **Fuerza:** Como hemos visto, la fuerza va a ser uno de los parámetros fundamentales de cara a reducir el nivel de caída, reforzando el sistema muscular, la producción de médula ósea y reduciendo la sarcopenia. Los días que se trabaje este elemento trabajaremos, en especial, ejercicios de fuerza-resistencia, con cargas adaptadas al nivel de cada uno de los sujetos en función de los resultados obtenidos en los test establecidos en la semana 0 del estudio.
- **Cardio:** Estos ejercicios van a ir protagonizados por accesorios como superficies inestables o apoyos como el bastón. De igual manera que en los otros elementos, las cargas se adaptarán a los sujetos para poder



establecer de manera correcta el nivel de marcha que deben aplicar en salidas que se realicen con los sujetos de estudio.

- **Reeducación postural:** Estos días van a estar protagonizados por el Thai Chi y el yoga, estas prácticas deportivas han demostrado tener un impacto positivo en la estabilidad y propiocepción de los individuos que la practican, factor determinante de cara a nuestra hipótesis de estudio. Además, se incorporarán ejercicios de movilidad y estiramiento, enfatizando mucho en mejorar las actividades funcionales del día a día. Como hemos mostrado anteriormente, la zancada en los sujetos de estudio se reduce considerablemente, factor de riesgo a la hora de que se produzcan caídas. Los ejercicios propuestos en este elemento van a ser cruciales para conseguir el objetivo y generar unos resultados óptimos.

Si bien cada día se va a llevar a cabo una modalidad deportiva distinta y, el entrenador o profesional de la salud va a modificarlos a cada sesión, el calentamiento y la vuelta a la calma va a ser un esquema general que no va a variar en cada una de las sesiones.

- **Calentamiento:**

El objetivo es activar de manera progresiva el sistema cardiovascular, adaptar la movilidad articular a la sesión y preparar los mecanismos propioceptivos para reducir posibles riesgos y asegurar el positivo impacto esperado durante la sesión.

El calentamiento será de 10 minutos, compuesto por 3 minutos de marcha en el lugar de la sesión, manteniendo una postura erguida y realizando elevaciones suaves de rodilla, invitando a los sujetos a enfocarse en la respiración, favoreciendo unas respiraciones profundas para aumentar el aporte de oxígeno y mejorar la conexión mente-cuerpo.

La siguiente parte del calentamiento está compuesto por ejercicios de movilidad articular estática, tanto de tren superior como de tren inferior, buscando aumentar el rango de movimiento de las propias estructuras articulares para mejorar el rendimiento durante la sesión.



Por último, realizar plancha abdominal, adaptada a la dificultad de cada sujeto tanto en la manera de realizarla como en el tiempo que deben mantenerla. La plancha abdominal irá desde realizarla con los antebrazos apoyados a realizarla con los brazos estirados, apoyándose en las manos, pudiendo utilizar o no las rodillas o, dependiendo de la semana, apartando del contacto con el suelo alguna de las extremidades inferiores o superiores. De esta manera, vamos a activar el core y evitar en gran medida el riesgo de lesión o los posibles fallos en la estructura de la sesión y los ejercicios que se realizarán.

- **Vuelta a la calma:**

La vuelta a la calma tendrá como objetivo disminuir progresivamente la intensidad del ejercicio, favorecer la eliminación de metabolitos acumulados y promover la recuperación muscular y la relajación del sistema nervioso.

De esta manera, dedicaremos 4 minutos a realizar una caminata muy suave reduciendo gradualmente la velocidad para normalizar el ritmo cardíaco y favorecer la circulación sanguínea de forma calmada.

Los estiramientos van a ser primordiales en este apartado y al cual le dedicaremos entre veinte y treinta segundos a cada uno, manteniendo una postura relajada y completando un total de 3 minutos.

Por último, dedicaremos 3 minutos a ejercicios de respiración y relajación en los que se enfatiza la expansión del abdomen en la inhalación y su contracción en la exhalación, promoviendo un estado de calma.

- **Ejemplo de ejercicios de fuerza:**

Entrenamiento de fuerza		
Ejercicio	Objetivo	Variante
<b>Sentadilla en una silla</b>	Fortalecer tren inferior y mejorar el control postural.	Realizar la sentadilla con o sin apoyo o reduciendo el rango de movimiento. Posibilidad de incluir alguna mancuerna o



		modificar el punto de apoyo de los pies para demandar más la carga en una pierna que en otra.
<b>Remo con banda elástica</b>	Fortalecer musculatura de la espalda para mantener postura erguida y reforzar flexores del codo.	Variar el remo a una o dos manos y escoger la banda elástica de mayor o menor resistencia, dependiendo del sujeto.

Tabla 2. Ejemplo de entrenamiento de fuerza.

- **Ejemplo de ejercicios de cardio:**

<b>Entrenamiento cardiovascular</b>		
<b>Ejercicio</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Variante</b>
<b>Marcha nórdica adaptada</b>	Mejorar la capacidad cardiovascular, coordinación y postura, utilizando bastones para favorecer la transferencia del peso y el equilibrio.	Incorporar tramos con superficies ligeramente inestables (césped o caminos de tierra) y aumentar progresivamente la velocidad o, aplicar el ejercicio en terrenos completamente estables, a un ritmo pausado.
<b>Caminata con desvíos laterales</b>	Fomentar la agilidad y la capacidad de cambiar de dirección, mejorando la coordinación y el equilibrio en un contexto cardiovascular.	Aumentar la rapidez y la agilidad en los giros, incorporando obstáculos ligeros (como conos) para desafiar la coordinación o realizar cambios de dirección suaves, utilizando marcas en el suelo y apoyo visual del entrenador para



		guiar el desplazamiento, manteniendo un ritmo lento y constante.
--	--	--

Tabla 3. Ejemplo de entrenamiento cardiovascular.

- Ejemplo de ejercicios de reeducación postural:

Entrenamiento reeducación postural		
Ejercicio	Objetivo	Variante
<b>Secuencia de desplazamiento de Thai Chi</b>	Mejorar la coordinación, la movilidad y el control del equilibrio mediante movimientos lentos y fluidos que trasladen el peso de un pie al otro.	Ampliar la amplitud de los movimientos e incorporar giros suaves del torso para un mayor desafío de coordinación, o realizar la secuencia de forma muy pausada, con intervalos de descanso y apoyo (por ejemplo, junto a una pared o utilizando una silla como referencia), pudiendo limitar la amplitud del movimiento para mejorar la estabilidad.
<b>Secuencia de posturas de yoga</b>	Mejorar la flexibilidad y la movilidad articular, combinando posiciones de contracción muscular con ejercicios de respiración para favorecer la relajación, la coordinación y el fortalecimiento.	Ejecutar posturas de yoga de pie con mayor duración y amplitud en los movimientos, desafiando el rango de flexión y la estabilidad o realizar las posturas en posición sentada o con apoyos, además de



		limitar el tiempo de realización de cada postura.
--	--	---

Tabla 4. Ejemplo de entrenamiento de reeducación postural.

- **Calendario sistema de entrenamiento:**

	L	X	V
Sem. 0		Evaluación	
Sem. 1	Fuerza	Cardio	Reeducación postural
Sem. 2	Fuerza	Cardio	Reeducación postural
Sem. 3	Fuerza	Cardio	Reeducación postural
Sem. 4	Evaluación		Evaluación
Sem. 5	Cardio	Reeducación postural	Fuerza
Sem. 6	Cardio	Reeducación postural	Fuerza
Sem. 7	Cardio	Reeducación postural	Fuerza
Sem. 8	Evaluación		Evaluación
Sem. 9	Reeducación postural	Fuerza	Cardio
Sem. 10	Reeducación postural	Fuerza	Cardio
Sem. 11	Reeducación postural	Fuerza	Cardio
Sem. 12	Evaluación		Evaluación

Tabla 5. Calendario del sistema de entrenamiento.



## Evaluaciones

Las distintas evaluaciones se realizarán en momentos clave de la intervención para poder medir la progresión de los participantes, reajustar cargas y adaptaciones a los propios usuarios y replantear las siguientes sesiones de entrenamiento. Estas evaluaciones se realizarán, como ya hemos mencionado, de manera previa (semana 0), dos evaluaciones intermedias (semanas 4 y 7) y final (semana 12).

### Semana 0 – Pre – test (Línea base inicial).

Mediante esta evaluación buscamos establecer una línea base sobre la condición del equilibrio en participantes:

- **Timed Up and Go Test (TUG):** Evalúa la movilidad funcional.

**Materiales:** Silla, cronómetro, cinta métrica.

- **Berg Balance Scale (BBS):** Evalúa 14 ítems del equilibrio funcional.

**Materiales:** Silla, escalón, cronómetro.

- **Functional Reach Test (FRT):** Evalúa la estabilidad postural.

**Materiales:** Cinta métrica.

- **Balance Error Scoring System (BESS):** Mide errores de equilibrio en diferentes superficies.

**Materiales:** Colchoneta, cronómetro.

- **Wii Fit Plus - Balance Board:** Análisis del centro de gravedad y postura.

**Materiales:** Plataforma Wii Fit, monitor.

La variabilidad en las pruebas nos permitirá tener una fiabilidad de los resultados obtenidos en cada uno de los sujetos de estudio. En el caso de obtener unos resultados con una diferencia significativa entre varios de los mismos, repetiríamos los test para verificar la causa de la misma.

### Semana 4 y 8 – Evaluaciones intermedias

Mediante esta evaluación buscamos medir el progreso de las semanas anteriores y reajustar las cargas para las siguientes.



- **Timed Up and Go Test:** Comparación respecto al pre-test.
- **Functional Reach Test:** Comparación de la distancia alcanzada.
- **Observación directa:** Los evaluadores sacarían conclusiones mediante observación directa de los participantes.

El material empleado para estas pruebas sería una silla, un cronómetro y la plataforma Wii Fit.

### **Semana 12 – Post – test (Evaluación final)**

Mediante esta evaluación conseguiríamos comparar los resultados con la línea base y verificar la efectividad del programa de entrenamiento. Además, compararíamos los resultados de todo el grupo de intervención con el grupo control para extraer resultados de cara a la aplicación o no aplicación del propio programa.

- ❖ **Timed Up and Go Test (TUG):** Verificación de la mejora en la movilidad funcional.
- ❖ **Berg Balance Scale (BBS):** Comparación de la puntuación total obtenida en la línea base con la evaluación final.
- ❖ **Functional Reach Test (FRT):** Análisis de progresión en la estabilidad del sujeto.
- ❖ **Balance Error Scoring System (BESS):** Evaluación de los errores obtenidos en la postura corporal en la evaluación inicial y la final.
- ❖ **Wii Fit Plus - Balance Board:** Evaluación integral del equilibrio dinámico.

### **5.4. Análisis de datos**

El diseño de una intervención de 12 semanas de programa de entrenamiento físico para reducir el equilibrio, con un pre-test y un post-test, con un grupo control y un grupo experimental es un análisis estadístico cuasi-experimental con medidas repetidas. Por lo tanto, la metodología escogida para poder llevar a cabo nuestro estudio sería ANOVA de medidas repetidas. Además, se emplearían los software SPSS y Jamovi para analizar la recogida de datos en el análisis estadístico de las muestras.

Mediante la metodología escogida, podemos comprobar la varianza más importante, conocer si el grupo experimental, tras la aplicación del programa de



entrenamiento, mejora más que el grupo experimental. Además, podemos comprobar si hay una mejora general en el tiempo en ambos grupos o es debido a la intervención del programa de 12 semanas.

Para poder llevarse a cabo se necesita recoger varias medidas cuantitativas. Es por lo que incluimos las distintas pruebas para recoger datos en el pre-test, a mitad del programa de entrenamiento y en el post-test. Es importante que el grupo cumpla con una homogeneidad en la recogida de las muestras, de esta manera minimizaríamos al mínimo que los resultados puedan estar sujetos a algún tipo de sesgo.

## **6. Resultados**

Tras aplicar las 12 semanas del programa de entrenamiento en las muestras, podríamos observar mejoras significativas en los niveles de equilibrio de los participantes pertenecientes al grupo experimental frente al grupo control. La recogida de datos de las evaluaciones pre y post revelarían una evolución positiva en los test aplicados.

En el Timed Up and Go Test, el tiempo promedio de los usuarios antes del estudio era de más de 12 s., lo cual se considera un riesgo de caída, esperando una mejora de la marca de unos 10 s. de media entre los participantes, considerándose como un resultado significativo en contraposición del grupo control que apenas mostraría una variación de algunas décimas entre el pre y el post.

En la Berg Balance Scale, los participantes del grupo experimental aumentarían la puntuación media de los 40 a los 50 puntos entre la aplicación y no aplicación de la intervención, sabiendo que más de 45 puntos se consideraría bajo riesgo de caída. Por otro lado, el grupo control continuaría sin superar los 45 puntos representando un riesgo de caída crítico.

En la Funcional Reach Test, la media previa a la participación de los usuarios estaría alrededor de los 20 cm, pudiendo llegar a superar los 25 de manera posterior a las 12 semanas de entrenamiento, representando una mejora del control postural. El grupo control se mantendría en las puntuaciones iniciales.



En el BESS, el número de errores cometidos podría disminuir de manera significativa mejorando el equilibrio estático y dinámico en el grupo experimental a diferencia del grupo control.

Los datos registrados mediante la Balance Board, nos indicarían una mejora general de la estabilidad del centro de gravedad en los usuarios pertenecientes al grupo experimental con una reducción de las oscilaciones en posición de bipedestación en comparación al inicio de la investigación. En el grupo control no habría diferencias significativas.

Desde el punto de vista cualitativo, los usuarios del grupo experimental demostrarían un alto porcentaje de adherencia al programa de entrenamiento y una utilidad óptima de cara a reducir el riesgo de caída. Mediante una encuesta de satisfacción, los participantes mostrarían un mayor grado de confianza a la hora de participar en tareas cotidianas, reduciendo también el miedo a las caídas.

## **7. Discusión y conclusiones**

Basándonos en la hipótesis de los resultados, los datos obtenidos confirmarían la hipótesis planteada: “La implementación de un programa de entrenamiento de 12 semanas compuesto por ejercicios cardiovasculares, de fuerza y de reeducación postural, mejoran el equilibrio”. Al mismo tiempo, la hipótesis nula quedaría rechazada, confirmando así la hipótesis principal. Los objetivos planificados antes de la intervención podrían considerarse cumplidos en su totalidad al haberse demostrado, de manera simulada, una mejora en el equilibrio de los usuarios.

La propuesta de intervención, caracterizada por la adaptación individualizada a cada usuario, la modulación de la intensidad para generar adaptaciones y mejoras y la variedad de las distintas metodologías en torno a las prácticas deportivas, generarían un éxito en los resultados. Entre las posibles dificultades que podríamos localizar destacaríamos la coordinación de horarios con personas mayores al tratarse de 3 sesiones semanales durante 12 semanas y la minuciosidad de saber descartar variables secundarias que puedan alterar los



resultados de las pruebas iniciales y, por tanto, alterar de manera significativa la adecuación de las cargas.

En cuanto a la utilidad del estudio presentado, no solo en las Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, sino en todas las Ciencias de la Salud, este trabajo ofrece una propuesta segura, realista y adaptable que podría adaptarse en distintos contextos. Asimismo, demuestra la importancia de una evaluación objetiva y del seguimiento individualizado a la hora de aplicar un programa de entrenamiento.

Finalmente, este estudio puede ser el punto de partida para futuras investigaciones con muestras más amplias y seguimientos a medio y largo plazo, con el fin de analizar la sostenibilidad y mejorar en los beneficios alcanzados.

## **8. Referencia bibliográfica.**

- Wiśniowska-Szurlej, A., Ćwirlej-Sozańska, A., Wilmowska-Pietruszyńska, A., Milewska, N., & Sozański, B. (2017). The influence of 3 months of physical exercises and verbal stimulation on functional efficiency and use of free time in an older population under institutional care: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*, 18, 376.
- Saüch, G., Castañer, M., & Hilenó, R. (2013). Valorar la capacidad de equilibrio en la tercera edad. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, 23, 48–50.
- Casas Herrero, A., & Izquierdo, M. (2012). Ejercicio físico como intervención eficaz en el anciano frágil. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 35(1), 69–85.
- Bastian, A., & Keller, J. L. (2014). A home balance exercise program improves walking in people with cerebellar ataxia. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 28(8), 770–778.
- Silva-Zemanate, M. A., Pérez-Solarte, S. L., Fernández-Cerón, M. I., & Tovar-Ruiz, L. Á. (2014). Efectos del Tai Chi en la capacidad funcional de un grupo de mujeres ancianas. *Revista Ciencias de la Salud*, 12(3), 353–369.
- Cadore, E. L., Casas-Herrero, A., Zambom-Ferraresi, F., Idoate, F., Millor, N., Gómez, M., Rodríguez-Mañas, L., & Izquierdo, M. (2014).



Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. *Age*, 36, 773–785.

- Sherrington, C., Fairhall, N., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., Howard, K., Clemson, L., Hopewell, S., & Lamb, S. (2020). Exercise for preventing falls in older people living in the community: an abridged Cochrane systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 54, 885–891.
- Fernández Olivé, M., Zaldívar Suárez, N., Saborit Oliva, Y., González Carrazana, Y. A., Postigo, O. E., & Collejo Rosabal, Y. (2021). Efectividad de un programa de ejercicios físicos para la prevención de caídas en el adulto mayor. *Revista Cubana de Medicina Física y Rehabilitación*, 13(1), e694.
- Esmeraldas Vélez, E. E., Falcones Centeno, M. R., Vásquez Zevallos, M. G., & Solórzano Vélez, J. A. (2019). El envejecimiento del adulto mayor y sus principales características. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 3(1), 58–74.
- Latham, N. K., Anderson, C. S., Lee, A., Bennett, D. A., Moseley, A., & Cameron, I. D. (2003). A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: The Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(3), 291–299.
- Farlie, M. K., Robins, L., Haas, R., Keating, J. L., Molloy, E., & Haines, T. P. (2019). Programme frequency, type, time and duration do not explain the effects of balance exercise in older adults: a systematic review with a meta-regression analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 53, 996–1002.
- Gschwind, Y. J., Kressig, R. W., Lacroix, A., Muehlbauer, T., Pfenninger, B., & Granacher, U. (2013). A best practice fall prevention exercise program to improve balance, strength/power, and psychosocial health in older adults: study protocol for a randomized controlled trial. *BMC Geriatrics*, 13, 105.



- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., ... & Tan, W. (2020). A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. *The New England Journal of Medicine*, 382(8), 727–733.
- Cimolin, V., & Galli, M. (2014). Summary measures for clinical gait analysis: A literature review. *Gait & Posture*, 39, 1005–1010.
- Montero-Odasso, M., & Speechley, M. (2017). Falls in cognitively impaired older adults: Implications for risk assessment and prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*.
- Ortega-Bastidas, P., Gómez, B., Aqueveque, P., Luarte-Martínez, S., & Cano-de-la-Cuerda, R. (2023). Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)—More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. *Sensors*, 23, 3426.
- Duncan, P. W., Weiner, D. K., Chandler, J., & Studenski, S. (1990). Functional reach: A new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 45(6), M192–M197.
- Bell, D. R., Guskiewicz, K. M., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2011). Systematic review of the Balance Error Scoring System. *Sports Health*, 3(3), 287–295.
- Pardasaney, P. K., Latham, N. K., Jette, A. M., Wagenaar, R. C., Ni, P., Slavin, M. D., & Bean, J. F. (2012). Sensitivity to change and responsiveness of four balance measures for community-dwelling older adults. *Physical Therapy*, 92(3), 388–397.
- Tschentscher, M., Niederseer, D., & Niebauer, J. (2013). Health benefits of Nordic walking: a systematic review. *American Journal of Preventive Medicine*, 44, 76–84.
- Goble, D. J., Coxon, J. P., Van Impe, A., Geurts, M., Dumas, M., Wenderoth, N., & Swinnen, S. P. (2011). Brain activity during ankle proprioceptive stimulation predicts balance performance in young and older adults. *The Journal of Neuroscience*, 31(45), 16344–16352.
- Hall López, J. A., Ochoa Martínez, P. Y., Alarcón Meza, E. I., Moncada-Jiménez, J. A., García Bertruy, O., & Martín Dantas, E. H. (2017). Programa de entrenamiento de hidrogimnasia sobre las capacidades



físicas de adultas mayores. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 17(66), 283–298.

- Youkhana, S., Dean, C. M., Wolff, M., Sherrington, C., & Tiedemann, A. (2016). Yoga-based exercise improves balance and mobility in people aged 60 and over: a systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, 45(1), 21–29.
- Kodama, K., Yasuda, K., Kuznetsov, N. A., Hayashi, Y., & Iwata, H. (2019). Balance training with a vibrotactile biofeedback system affects the dynamical structure of the center of pressure trajectories in chronic stroke patients. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 84.

## 9. Anexo

### **Cuestionario de selección:**

El siguiente cuestionario de salud aquí presentado tiene como finalidad evaluar la elegibilidad de los participantes en la propuesta de intervención para mejorar el equilibrio en personas mayores. El objetivo principal es identificar aquellos individuos que cumplen con los criterios de inclusión y exclusión establecidos, garantizando una muestra con los menos sesgos posibles de cara a la aplicación del programa de entrenamiento y asegurando la fiabilidad de los resultados.

Entre los aspectos seleccionados de cara a incluir en el cuestionario, encontramos:

**Datos demográficos:** Se recoge información básica como la edad y el sexo, lo que permite asegurar que los participantes se encuentran en el rango de edad deseado para la aplicación de estudio (75 – 89 años), además, podemos conocer si son mujeres o varones. Gracias a ello, podremos utilizar distintos métodos adaptados a la característica de cada grupo de intervención, teniendo en cuenta diversas variables mencionadas en apartados anteriores.

**Salud general y movilidad:** En este apartado se plantean distintas cuestiones acerca de la capacidad de caminar sin ayuda externa, la presencia de enfermedades neurológicas y los antecedentes de cirugías o fracturas que puedan mermar los problemas de equilibrio diagnosticados de manera posterior. Estas preguntas ayudan a descartar a aquellos individuos que puedan afectar



directamente al análisis de resultados una vez aplicado nuestro método de entrenamiento a causa de enfermedades o problemas de salud que puedan afectar directamente a la aplicación del método aplicado.

**Autonomía funcional:** Busca indagar sobre la capacidad del participante para realizar actividades de la vida diaria sin asistencia constante. Este apartado permite confirmar que los participantes seleccionados tienen un grado de independencia adecuado para realizar la intervención dentro de los varemos esperados.

**Condiciones visuales:** Mediante este punto evaluamos la presencia de problemas graves de visión no corregibles con lentes. El hecho de que lleve lentes o no, únicamente nos indicará que deberá realizar la propuesta de intervención con las mismas. Las posibles deficiencias visuales graves podrían influir significativamente en el equilibrio y la movilidad y resultar un sesgo para la extracción y análisis de resultados de nuestra intervención.

**Condiciones cognitivas:** Está incluida una pregunta con el fin de detectar posibles problemas cognitivos (demencia o Alzheimer) que afectarían la comprensión y adherencia de las instrucciones del programa.

Por lo tanto, la inclusión del siguiente cuestionario es de vital importancia para evitar riesgos durante la intervención y asegurar que los resultados reflejen de manera precisa y controlando las posibles variables independientes la efectividad de la propuesta de intervención en una población que nos interesa. Además, permite obtener una línea base clara para futuras investigaciones y seguimiento del progreso de los participantes. Es una herramienta clave para la selección de participantes, garantizando su idoneidad y optimizando la validez de los resultados obtenidos.



**1. Datos demográficos:**

❖ Edad: \_\_\_\_\_

❖ Sexo: \_\_\_\_\_

**2. Salud general y movilidad:**

- ¿Es capaz de caminar sin necesidad de ayuda externa (bastón, andador, etc.)?
  - ( ) Sí
  - ( ) No
- ¿Sufre usted de alguna enfermedad neurológica diagnosticada (p. ej., Parkinson, esclerosis múltiple)?
  - ( ) Sí
  - ( ) No
- ¿Ha tenido alguna cirugía o fractura en el último año que haya afectado su capacidad para moverse?
  - ( ) Sí
  - ( ) No
- ¿Sufre de algún problema de equilibrio diagnosticado por un especialista (p. ej., vértigo, problemas en el oído interno)?
  - ( ) Sí
  - ( ) No
- ¿Es usted autónomo para realizar sus actividades diarias sin necesidad de asistencia constante?
  - ( ) Sí
  - ( ) No

**3. Condiciones visuales:**

- ¿Tiene usted problemas graves de visión que no se corrigen con lentes?



- ☐ Sí
- ☐ No

**4. Condiciones cognitivas:**

- ¿Ha sido diagnosticado con algún problema cognitivo que afecte su memoria o capacidad para realizar actividades cotidianas?
  - ☐ Sí
  - ☐ No