

**EFFECTOS DE UN PROGRAMA DE EJERCICIO FÍSICO BASADO EN ACTIVIDADES  
ACUÁTICAS SOBRE LA FUNCIÓN MUSCULAR DEL ADULTO MAYOR**

**Valentina Caro Ariza**

**Laura Daniela Rubiano Morales**

**Universidad Pedagógica Nacional**

**Facultad de Educación Física**

**Maestría en Ciencias del Deporte y de la Actividad Física**

**MSc. Cindy Lorena Benavides Rodríguez**

**Bogotá, Colombia**

**2026**

### ***Agradecimientos***

*En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi fortaleza y mi guía durante este proceso, por brindarme la sabiduría, la paciencia y la perseverancia necesarias para superar cada desafío y permitirme culminar esta importante etapa de mi formación académica.*

*En segundo lugar, expreso mi más profundo agradecimiento y admiración a la maestra Cindy Lorena Benavides Rodríguez, por su invaluable acompañamiento, dedicación y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su excelencia académica, calidad humana y valiosas orientaciones fueron fundamentales para la construcción de este trabajo y dejaron una huella significativa en mi formación profesional.*

*Finalmente, quiero agradecer a mi fiel compañera Zoé, quien, con su presencia incondicional, me acompañó durante las largas jornadas de estudio y escritura. Aunque no podía comprender la magnitud de este proyecto, su compañía hizo más llevaderos los momentos de cansancio y desvelo, recordando la importancia de encontrar tranquilidad y motivación incluso en los días más difíciles.*

*Valentina Caro Ariza*

*Este trabajo lleva el esfuerzo de muchos meses, pero también lleva las huellas de personas que me sostuvieron en el camino.*

*A la Universidad Pedagógica Nacional, por ser el lugar donde encontré las herramientas para convertir una inquietud en una investigación.*

*A la profesora Cindy Lorena Benavides Rodríguez, porque más allá de ser mi asesora, fue una guía comprometida. Gracias por cada corrección, por cada pregunta que me hizo pensar mejor y por creer en este trabajo.*

*A las participantes del estudio mujeres valientes, entusiastas y generosas que llegaron con una sonrisa y con ganas de moverse. Este trabajo es, en gran medida, de ellas.*

*A mi familia, que nunca dejó de preguntar cómo iba, que celebró cada avance y que estuvo presente cuando más lo necesité. Gracias por ser mi red.*

*Laura Daniela Rubiano Morales*

### ***Dedicatoria***

Dedico este trabajo a mí misma, por haber tenido la valentía de continuar aun cuando la vida presentó momentos difíciles y el camino pareció más complejo de lo que imaginaba. Este logro simboliza la fuerza que descubrí en mí para superar cada desafío, aprender de cada experiencia y mantener vivo el propósito de alcanzar esta meta. Más que la culminación de una etapa académica, representa el esfuerzo constante, la resiliencia y el compromiso que mantuve conmigo misma. Hoy cierro este proceso con orgullo, agradecida por todo lo aprendido y convencida de que cada dificultad superada hizo que este logro tuviera un significado aún más especial.

Valentina Caro Ariza

“La educación es el arma más poderosa que puedes usar para cambiar el mundo”

Nelson Mandela

A mi familia, que creyó en el poder de seguir aprendiendo y nunca dudó de que este sueño valía la pena. Que supo acompañarme en cada paso de este proceso, y que actuó como soporte para tomar impulso con amor y paciencia.

Laura Daniela Rubiano Morales

## ***Tabla de contenido***

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Índice de tablas                                     | 11 |
| Tabla de figuras                                     | 12 |
| Resumen                                              | 14 |
| Abstract                                             | 16 |
| Introducción                                         | 18 |
| Problemática                                         | 20 |
| Antecedentes                                         | 21 |
| Descripción del problema                             | 26 |
| Justificación                                        | 31 |
| Objetivos                                            | 34 |
| General                                              | 34 |
| Específicos                                          | 34 |
| Formulación del problema                             | 34 |
| Marco Teórico                                        | 35 |
| Adulto mayor                                         | 36 |
| Envejecimiento poblacional                           | 37 |
| Implicaciones del envejecimiento a nivel social      | 39 |
| Implicaciones del envejecimiento a nivel psicológico | 40 |
| Implicaciones del envejecimiento en la salud         | 41 |
| Vejez y envejecimiento                               | 43 |
| Teorías del envejecimiento                           | 45 |
| Teorías biológicas                                   | 46 |
| Teoría de los radicales libres.                      | 47 |
| Teoría de Acortamiento de telómeros.                 | 49 |
| Senescencia celular.                                 | 51 |
| Teorías Psicológicas                                 | 53 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Teoría de la autodeterminación.                       | 54  |
| Teoría de pérdidas y afrontamiento del envejecimiento | 54  |
| Teoría de la actividad física como proceso social.    | 56  |
| Teorías sociales                                      | 56  |
| Teoría social cognitiva                               | 57  |
| Modelo de Selección-Optimización-Compensación (SOC)   | 58  |
| Aplicación de la autoeficacia                         | 59  |
| Ejercicio físico y beneficios para el adulto mayor    | 61  |
| Beneficios Físicos                                    | 62  |
| Beneficios Psicológicos                               | 63  |
| Beneficios Sociales                                   | 64  |
| Función muscular                                      | 65  |
| Evaluación de la función muscular en el adulto mayor  | 67  |
| Marco Metodológico                                    | 69  |
| Enfoque de investigación                              | 69  |
| Diseño del estudio                                    | 70  |
| Alcance de investigación                              | 71  |
| Variables de estudio                                  | 72  |
| Población y muestra                                   | 75  |
| Criterios de inclusión y exclusión                    | 75  |
| Fases de la investigación                             | 76  |
| Fase I: Planeación                                    | 77  |
| Fase II: Diseño del programa de ejercicio físico      | 79  |
| Fase III: Evaluación del programa                     | 86  |
| Técnicas e instrumentos para la recolección de datos  | 86  |
| Plan de análisis estadístico                          | 91  |
| Consideraciones éticas                                | 94  |
| Resultados                                            | 96  |
| Levantarse y sentarse (30-Second Chair Stand Test)    | 102 |
| Flexión de codo (Arm Curl Test — Senior Fitness Test) | 103 |
| Flexión de tronco en silla (Chair Sit and Reach Test) | 104 |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Juntar manos detrás de la espalda (Back Scratch Test — Senior Fitness Test)         | 105 |
| Marcha estacionaria (Minute Step Test — Senior Fitness Test)                        | 106 |
| TUG - Timed Up and Go (seg)                                                         | 107 |
| Fuerza prensil (kg)                                                                 | 108 |
| Cinco veces levantarse y sentarse de la silla ( Five Times Sit to Stand Test (seg)) | 109 |
| Prueba de equilibrio (puntos)                                                       | 110 |
| Velocidad de la marcha (seg/4m)                                                     | 111 |
| Levantarse y sentarse (rep)                                                         | 114 |
| Flexión de codo                                                                     | 114 |
| Flexión de Tronco                                                                   | 115 |
| Marcha Estacionaria (pasos)                                                         | 115 |
| TUG — Timed Up and Go (seg)                                                         | 115 |
| Fuerza Prensil — dinamómetro (kg)                                                   | 116 |
| Test de la Silla — tiempo (seg)                                                     | 116 |
| Prueba de Equilibrio (seg)                                                          | 117 |
| Velocidad de la marcha (seg)                                                        | 117 |
| Discusión                                                                           | 120 |
| Fuerza muscular                                                                     | 121 |
| Capacidad aeróbica y velocidad de la marcha                                         | 123 |
| Agilidad dinámica y equilibrio                                                      | 124 |
| Variables sin interacción significativa                                             | 124 |
| Limitaciones del estudio                                                            | 125 |
| Conclusiones                                                                        | 126 |
| Referencias                                                                         | 129 |
| Anexo 1.                                                                            | 135 |
| Anexo 2                                                                             | 137 |

## Índice de tablas

|         |     |
|---------|-----|
| Tabla 1 | 69  |
| Tabla 2 | 70  |
| Tabla 3 | 72  |
| Tabla 4 | 85  |
| Tabla 5 | 96  |
| Tabla 6 | 97  |
| Tabla 7 | 99  |
| Tabla 8 | 112 |

## ***Resumen***

El envejecimiento poblacional constituye uno de los principales retos de salud pública del siglo XXI. En Colombia, se proyecta que el 13.4% de la población será mayor de 60 años para 2030, lo que exige estrategias efectivas para preservar la independencia funcional de los adultos mayores. El ejercicio físico acuático ha demostrado beneficios sobre la función muscular en esta población; sin embargo, la evidencia en contextos latinoamericanos y bogotanos es escasa.

El presente estudio tuvo como objetivo establecer los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor en la localidad de San Cristóbal, Bogotá. Se empleó un diseño cuasiexperimental con grupo control, con un total de 40 mujeres entre 60 y 74 años distribuidas en un grupo experimental ( $n = 20$ ) y un grupo control ( $n = 20$ ). La intervención consistió en un programa de ejercicio acuático de 12 semanas, con una frecuencia de dos sesiones semanales de 60 minutos, a una intensidad progresiva del 35% al 70% de la frecuencia cardíaca máxima.

Las variables de función muscular fueron evaluadas mediante la batería Senior Fitness Test (marcha estacionaria, levantarse y sentarse, flexión de codo, juntar manos detrás de la espalda), el Timed Up and Go Test (TUG), el Five Times Sit to Stand Test (5XSTS), la prueba de fuerza prensil con dinamómetro y la velocidad de la marcha en 4 metros. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA de medidas repetidas de dos factores con corrección de Greenhouse-Geisser y comparaciones post hoc con corrección de Bonferroni.

Los resultados evidenciaron una interacción Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente significativa ( $p < .05$ ) con tamaños del efecto entre medios y grandes en ocho de las diez variables evaluadas: levantarse y sentarse (+23.1%,  $\eta^2p = .521$ ), flexión de codo (+25.8%,  $\eta^2p = .693$ ), juntar manos detrás de la espalda (+9.0%,  $\eta^2p = .133$ ), marcha estacionaria (+8.4%,  $\eta^2p = .481$ ), TUG (-15.0%,  $\eta^2p = .401$ ), fuerza prensil (+8.8%,  $\eta^2p = .381$ ), 5XSTS (-13.1%,  $\eta^2p = .336$ ) y velocidad de la marcha (-10.7%,  $\eta^2p = .572$ ). El grupo control no presentó cambios equivalentes en estas variables, por lo que los hallazgos sugieren un efecto favorable del programa de intervención sobre la función muscular. Se concluye que el ejercicio físico acuático

constituye una estrategia efectiva, segura y pertinente para favorecer la función muscular en mujeres adultas mayores en contextos urbanos.

Palabras clave: *adulto mayor, ejercicio acuático, función muscular, envejecimiento activo, Senior Fitness Test, fuerza muscular, equilibrio dinámico.*

## ***Abstract***

Population aging is one of the main public health challenges of the 21st century. In Colombia, it is projected that 13.4% of the population will be over 60 years of age by 2030, which requires effective strategies to preserve the functional independence of older adults. Aquatic physical exercise has shown benefits on muscle function in this population; however, evidence from Latin American and specifically Bogotá contexts is scarce.

The objective of this study was to establish the effects of a physical exercise program based on aquatic activities on the muscle function of older adults in the San Cristóbal locality of Bogotá. A quasi-experimental design with a control group was used, with a total of 40 women between 60 and 74 years of age distributed into an experimental group ( $n = 19$ ) and a control group ( $n = 20$ ). The intervention consisted of a 12-week aquatic exercise program, with a frequency of two 60-minute sessions per week, at a progressive intensity of 35% to 70% of maximum heart rate.

Muscle function variables were assessed using the Senior Fitness Test battery (2-minute step test, chair stand, arm curl, back scratch test), the Timed Up and Go Test (TUG), the Five Times Sit to Stand Test (5XSTS), handgrip strength with a dynamometer, and 4-meter gait speed. Statistical analysis was performed using a two-factor repeated measures ANOVA with Greenhouse-Geisser correction and post hoc comparisons with Bonferroni correction.

Results showed a statistically significant Time  $\times$  Group interaction ( $p < .05$ ), with medium to large effect sizes, in eight of the ten variables evaluated: chair stand (+23.1%,  $\eta^2p = .521$ ), arm curl (+25.8%,  $\eta^2p = .693$ ), back scratch test (+9.0%,  $\eta^2p = .133$ ), 2-minute step test (+8.4%,  $\eta^2p = .481$ ), TUG (−15.0%,  $\eta^2p = .401$ ), handgrip strength (+8.8%,  $\eta^2p = .381$ ), 5XSTS (−13.1%,  $\eta^2p = .336$ ), and gait speed (−10.7%,  $\eta^2p = .572$ ). The control group did not show equivalent changes in these variables; therefore, the findings suggest a favorable effect of the intervention program on muscle function. It is concluded that aquatic physical exercise is an effective, safe, and relevant strategy to promote muscle function in older women in urban contexts.

Keywords: *older adult, aquatic exercise, muscle function, active aging, Senior Fitness Test, muscle strength, dynamic balance.*

## ***Introducción***

El envejecimiento demográfico representa uno de los fenómenos más relevantes del siglo XXI a escala global y nacional. Según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), Colombia experimentará un incremento sostenido en la proporción de personas mayores de 60 años, alcanzando el 13.4% de la población total para 2030. Este proceso, asociado a la pérdida progresiva de la función muscular, la sarcopenia y el deterioro funcional, genera consecuencias significativas sobre la independencia, la calidad de vida y los costos en salud de esta población.

El ejercicio físico ha sido reconocido por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020a) como una de las estrategias más costo-efectivas para el envejecimiento activo y la prevención del deterioro funcional. En particular, el ejercicio acuático —por su bajo impacto articular, su resistencia hidrodinámica y su efecto facilitador del movimiento— ha emergido como una modalidad especialmente adecuada para adultos mayores con limitaciones músculo-esqueléticas. Sin embargo, la evidencia científica sobre sus efectos en contextos latinoamericanos y, específicamente, en Bogotá, es aún escasa.

En respuesta a este vacío, el presente estudio evaluó los efectos de un programa de ejercicio físico acuático de 12 semanas sobre la función muscular de mujeres adultas mayores de la localidad de San Cristóbal, Bogotá. El diseño cuasiexperimental con grupo control permitió aislar el efecto del programa de intervención de factores externos, y la evaluación mediante instrumentos

validados internacionalmente —incluyendo la batería Senior Fitness Test, el Timed Up and Go Test, el Five Times Sit to Stand Test y la dinamometría de prensión— garantizó la solidez metodológica del proceso de medición.

El documento se estructura en cinco capítulos. El Capítulo 1 presenta el planteamiento y la formulación del problema de investigación, incluyendo los antecedentes, la descripción del problema, la justificación, los objetivos y la pregunta de investigación. El Capítulo 2 desarrolla el marco referencial, que aborda el envejecimiento poblacional, las implicaciones funcionales del envejecimiento muscular, las teorías del envejecimiento y los fundamentos del ejercicio acuático.

El Capítulo 3 expone el marco metodológico, detallando el diseño del estudio, la muestra, la intervención, los instrumentos de evaluación, el plan de análisis estadístico y las consideraciones éticas. El Capítulo 4 presenta los resultados del ANOVA de medidas repetidas para cada variable evaluada, seguidos de la discusión que contrasta los hallazgos con la literatura internacional dando paso al Capítulo 5 que sintetiza las conclusiones del estudio, responde a los objetivos específicos planteados y formula recomendaciones para futuras investigaciones

## ***Problemática***

El presente capítulo brinda un contexto general del proyecto de investigación, iniciando por la presentación de los antecedentes que recogen toda la evidencia científica alrededor del tema relacionado con estudios de intervención desde el ejercicio físico acuático para la mejora del perfil funcional en el adulto mayor. Posteriormente, en la descripción del problema se precisan los argumentos que delimitan y contextualizan el estudio, dando paso así a la justificación. En ella, se describen las ideas que dan relevancia a la ejecución del proyecto de investigación haciendo énfasis en las implicaciones y la necesidad de abordarlo desde el campo disciplinar. Finalmente, el capítulo de problemática cierra presentando los objetivos que se derivan de la construcción del problema de investigación y que buscan atender a la necesidad expuesta.

## *Antecedentes*

El reconocimiento y análisis de estudios previos se posiciona como un componente esencial en el desarrollo de cualquier investigación ya que permite la contextualización del problema y la identificación de los vacíos en la literatura. Por esta razón se llevó a cabo una revisión de la evidencia científica que sirve como antecedente para el presente estudio. Esta revisión fue realizada en bases de datos como PubMed, ScienceDirect y ResearchGate en donde se utilizó como principal criterio de inclusión las investigaciones relacionadas con programas de ejercicio físico desarrollados en el medio acuático dirigidos a personas mayores.

Para lograr el propósito de esta revisión se formuló la estrategia de búsqueda a partir de la combinación de las palabras clave definidas: “Older adults”, “Aquatic exercise”, “physical Exercise”, “water-based exercise”; además de las palabras clave en español tales como “Adulto mayor”, “Ejercicio acuático”, “Ejercicio físico”, “Ejercicio en medio acuático”. A continuación, se estructuraron las ecuaciones de búsqueda, empleando los operadores booleanos AND y OR:

- (aquatic therapy or aquatic exercise or water exercise) AND (elderly or aged or older or elder or elderly people or old people or old people or senior)
- (((Older adults) AND (physical activity)) AND (Aquatic exercise)) OR (water-based exercise)
- ((Older adults) AND (physical activity))

Las ecuaciones de búsqueda se llevaron a las bases datos señaladas, aplicando los siguientes filtros para la selección de los estudios: espectro de búsqueda de los últimos 10 años, estudios experimentales en población adulta mayor que dieran cuenta de algún cambio o mejora

de la función muscular a través del ejercicio acuático, revisiones sistemáticas en correspondencia al objeto de estudio de la presente investigación. Dentro de la revisión, de la base de datos de Pubmed (2), ScienceDirect (1), y en ResearchGate (2). Se encontraron los siguientes hallazgos:

Dentro de la línea de investigación, Mingyuan Dong y sus colaboradores llevaron a cabo un estudio en el que se centraron en la evaluación de la eficacia del Programa de Ejercicio Otago (OEP) y el ejercicio acuático (AE) en la prevención de caídas en adultos mayores. En esta revisión sistemática publicada en el 2025 se incluyeron 33 artículos relevantes publicados en los últimos 15 años centrando su atención en los documentos que fueran de habla inglesa, cubriendo un escenario de 15 años de investigación y buscando a través de las palabras clave “caídas en el adulto mayor, ejercicio Otago, ejercicio acuático, aeróbicos acuáticos, fuerza muscular y equilibrio”. El objetivo principal de esta revisión sistemática fue evaluar los efectos de los ejercicios de Otago sobre el riesgo de caída, el equilibrio y el rendimiento físico en adultos mayores con alto riesgo que viven en un hogar de ancianos. Los resultados demostraron que tanto OEP como AE son efectivos para mejorar la función cognitiva, la fuerza muscular de las extremidades inferiores y el equilibrio, lo que subraya la importancia de estas intervenciones en la calidad de vida de esta población. Además, se enfatizó la necesidad de optimizar los ciclos de entrenamiento para maximizar los beneficios, destacando que ambos programas son seguros y pueden contribuir significativamente a reducir el riesgo de caídas.

La revisión de la literatura realizada por Deng et al. (2024) tuvo como objetivo comparar los efectos del ejercicio acuático (EA) y el ejercicio en tierra (LE) sobre la función del equilibrio

en adultos mayores. Para ello, el estudio se apoyó en la escala de equilibrio de Borg y evaluó ejercicios como el levantarse de una silla y movimientos tipo caminata en tierra, contrastándolos con ejercicios de desplazamiento y control realizados en agua. Los autores hallaron que los ejercicios acuáticos ofrecen un entorno más seguro para el desplazamiento y proporcionan mayores beneficios para la prevención del riesgo de caídas. Además, se observó que el impacto de la actividad en el equilibrio de los adultos mayores dependía de la condición de salud previa: mientras que en personas con enfermedades no transmisibles el ejercicio en agua mostraba mejores resultados, los adultos aparentemente sanos se beneficiaban más de los ejercicios en modalidad mixta. En consecuencia, Deng et al. concluyeron que los ejercicios acuáticos presentan ventajas para mejorar la función del equilibrio en los adultos mayores, aunque dichos beneficios se ven modulados por el estado de salud de los participantes, los efectos de la transferencia y el tamaño de la muestra.

Otro documento de especial relevancia lo publicó Silva et al en el 2019; su investigación se centró en los efectos del ejercicio acuático en la salud mental y autonomía funcional. Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos del ejercicio acuático a través de la aplicación de un programa de entrenamiento en dos grupos de adultos mayores. La intervención fue de 12 semanas, 2 sesiones por semana de 45 minutos, a baja intensidad. Se realizó una evaluación del proceso en el inicio y al final. Se reportó disminución de los signos de depresión y ansiedad en un 40%-50% y un aumento apenas significativo en equilibrio y flexibilidad. Se concluyó que el ejercicio en el agua puede reducir la depresión y la ansiedad además de mejorar la autonomía funcional.

Por otro lado, Lorenzo Olivares et al. (2018) analizaron una serie de programas de ejercicio acuático orientados a mejorar el equilibrio y prevenir caídas en adultos mayores. Los autores concluyeron que los factores propios del envejecimiento constituyen un importante riesgo para esta población. El estudio evidenció que el trabajo en medio acuático puede reducir el riesgo de caídas en un 30–40%. Además, se observaron otros beneficios relevantes, tales como la disminución del estrés articular, la mejora del control postural y el fortalecimiento de la función cognitiva, producto de la coordinación exigida durante estos ejercicios.

Como aspecto crucial, los investigadores resaltan que la combinación de ejercicios en tierra y en agua potencia el equilibrio, ofreciendo mayores beneficios que la realización de cualquiera de estas actividades de forma individual. En este contexto, se destaca el impacto positivo de la metodología Ai Chi, la cual, mediante ejercicios guiados en el medio acuático, contribuye de manera significativa a la estabilidad y coordinación de los adultos mayores. Por último, la discusión del estudio propone estrategias de intervención grupal, evidenciadas a través del ejercicio “Upn&Go”, que demuestra ser efectivo para inducir cambios positivos en la condición física y funcional del adulto mayor.

Finalmente, Handa, Masuki, Ohshio, Kamijo, Takamata y Nose (2016) realizaron un estudio desarrollado por investigadores de la Universidad de Shinshu en Japón, en el cual su propósito fue analizar los efectos del entrenamiento de caminata en el medio acuático sobre diferentes indicadores de la condición física en mujeres de mediana edad y adultas mayores. En la investigación participaron 31 mujeres, quienes participaron en el programa de entrenamiento basado en caminata por intervalos en el agua, con el fin de evaluar su impacto sobre la capacidad

aeróbica, la fuerza de los músculos y otros componentes de la condición física. El programa se basó en la realización de intervalos de caminata rápida y lenta de tres minutos, ejecutados al menos cuatro veces por semana, bajo la supervisión de investigadores de la Universidad de Shinshu. El estudio también buscó determinar la intensidad óptima de entrenamiento en el medio acuático, aprovechando las propiedades del agua, especialmente la flotabilidad, que permite disminuir la carga mecánica sobre las articulaciones y facilita la realización de ejercicios con menor impacto para esta población.

Utilizaron la escala de Borg para tener una medida de percepción del esfuerzo y entre los resultados obtenidos encontraron que la frecuencia cardíaca a una misma intensidad de ejercicio fue menor en agua que en tierra, permitiendo que las participantes trabajarán a una intensidad mayor a la usual sin percibir mayor esfuerzo. Otro resultado fue que después del entrenamiento, la capacidad aeróbica y la fuerza muscular mejoraron en el entrenamiento en el agua. Y un último resultado general durante el estudio fue la mejora en la condición física de las mujeres mayores al permitirse ejercicios de mayor intensidad gracias a la práctica en el medio acuático. Por lo que concluyen que el entrenamiento de caminata en agua es una alternativa viable para mejorar la condición física en adultos mayores al lograr entrenamiento más intenso y como base de estrategias de salud pública enfocadas en movilidad y bienestar de esta población.

### ***Descripción del problema***

El incremento acelerado de la población adulta mayor ha evidenciado un notable desafío para las políticas públicas y los sistemas de salud, especialmente en las grandes ciudades. Este fenómeno demográfico se acompaña de un deterioro progresivo de la función muscular y la movilidad, lo cual incrementa el riesgo de caídas, dependencia y disminución de la calidad de vida. Frente a esta problemática, se hace indispensable explorar alternativas innovadoras y seguras, como el ejercicio físico basado en actividades acuáticas, que aprovechan las propiedades del medio acuático para minimizar el impacto sobre las articulaciones, mejorar la resistencia y fortalecer la musculatura de forma progresiva y controlada.

Para hablar sobre lo que se propone para el adulto mayor en este proyecto de investigación se hace necesario hacer una breve introducción sobre el término “transición demográfica”. Este modelo teórico se describe como el cambio en las tasas de natalidad y mortalidad que ocurren a través del paso del tiempo. Estos cambios son generalmente asociados al desarrollo económico y social de la región. Al abordarlo desde una perspectiva internacional “la tendencia en diferentes partes del mundo demuestra que la transición demográfica pasa por etapas que determinan en que parte del proceso transicional se encuentra el país” (Miró y Carmen, 2003, p.10). Esto quiere decir que, desde un punto de vista general se visualiza el crecimiento significativo de la población de adultos mayores en contraste con la disminución de la tasa de natalidad impactando negativamente los procesos políticos, económicos y sociales en el país en el que ocurre. Entonces, la atención para la comprensión de la transición demográfica permite diseñar

estrategias para disminuir los impactos negativos del fenómeno y generará propuestas que aborden los cambios a la medida del desarrollo.

Desde una perspectiva global se identifica que diversos países desarrollados sobre todo en Europa, Japón, Canadá y Estados Unidos han completado las etapas de transición demográfica con poblaciones envejecidas y tasas de crecimiento bajas. En contraste con lo que ha sucedido en partes de Latinoamérica, Asia y África en donde aún se encuentran en otros escenarios del proceso de transición demográfica (Huenchuan, 2018). Entender lo mencionado es importante al dar cuenta de que en países que se consideran en vía de desarrollo podrán tener en cuenta los aspectos más significativos del fenómeno para prever los impactos negativos y generar diferentes propuestas para tratar la vejez como una oportunidad. Lo anterior indica que la transición demográfica trae consigo cambios no solo en la estructura de la pirámide poblacional, sino también en aspectos relevantes de la economía, la política, la educación y el contexto social (Ministerio de Salud y Protección Social, 2024).

En América Latina, el efecto poblacional plantea desafíos significativos para los sistemas de salud y las políticas públicas en general orientadas al manejo de las personas mayores. Es notorio además que el crecimiento acelerado de la población no da a los gobernantes el tiempo necesario para hacer una planeación e implementación de políticas adecuadas y requiere de respuestas más rápidas de lo que es posible de acuerdo con el manejo político actual (Huenchuan, 2018).

Situando el problema en el contexto colombiano se pudo encontrar que, según los censos y boletines orientados al análisis de la distribución de las personas mayores, así como sus características demográficas, entre otras variables importantes, se ha reportado un aumento

significativo de la población mayor de 60 años en el país. El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), proyecta que al 2050 se espera que los adultos mayores representen más del 20% de la población total (DANE, 2023). Todo esto demuestra que Colombia está transitando hacia un escenario en el que el adulto mayor se convierte en un eje central en temas de política pública y su atención desde varios campos de estudio.

El proceso de envejecimiento provoca múltiples cambios asociados a un declive a nivel biológico, psicológico y social (Huenchuan, 2018). Los cambios más visibles en la salud física de las personas mayores se ven reflejados en la disminución de funciones por deterioro en sus sistemas corporales. Además, algunas enfermedades se hacen presentes a medida que la edad avanza. Existen cambios relacionados con la calidad muscular que, al no ser tratados de manera oportuna, pueden llegar a impactar negativamente la capacidad funcional del adulto mayor (Stefanacci, 2023). Se ha encontrado que a causa del proceso de envejecimiento existe una pérdida progresiva y generalizada de varios componentes de la condición física relacionados con la salud que pueden incidir en la independencia y calidad de vida de las personas mayores (Stefanacci, 2023). Las estrategias implementadas desde la promoción de la actividad física buscan potenciar un envejecimiento saludable desde tres ejes principales, primero, la condición física funcional, en segundo lugar, la salud mental y tercero, impactando positivamente su calidad de vida (Ministerio de Salud y Protección Social, 2024).

Partiendo de esta problemática se han identificado diferentes estrategias para buscar incluir la actividad y el ejercicio físicos como mecanismos moduladores del proceso de envejecimiento para garantizar así la calidad de vida de la esta población, por ejemplo, en la Política de

Envejecimiento y Vejez se plantea el envejecimiento saludable para una vida independiente, autónoma y productiva en la vejez a través de programas de actividad física. Organización Mundial de la Salud. (2022). Para Colombia y Bogotá se tienen en cuenta cuatro ejes de trabajo de actividad física para la vejez en la que, en primer lugar, se promueva el aumento en la capacidad funcional de las personas mayores. En segundo lugar, se respete su autonomía y la decisión del adulto mayor. En tercer lugar, se cuide, prevenga y se reporte la violencia contra el adulto mayor y en cuarto lugar se proteja y respete desde el enfoque diferencial la población adulto mayor (Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte IDR D, 2024). Por esto, el trabajo transversal de esta estrategia presentada por el IDR D busca consolidar un empalme con la estrategia mundial de la OMS para la vejez. Las actividades en medio acuático entonces cobran importancia porque involucran el ejercicio aeróbico que ha demostrado mejoras en la salud y calidad de vida de las personas adultas mayores. Por lo que la actividad física en el agua ofrece beneficios para esta población presentadas como ventajas sobre el ejercicio en tierra. Es posible ver que, además, la disminución del riesgo de caídas o lesiones gracias a la flotabilidad del medio protege a las personas del alto impacto del peso sobre su cuerpo. Otra bondad del ejercicio acuático se da a nivel cardiovascular gracias al ajuste fisiológico que se presenta dadas las condiciones de inmersión del cuerpo. Se fomenta la redistribución del volumen sanguíneo disminuyendo el gasto cardíaco mientras se desarrolla actividad física. (Júnior, Gomes, da Silva, Souza, Oliveira, Coelho, Nascimento-Neto, Lima, Becker, y Souza, 2020). Otra ventaja del trabajo en medio acuático puede verse en la alternativa que se presenta para personas con limitaciones físicas. El dolor crónico o la dificultad para realizar movimientos se ven

disminuidos gracias al ejercicio acuático en el que la densidad del medio disminuye la fuerza gravitacional sobre el cuerpo, lo que permite un trabajo de forma segura, efectiva y que, en un escenario terrestre no sería posible. Son entonces visibles que los beneficios de una propuesta de ejercicio físico en medio acuático, más allá de ser una terapia son medibles y pueden significar el punto de partida hacia nuevos enfoques de trabajo con la población adulto mayor en la ciudad.

## ***Justificación***

El envejecimiento poblacional es un fenómeno global que plantea desafíos importantes para los gobiernos en términos de políticas públicas y calidad de vida. En Colombia, las estrategias de envejecimiento saludable han buscado promover la autonomía y el bienestar integral de los adultos mayores, abordando aspectos físicos, mentales y sociales. No obstante, varias de las iniciativas actuales se centran en ejercicios terrestres, dejando de lado alternativas en el medio acuático para quienes presentan condiciones corporales diferentes. Esto refleja la necesidad de ampliar la oferta de programas que permitan un envejecimiento activo, asegurando que cada individuo tenga las mismas oportunidades para mejorar su bienestar.

El rápido crecimiento de la población adulto mayor es una realidad, y de acuerdo con Cadena et al, se estima que al 2050 esta población será del 22% del total de la población del país. (Cadena Duarte, Portela Garcia, Ramirez Villada, 2021).

Ante esta actualidad, el ejercicio acuático ha sido identificado como una alternativa eficaz para los adultos mayores, ya que proporciona beneficios significativos al tiempo que minimiza el impacto en las articulaciones y reduce el riesgo de lesiones. La resistencia del agua facilita el fortalecimiento muscular sin generar sobrecarga, (Júnior et al., 2020) lo que resulta particularmente beneficioso para personas con movilidad reducida o afecciones crónicas. Además, el agua ofrece una sensación de ligereza que favorece el movimiento y el equilibrio, contribuyendo a la prevención de caídas (Olivares et al., 2021) La importancia de este tipo de intervenciones radica en su capacidad de aumentar la funcionalidad y la independencia,

permitiendo a los adultos mayores disfrutar de una mejor calidad de vida y reducir los efectos negativos del envejecimiento. Es necesario considerar, además, las variables de programación — duración, frecuencia, intensidad, contenidos y resultados— para realizar un análisis riguroso que permita ordenar, clasificar e identificar las características generales de los programas de actividad física en medio acuático, de modo que se enriquezca el diseño, el control y la implementación de estos modelos. (Cadena Duarte, Portela García & Ramírez Villada, 2021).

Teniendo en cuenta un punto de vista social y emocional, diversos estudios han demostrado que el ejercicio acuático puede reducir niveles de estrés, ansiedad y depresión, proporcionando un espacio motivador e integrador que rompe con la rutina del ejercicio tradicional. (Olivares et al., 2021).

Asimismo, la interacción en estos programas fortalece los vínculos comunitarios, fomentando la participación y el sentido de pertenencia. Al considerar el envejecimiento como una etapa que debe ser activa y enriquecedora, el ejercicio acuático se convierte en una herramienta clave para mejorar el bienestar integral de esta población y reforzar los procesos de inclusión social. Favela-Ocaño y Castro-Vásquez destacan que, frente al cambio poblacional y el crecimiento del grupo mayor de 60 años, la estructura gubernamental debe alinear su estrategia con el enfoque del curso de vida incorporando actividades desde todas las poblaciones evitando ampliar la brecha entre edades y fomentar la participación intergeneracional. (Alejandra Favela-Ocaño et al., 2024.)

Este proyecto propone dar cuenta de un escenario en donde se desarrolle ejercicio acuático dirigido, que no solo atienda las necesidades físicas de los adultos mayores, sino que

también fomente una visión diferente sobre la vejez. La presentación de una herramienta que gire en torno al ejercicio y el envejecimiento permitirá que la propia comunidad sea promotora de espacios saludables, impulsando la autonomía y el bienestar.

Este enfoque integral generará conciencia sobre los beneficios del movimiento en el agua y puede ofrecer una alternativa accesible para mejorar la funcionalidad y calidad de vida de los adultos mayores en Bogotá. Además, al pensarse dentro de las necesidades de participación de la comunidad se podrá influir además en la construcción de una sociedad que valore y apoye el envejecimiento activo.

Para la formación que nos compete se espera poder generar un aporte al conocimiento y al campo de la investigación en actividad física, por lo que el presente estudio pretende aportar la base de estudio de los efectos del ejercicio acuático en la población adulto mayor. Por otro lado, en el ámbito social, contribuirá a la mejora de la calidad de vida y la reducción de barreras para el acceso a programas de actividad física. Por lo que entonces, este proyecto busca generar un cambio en la percepción sobre la vejez, fomentando la participación y el desarrollo de espacios donde el movimiento sea el protagonista de la promoción de la salud y mejora en la calidad de vida.

## ***Objetivos***

### ***General***

Establecer el efecto de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor.

### ***Específicos***

- Determinar la función muscular en una población de adultos mayores.
- Diseñar e implementar un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas para una población de adultos mayores.
- Evaluar el efecto del programa de ejercicio físico sobre la función muscular en el grupo de adultos mayores.

## ***Formulación del problema***

¿Cuáles son los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor?

## ***Marco Teórico***

El presente marco teórico tiene como objetivo fundamentar la investigación en torno a la función muscular del adulto mayor. Para ello se establecen los conceptos, teorías y antecedentes que permitan una comprensión de lo abordado. La relevancia de este marco radica en la capacidad de proporcionar las bases conceptuales necesarias que dirijan el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos. Para esta construcción se toman como referencia diversas fuentes académicas y estudios previos abordados en este tema para establecer un contexto sólido que permita identificar los factores que inciden en la función muscular en esta etapa de la vida, así como reconocer las implicaciones que se derivan de su deterioro o mantenimiento. Este enfoque integral busca orientar la investigación hacia una comprensión del fenómeno, facilitando la formulación de estrategias de intervención y promoción de la salud en el adulto mayor.

Para lograr el propósito de este marco teórico, la definición de adulto mayor que se adoptó en el estudio considera criterios cronológicos, funcionales y sociales. En segundo lugar, se abordó el fenómeno del envejecimiento poblacional y su impacto en las dinámicas cotidianas, tanto a nivel individual como comunitario. En tercer lugar, se diferenciaron los conceptos de vejez y envejecimiento, lo cual permitirá comprender las múltiples dimensiones que configuran esta etapa de la vida.

De acuerdo con el orden presentado, la información será presentada abordando las principales teorías sobre el envejecimiento desde tres enfoques: el biológico, que explica los

cambios fisiológicos y estructurales del cuerpo; el psicológico, que aborda los procesos cognitivos, emocionales y adaptativos; y el social, que analiza el rol del adulto mayor en la sociedad, sus relaciones interpersonales y el contexto cultural. Lo expuesto anteriormente fundamenta la relevancia del ejercicio físico en adultos mayores, con especial atención a las actividades acuáticas, y establece el marco conceptual para abordar la variable central de esta investigación: el efecto del ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular.

### ***Adulto mayor***

El adulto mayor se define a toda persona hombre o mujer, que alcance un rango de edad establecido, se pueden encontrar varias clasificaciones, principalmente la OMS define como adulto mayor a toda persona que alcance o supere los 60 años. (OMS, 2002).

En este se tienen en cuenta según un consenso internacional que tiene en cuenta factores biológicos, sociales, culturales y legales. Aquí mismo, se realiza una reclasificación que consiste en: adultos mayores jóvenes (60-74 años), adultos mayores en etapa intermedia (75-84 años) y adultos mayores longevos (85 años en adelante) (OMS, 2020).

Por otro lado, en la Organización Panamericana de la salud (OPS) se ha dado la misma categorización teniendo en cuenta que el proceso de envejecimiento no es igual para todos, las condiciones sociales, económicas y salud influyen en gran medida a la forma que se experimenta la vejez. (OPS, 2019).

Así mismo, para Colombia, se considera adulto mayor a toda persona a partir de los 60 años, esta clasificación como esperanza de vida nacional, estructura demográfica y los marcos

legales del país, esta clasificación va de la mano a la de otros países latinoamericanos como en México. Partiendo de cuatro ítems principales: expectativa de vida, los factores biológicos y de salud, perspectivas socioculturales y definiciones legales (OMS, 2021).

De la misma manera, en Colombia la ley 1251 de 2008 tiene como finalidad proteger, promover y defender a los adultos mayores teniendo presente el proceso de envejecimiento y los programas por parte del estado además de lograr que sean partícipes del desarrollo de la sociedad, para poder promover esta ley en cuanto a Colombia el adulto mayor es la persona que tiene desde 60 años o más. Del mismo modo, esta ley está regida por los siguientes principios: participación, corresponsabilidad, igualdad de oportunidades, acceso a beneficios, atención, equidad, independencia y autorrealización, solidaridad, dignidad, descentralización, formación permanente, no discriminación, universalidad, eficiencia y efectividad (Congreso de la República de Colombia, 2008).

### ***Envejecimiento poblacional***

El envejecimiento de la población constituye un fenómeno demográfico global, impulsado principalmente por el aumento de la esperanza de vida y la disminución de las tasas de natalidad. Este cambio en la estructura por edades ha duplicado el número de personas de 60 años o más desde 1980 y proyecta un crecimiento acelerado en las próximas décadas (Fregeneda et al., 2023). Ante este escenario, la Organización Mundial de la Salud introduce el concepto de *envejecimiento saludable*, el cual enfatiza no solo el tratamiento de enfermedades, sino también la promoción y el mantenimiento de la capacidad funcional, con el objetivo de garantizar

bienestar y participación significativa en la vejez (Organización de Naciones Unidas [ONU], 2023).

Desde la perspectiva demográfica, González (2024) señala que el envejecimiento poblacional no solo implica un cambio en la estructura etaria, sino que también interpela el contrato social contemporáneo, obligando a replantear las nociones de bienestar, ciudadanía y productividad. De igual forma, el Instituto Nacional de Geriátría destaca que este proceso responde a avances médicos, mejoras en la calidad de vida y mayor acceso a servicios de salud, lo que demanda una planificación estratégica en políticas públicas, especialmente en áreas como salud, pensiones y vivienda.

### Figura 1

*Envejecimiento poblacional.*



*Nota:* Imagen creada con IA Copilot tomando como referencia la descripción de envejecimiento poblacional dada por la Organización de Naciones Unidas, 2023

### ***Implicaciones del envejecimiento a nivel social***

Para comprender las implicaciones sociales del envejecimiento poblacional, es necesario señalar que el aumento de la población adulta mayor plantea retos significativos en los ámbitos social y económico. En el plano social, la creciente demanda de cuidados y la dependencia funcional generan cargas adicionales en las estructuras familiares y en la vida cotidiana de las personas mayores. Esta situación se traduce en una presión creciente sobre los sistemas de pensiones y salud, que deben responder a la demanda de cuidados de largo plazo y servicios geriátricos especializados.

Asimismo, el incremento de este grupo etario evidencia la dependencia demográfica, lo que hace indispensable la creación de espacios adaptados a las condiciones que la vejez requiere. La disminución de la población en edad laboral, en proporción a quienes ya no participan en el mercado productivo, reduce la capacidad de sostenibilidad del sistema actual de pensiones, sin garantizar ingresos suficientes para mantener la calidad de vida del adulto mayor. Ante este panorama, surge la necesidad de diseñar políticas públicas que promuevan entornos urbanos inclusivos y fomentan encuentros intergeneracionales, con el fin de fortalecer la cohesión social y reducir el aislamiento.

Desde una perspectiva teórica, la Teoría de la Modernización (Cowgill & Holmes, 1972) explica cómo los cambios estructurales en las sociedades industrializadas han reducido el estatus social del adulto mayor, aumentando su vulnerabilidad y dependencia. De igual forma, la Teoría de la Continuidad (Atchley, 1989) resalta la importancia de mantener roles y actividades

significativas para preservar la identidad y el bienestar en la vejez, lo que refuerza la necesidad de políticas que faciliten la participación social activa.

## Figura 2

### *Implicaciones a nivel social*



*Nota:* Imagen creada con IA Copilot teniendo en cuenta las teorías de la modernización de Cowgill & Holmes, 1972, y la teoría de la continuidad de Atchley, 1989).

### ***Implicaciones del envejecimiento a nivel psicológico***

Desde el enfoque psicológico, el envejecimiento representa un proceso complejo de reajuste emocional, cognitivo e identitario. A medida que las personas mayores enfrentan cambios físicos, sociales y personales, se vuelve fundamental promover la autonomía, la autoestima y el sentido del propósito. En este contexto, el modelo de “envejecimiento saludable” propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) enfatiza la importancia de mantener

la capacidad funcional y el bienestar emocional como pilares para una vejez activa y significativa.

La participación en comunidades, redes de apoyo y actividades grupales adquiere un papel esencial, ya que fortalece el sentido de pertenencia, combate la soledad y refuerza la resiliencia ante pérdidas afectivas o funcionales. En línea con esto, la Teoría del Envejecimiento Exitoso de Baltes y Baltes (1990) plantea que el bienestar en la vejez puede lograrse mediante procesos de selección, optimización y compensación, que permiten al individuo adaptarse positivamente a los cambios propios de esta etapa.

Asimismo, la Teoría de la Continuidad (Atchley, 1989) sostiene que mantener patrones de comportamiento, relaciones y actividades coherentes con etapas anteriores de la vida contribuye a preservar la identidad personal y el equilibrio emocional. Por lo tanto, se hace necesario contar con un entorno cultural enriquecido y un soporte familiar sólido que facilite la regulación emocional, la conservación de la identidad y el mantenimiento de un proyecto de vida significativo.

### ***Implicaciones del envejecimiento en la salud***

Las transformaciones demográficas actuales han generado un incremento significativo en la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles, como la hipertensión, la diabetes, la artrosis y la demencia, así como un progresivo deterioro funcional en la población adulta mayor. Este fenómeno plantea desafíos complejos para los sistemas de salud, especialmente en América

Latina, donde se requiere una transición hacia modelos de atención integral que incluyan componentes de prevención, rehabilitación y gestión de comorbilidades.

La prevención debe enfocarse en promover estilos de vida saludables desde etapas tempranas, con el objetivo de reducir el riesgo de enfermedades en la vejez. Esto implica fomentar hábitos como la actividad física regular, una nutrición adecuada y el control de factores de riesgo, en línea con el enfoque de envejecimiento saludable propuesto por la Organización Mundial de la Salud. Por otro lado, la rehabilitación cobra relevancia en aquellos adultos mayores que ya presentan condiciones físicas desfavorables, como secuelas de lesiones, enfermedades musculoesqueléticas o deterioro funcional, buscando recuperar o mantener su autonomía.

En este contexto, el modelo ICOPE (Integrated Care for Older People) desarrollado por la OMS propone una atención centrada en la persona, que articula intervenciones clínicas, sociales y comunitarias para preservar la capacidad funcional y mejorar la calidad de vida. Además, se hace necesario fomentar entornos culturales y urbanos amigables con las personas mayores, garantizando su acceso a servicios adaptados y promoviendo estrategias que integren el apoyo psicosocial, la participación comunitaria y la inclusión. Finalmente, el Estado tiene una responsabilidad clave en la inversión en programas de promoción de la salud y acondicionamiento funcional, ya que estas acciones pueden retrasar la pérdida de autonomía, reducir la dependencia y contribuir a un envejecimiento activo y digno.

**Figura 3**

*Envejecimiento y salud*



*Fuente: Imagen creada con IA Copilot teniendo en cuenta las características mencionadas por la Organización Mundial de la Salud sobre la vejez.*

### ***Vejez y envejecimiento***

El envejecimiento puede entenderse como un proceso complejo, gradual e individual que se desarrolla a lo largo del curso de la vida. Más allá del paso de los años, este proceso implica una serie de transformaciones biológicas, psicológicas y sociales que se intensifican en etapas avanzadas, pero que no necesariamente conllevan deterioro o enfermedad. Esta visión dinámica destaca la plasticidad del ser humano y su capacidad de adaptación continua, subrayando que envejecer es sinónimo de transformación más que de decadencia (Fernández-Ballesteros, 2017).

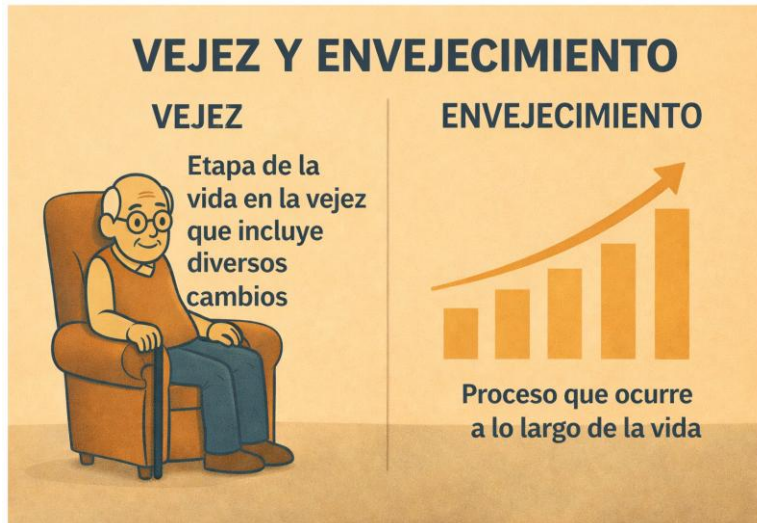
Desde la perspectiva del envejecimiento como desarrollo, se reconoce que el cuerpo y la mente se adaptan constantemente a las condiciones del entorno, desarrollando habilidades y

estrategias que permiten responder a los desafíos del contexto. En este sentido, la Teoría del Ciclo Vital (Baltes, 1987) propone que el envejecimiento debe entenderse como parte de un proceso de desarrollo continuo, en el que coexisten ganancias, pérdidas y estabilidad a lo largo del tiempo. Por otra parte, la vejez se concibe como una etapa específica del ciclo vital, generalmente situada a partir de los 60 o 65 años, y se configura como una construcción social. Esta fase recoge las expectativas, roles y significados que distintas culturas asignan al paso del tiempo y a la pérdida de ciertos recursos físicos, laborales o sociales. Factores históricos, rurales y políticos moldean las formas en que se vive y se valora la vejez, influyendo en las políticas públicas, los imaginarios colectivos y las narrativas personales (CEPAL, 2021).

Diferenciar entre envejecimiento y vejez permite diseñar intervenciones más sensibles y contextualizadas. Mientras el envejecimiento nos recuerda que todos transitamos un continuo de desarrollo y adaptación, la vejez se centra en los marcos sociales que configuran oportunidades y barreras para quienes han alcanzado esta etapa. Reconocer ambas dimensiones es clave para promover un envejecimiento saludable, que no solo atienda las necesidades biomédicas, sino que también revitalice la identidad, la autonomía y la inclusión social de las personas mayores.

**Figura 4**

*Vejez y envejecimiento*



*Nota:* Imagen creada con IA Copilot de acuerdo con la teoría del ciclo vital de Baltes 1987

### ***Teorías del envejecimiento***

El envejecimiento es un proceso multidimensional que involucra cambios progresivos a nivel biológico, psicológico y social. Comprender estos cambios ha sido objeto de múltiples investigaciones científicas. Por ejemplo, López-Otín et al. (2013) identifican nueve características clave del envejecimiento biológico, como el acortamiento de los telómeros, la disfunción mitocondrial y el estrés oxidativo, que explican el deterioro progresivo del organismo. Desde una perspectiva psicológica, Carstensen (2021) reafirma la teoría de la selectividad socioemocional, destacando que en la vejez las personas tienden a priorizar relaciones emocionales significativas y experiencias positivas como estrategia adaptativa frente al paso del tiempo. En el plano social, la Organización Mundial de la Salud (2020) propone el enfoque de

envejecimiento saludable, que resalta la importancia de mantener la capacidad funcional en entornos que favorezcan la autonomía, la participación y la inclusión. Estas teorías permiten analizar esta etapa no solo como una pérdida de capacidades, sino también como una fase de adaptación, desarrollo y potencial para la participación en la sociedad.

### ***Teorías biológicas***

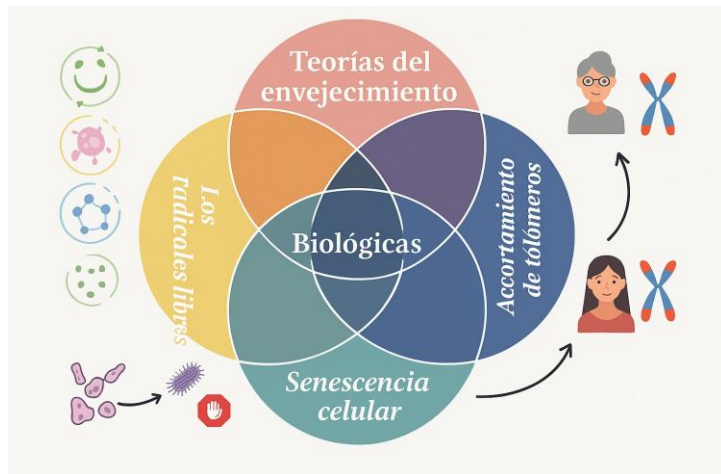
El envejecimiento ha sido abordado desde múltiples disciplinas, destacándose el campo de la biología por aportar explicaciones estructuradas sobre los mecanismos moleculares y celulares que apoyan a este proceso. En este marco, López-Otín et al. (2013) proponen un modelo integrador que describe nueve rasgos moleculares y celulares fundamentales llamados "*rasgos del envejecimiento*". caracterizados por el proceso de envejecimiento biológico. Las teorías buscan comprender los procesos celulares, genéticos y fisiológicos que conducen el deterioro progresivo del organismo fuera de reducirlo exclusivamente al paso del tiempo. Entonces, estas teorías permiten identificar patrones comunes en el envejecimiento y las diferencias que responden a factores internos o externos.

En este apartado se presentan las principales teorías biológicas del envejecimiento, agrupadas en enfoques estocásticos y no estocásticos, con el objetivo de ofrecer una visión integral de los procesos que subyacen a la senescencia. Por ejemplo, se puede concluir que el envejecimiento no es un evento repentino ni aleatorio, sino el resultado de una acumulación gradual de daños celulares que comprometen la capacidad del cuerpo para mantenerse y autorregularse adecuadamente (Harman, 1956). Este marco teórico permitirá establecer

conexiones entre los cambios fisiológicos propios de la vejez y las estrategias de intervención que buscan preservar la funcionalidad y la autonomía en la población adulta mayor.

## Figura 5

### *Teorías biológicas del envejecimiento*



*Nota:* Imagen creada con IA Copilot tomando como referencia la teoría propuesta por Harman 1954, Paredes Salido & Roca Fernandez, 2002

### ***Teoría de los radicales libres.***

La teoría se propone Denham Harman en 1954 en la Universidad de Nebraska. Surge al plantear que un único proceso común, modulable por factores genéticos y ambientales, explica el envejecimiento y la muerte de todos los organismos. Esta teoría de los fragmentos moleculares reactivos son los que producen daño en las células generando alteraciones en el metabolismo. Se refiere a que los antioxidantes celulares no cumplen su función y el envejecimiento celular está prevalente por el estrés oxidativo repetitivo. (Paredes Salido & Roca Fernández, 2002).

Al hablar del papel de las mitocondrias se menciona que la mayoría de los radicales libres se forman en las mitocondrias y su producción (especialmente de superóxido) aumenta con la edad. Como el radical hidroxilo (OH) genera un rompimiento del enlace entre el oxígeno y el hidrógeno en la molécula del agua su reacción genera otro oxidante, en esto consiste el estrés oxidativo. Este daño oxidativo puede desencadenar enfermedades y envejecimiento. La acumulación del daño mitocondrial marca el ritmo de envejecimiento y determina la duración de la vida.

La teoría también habla de dos componentes principales del envejecimiento. Por un lado, el intrínseco, que son las reacciones mitocondriales de radicales libres. Por otro lado, el extrínseco que habla de las reacciones vinculadas a condiciones de vida no óptimas (nutrición, estrés, patologías). Entonces la interacción de ambos procesos conforma el envejecimiento total (Harman, 2001).

### Figura 6

*Teoría de radicales libres*



Nota: Imagen creada con IA Copilot tomando como referencia la teoría propuesta por Paredes Salido & Roca Fernández, 2002.

### ***Teoría de Acortamiento de telómeros.***

La teoría del acortamiento de telómeros se basa en la idea de que existe un “reloj biológico” programado en el ADN que limita el número de divisiones celulares. Esta noción surgió en la década de 1970, cuando se observó que las células humanas tienen un número finito de divisiones mitóticas, fenómeno conocido como el límite de Hayflick. Los telómeros, ubicados en los extremos de los cromosomas, son secuencias repetitivas de ADN no codificante (TTAGGG) cuya función principal es proteger la información genética durante la replicación celular, evitando la pérdida de material genético y la fusión entre cromosomas (Blackburn, Greider & Szostak, 2006).

Cada vez que una célula se divide, los telómeros se acortan progresivamente debido a la incapacidad de la ADN polimerasa para replicar completamente los extremos 3' del cromosoma. Este proceso genera una pérdida de aproximadamente 100 pares de bases por división, lo que conlleva a una disminución de la capacidad replicativa celular. Cuando los telómeros alcanzan una longitud crítica, la célula entra en senescencia replicativa o apoptosis, lo que se ha asociado con el envejecimiento celular y el desarrollo de enfermedades crónicas relacionadas con la edad (Blackburn et al., 2006). Por tanto, el acortamiento telomérico se considera un marcador biológico del envejecimiento.

Diversos factores pueden influir en la velocidad de acortamiento de los telómeros. El estrés oxidativo y los procesos inflamatorios crónicos aceleran su desgaste, mientras que hábitos de vida saludables —como el ejercicio físico regular, una dieta rica en antioxidantes y el manejo

del estrés— se asocian con una menor tasa de acortamiento telomérico (Valdes et al., 2005). Además, factores ambientales como la contaminación, el tabaquismo y el estrés psicosocial pueden exacerbar el daño oxidativo y contribuir a la pérdida telomérica. En el contexto del envejecimiento activo, estudios recientes han demostrado que la práctica de ejercicio físico en adultos mayores puede correlacionarse con una mayor longitud telomérica y mejoras funcionales en fuerza, equilibrio y calidad de vida, lo que refuerza el papel del estilo de vida en la modulación del envejecimiento biológico.

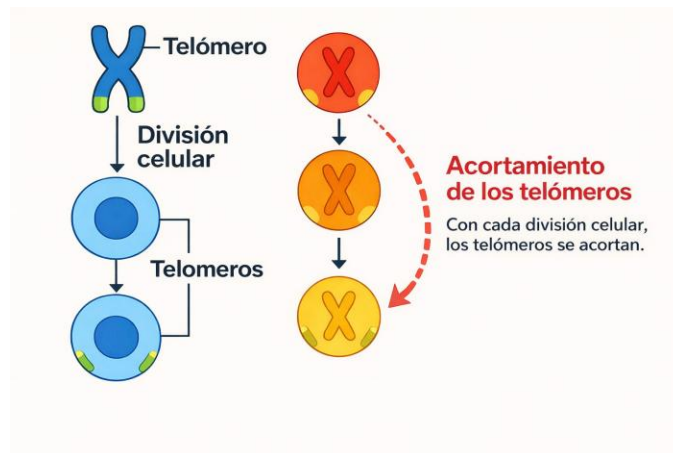
Como aspectos relevantes que afectan la longitud es posible encontrar:

- El estrés oxidativo y los estados inflamatorios crónicos aceleran el desgaste de los telómeros.
- Hábitos de vida saludables—ejercicio regular, dieta rica en antioxidantes y manejo del estrés—se asocian con una menor tasa de acortamiento telomérico.
- Factores ambientales como la contaminación o el tabaquismo incrementan el estrés oxidativo y pueden agravar la pérdida telomérica

Y entonces se puede concluir que las aplicaciones en el estudio del ejercicio físico en adultos mayores hablan de la correlación de los cambios teloméricos con mejoras funcionales en cuanto a fuerza, equilibrio, calidad de vida.

**Figura 7**

*Acortamiento de telómeros*



*Nota:* Imagen creada con IA Copilot teniendo en cuenta a (Blackburn, Greider & Szostak, 2006).

***Senescencia celular.***

La senescencia celular es un estado de detención permanente del ciclo celular en el que las células dejan de dividirse de forma irreversible. Aunque su metabolismo y actividad secretora permanecen activos, estas células no contribuyen a la renovación tisular. Este mecanismo surge como respuesta a diversos tipos de estrés genotóxico y replicativo. Funciona como barrera protectora contra la proliferación de células dañadas que podrían derivar en cáncer.

Los principales desencadenantes de la senescencia incluyen el acortamiento de los telómeros durante divisiones sucesivas, daños en el ADN que no pueden repararse y señales oncogénicas excesivas Maciel-Barón et al. 2017. Factores extrínsecos como el estrés oxidativo crónico o la inflamación también pueden inducir este proceso. Cada uno de estos estímulos

activa rutas de señalización, como p53/p21 o p16INK4a/Rb, que bloquean el avance del ciclo celular. De esta manera, la célula reconoce el estrés y reprograma su destino para evitar mutaciones peligrosas.

A nivel morfológico y funcional, las células senescentes muestran cambios drásticos: adoptan forma más aplanada, aumentan su tamaño y presentan un metabolismo alterado. Además, desarrollan un fenotipo secretor asociado a la senescencia (SASP), liberando citoquinas, quimiocinas y proteasas que modifican su microentorno. Estas moléculas pueden atraer células inmunitarias para eliminar a las células dañadas o, en otros contextos, perpetuar la inflamación crónica. El SASP ejerce un papel dual, pues contribuye tanto a la reparación tisular como al deterioro funcional de los tejidos.

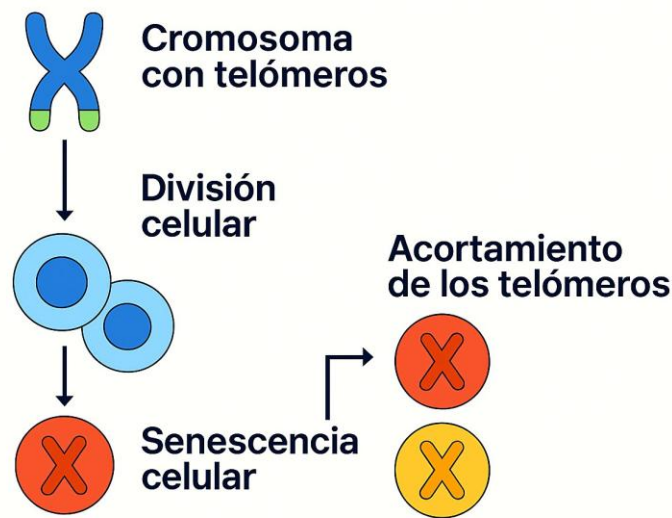
Con el paso del tiempo, la acumulación de células senescentes en tejidos y órganos afecta la homeostasis y la capacidad regenerativa. Esto se traduce en pérdida de elasticidad en la piel, disminución de la función muscular y disfunción de órganos vitales. La presencia de células senescentes también está implicada en enfermedades crónicas relacionadas con la edad, como la fibrosis, la aterosclerosis y la osteoartritis. En conjunto, este acúmulo favorece el envejecimiento biológico y aumenta la vulnerabilidad a patologías degenerativas.

A pesar de sus efectos nocivos a largo plazo, la senescencia es crucial para prevenir el desarrollo de tumores al frenar la proliferación de células con daño genético. Esta dualidad ha impulsado la búsqueda de terapias senolíticas que eliminen selectivamente las células senescentes. De igual modo, se investigan moduladores de la SASP para atenuar la inflamación

crónica sin comprometer la vigilancia antitumoral. Estas estrategias prometen mejorar la salud y la longevidad al re-equilibrar los beneficios y los costes de la senescencia celular.

## Figura 8

### *Senescencia celular*



*Nota: Imagen creada con IA Copilot con base en documento de Maciel-Barón et al. 2017*

### ***Teorías Psicológicas***

El envejecimiento como un proceso dinámico presenta cambios también a nivel psicológico y social. Esta etapa refleja las experiencias acumuladas a lo largo de la vida y exige una constante adaptación del sujeto al entorno. No se describe de manera suficiente al abordar sólo la pérdida de capacidades; tanto físicas como sociales, es necesario entender cómo el adulto

mayor regula sus emociones y redefine su identidad para conservar el bienestar y el sentido de sí mismo. La importancia que adquiere prestar atención a todos los aspectos de su cotidianidad influye en la calidad de vida en la llegada a esta etapa del ciclo vital Carstensen (2021).

### ***Teoría de la autodeterminación.***

La teoría de la autodeterminación plantea que la motivación óptima surge cuando se satisfacen tres necesidades básicas: autonomía, competencia y relación. Wernher (2015) plantea que es posible mencionar las premisas del ciclo vital y la selectividad socioemocional. Entonces, en primer lugar, la teoría habla sobre el desarrollo humano y el aprendizaje como procesos presentes a lo largo de toda la vida; incluso en la etapa de vejez en dónde aún son posibles las ganancias. En segundo lugar, menciona que la persona que envejece con éxito puede redefinir sus metas personales para adaptarse a la pérdida natural de recursos en esta etapa del ciclo vital. En tercer lugar, entra en juego el manejo sobre el impacto de las experiencias que incluyen emociones negativas. La regulación de estos conflictos y emociones mediante estrategias de control basadas en lo que se ha vivido. Y en el cuarto lugar, la selectividad emocional que favorece la preferencia de interacciones sociales gratificantes. En donde Stover et al. (2017) puede concluir que la teoría de la autodeterminación se concibe como una macro teoría que abarca una comprensión sobre el general de las motivaciones que identifican.

### ***Teoría de pérdidas y afrontamiento del envejecimiento***

La teoría de pérdidas y afrontamiento en el envejecimiento se centra en los desafíos emocionales, sociales y funcionales que enfrentan las personas mayores, así como en las estrategias que desarrollan para adaptarse a estos cambios. A medida que se transita hacia la

vejez, los individuos experimentan una serie de pérdidas significativas, entre ellas la disminución de la capacidad física, el deterioro de la salud, la pérdida de roles sociales y laborales, y el alejamiento o fallecimiento de seres queridos. Estas pérdidas pueden generar sentimientos de soledad, tristeza y vulnerabilidad, afectando la calidad de vida y el bienestar psicológico.

Una revisión sistemática realizada por Ribeiro et al. (2017) identificó las principales pérdidas asociadas al envejecimiento y las estrategias de afrontamiento utilizadas por los adultos mayores para lidiar con ellas. Entre estas estrategias destacan la búsqueda de nuevas redes sociales, la participación en actividades grupales, el fortalecimiento de la espiritualidad y el desarrollo de una actitud resiliente frente a la adversidad. Estas acciones permiten reconstruir vínculos afectivos y generar espacios de confianza, lo que contribuye a mantener el sentido de propósito y pertenencia en esta etapa de la vida.

En este contexto, el ejercicio físico, especialmente en medios acuáticos, ha demostrado ser una herramienta eficaz para enfrentar las pérdidas funcionales y emocionales propias del envejecimiento. Según Gómez y López (2021), los programas de actividad física en el agua han cobrado relevancia como estrategias seguras y efectivas para mejorar la función muscular, la movilidad y la independencia funcional en adultos mayores. Estas intervenciones no solo previenen el riesgo de caídas, sino que también promueven la interacción social, reducen el aislamiento y fortalecen la autoestima, convirtiéndose en un recurso valioso para afrontar los desafíos de la vejez desde una perspectiva integral.

### ***Teoría de la actividad física como proceso social.***

La práctica de actividad física no solo tiene beneficios a nivel físico, sino que también se configura como un proceso social que fortalece la autonomía individual y las relaciones interpersonales. Según Bandura (2005), el desarrollo de la autoeficacia —es decir, la creencia en la propia capacidad para enfrentar desafíos y alcanzar metas— se potencia en contextos donde las personas interactúan, colaboran y se apoyan mutuamente. En este sentido, realizar actividad física en grupo permite que los participantes se sientan más seguros, motivados y comprometidos con su bienestar.

Dentro del marco de este proyecto, se propone un entorno acuático como escenario para la participación activa de adultos mayores. Este espacio no solo representa un desafío físico que pone a prueba su sensación de control y competencia, sino que también promueve la creación de vínculos significativos. Al compartir experiencias, colaborar hacia un propósito común y sentirse parte de un grupo, se espera que los participantes desarrollen un mayor sentido de pertenencia, lo que puede favorecer la adherencia a la práctica cotidiana de actividad física. En definitiva, se busca que el entorno acuático funcione como un medio para fortalecer tanto la salud física como el bienestar emocional y social de los adultos mayores.

### ***Teorías sociales***

El envejecimiento es un proceso que exige una constante adaptación a los cambios que se presentan en los planos biológico, emocional y social. Para comprender cómo los adultos mayores enfrentan esta etapa y adoptan conductas orientadas al bienestar, es fundamental apoyarse en teorías que expliquen los mecanismos mediante los cuales aprenden, se autorregulan

y se motivan. Bandura (2005) plantea que el comportamiento humano está influenciado por la interacción entre factores personales, conductuales y ambientales, y destaca el papel de la autoeficacia —la confianza en la propia capacidad para actuar eficazmente— como un motor clave en la adopción de hábitos saludables.

En este proyecto se propone abordar el proceso de envejecimiento activo desde tres enfoques complementarios. Primero, la teoría social cognitiva, que permite entender cómo los adultos mayores aprenden observando a otros, se motivan a través de la experiencia compartida y desarrollan confianza en sus capacidades. En segundo lugar, el modelo de selección, optimización y compensación (SOC), que ofrece estrategias para que las personas mayores ajusten sus metas y recursos, optimicen sus habilidades y compensen las pérdidas funcionales propias de la edad. Y, en tercer lugar, la aplicación de la autoeficacia y el aprendizaje vicario en entornos acuáticos, donde el ejercicio físico se convierte en una herramienta para fortalecer la percepción de control, fomentar la participación activa y generar vínculos sociales significativos.

Este enfoque integral busca promover un envejecimiento saludable, activo y participativo, en el que los adultos mayores no solo mejoren su condición física, sino también su bienestar emocional y social, mediante experiencias grupales que refuercen su autonomía y sentido de pertenencia.

### ***Teoría social cognitiva***

Para hablar de la teoría social cognitiva se hace necesario retomar la idea de las estrategias del afrontamiento en adultos mayores y destacar que el aprendizaje humano ocurre en gran medida a través de la observación de modelos, y que la autoeficacia; además de la creencia

en la propia capacidad para ejecutar acciones específicas, es un factor determinante en la adopción de nuevas conductas (Bandura, 2005). En este sentido, Stover et al. (2017) señalan que el entorno sociocultural de los individuos enriquece el escenario de aprendizaje, ya que las oportunidades de adaptación surgen de las interacciones y experiencias compartidas. Es decir, las decisiones que toma el adulto mayor frente a situaciones adversas están influenciadas por aprendizajes previos bajo condiciones de estrés, lo que les permite desarrollar estrategias de afrontamiento más efectivas ante desafíos similares.

Este proyecto propone aplicar estos principios en un entorno acuático, donde los adultos mayores pueden experimentar situaciones que retan su percepción de control, pero también les brindan la posibilidad de observar, aprender y colaborar con sus pares. El ejercicio grupal en el agua se convierte así en un espacio de aprendizaje vicario, donde los participantes no solo fortalecen su condición física, sino también su confianza personal y sentido de pertenencia.

### ***Modelo de Selección-Optimización-Compensación (SOC)***

Para el modelo de selección-optimización-compensación (SOC) entran en juego estrategias consolidadas a lo largo de su vida. Según Paul Baltes (1997), el envejecimiento implica un proceso dinámico de adaptación en el que las personas enfrentan una constante interacción entre pérdidas y ganancias psicológicas, físicas y sociales. Para afrontar estos cambios, Baltes y Baltes (1990) propusieron el modelo de Selección, Optimización y Compensación (SOC), el cual describe tres estrategias clave que permiten a los adultos mayores mantener su funcionalidad y bienestar a lo largo del tiempo. Primero, la selección se refiere a la capacidad de elegir —de manera consciente o no— aquellas metas y actividades que resultan

más significativas, ajustando las prioridades ante las limitaciones propias de la edad. Por ejemplo, tras la pérdida de amistades cercanas, un adulto mayor puede buscar establecer nuevas relaciones que le brinden apoyo emocional y social. En segundo lugar, la implica invertir esfuerzos y recursos en mejorar las capacidades físicas, cognitivas y relacionales, aprovechando al máximo las potencialidades que aún se conservan. Esto puede incluir la participación en actividades físicas adaptadas, como el ejercicio acuático, que estimulan tanto el cuerpo como la mente. Y, en tercer lugar, la compensación se refiere a la adquisición o reestructuración de recursos como el uso de ayudas técnicas, apoyo social o nuevas estrategias que permiten mantener el nivel de funcionamiento deseado, incluso cuando ciertas capacidades se han visto afectadas.

Este proyecto propone aplicar el modelo SOC en un entorno acuático, donde los adultos mayores puedan experimentar estos tres procesos de manera integrada. El agua, como medio terapéutico, facilita la movilidad, reduce el impacto físico y promueve la interacción social, convirtiéndose en un espacio ideal para fomentar la adaptación activa y saludable.

### ***Aplicación de la autoeficacia***

La autoeficacia, entendida como la creencia en la propia capacidad para organizar y ejecutar las acciones necesarias para alcanzar metas específicas, es un concepto central en la teoría social cognitiva de Albert Bandura (1997). En el contexto del envejecimiento, esta creencia influye directamente en la motivación, el comportamiento y el bienestar de las personas mayores. Cada logro alcanzado —por pequeño que sea— actúa como un refuerzo positivo, fortaleciendo la percepción de competencia y la disposición para enfrentar nuevos desafíos. Esta

dinámica es especialmente relevante en procesos de intervención que buscan mejorar la calidad de vida en la vejez.

La participación en actividades grupales y el establecimiento de vínculos sociales significativos también contribuyen al desarrollo de la autoeficacia. El apoyo social, la observación de pares y la retroalimentación positiva generan un entorno propicio para el aprendizaje y la adaptación. En el marco de este proyecto, se espera que cada logro alcanzado durante las sesiones de ejercicio físico en el medio acuático —como mantener el equilibrio, mejorar la respiración o completar una serie de movimientos— funcione como un estímulo que refuerce la percepción de capacidad personal. Este proceso de observación, imitación y retroalimentación inmediata potencia la confianza, la adherencia al programa y el compromiso con el autocuidado. Diversos estudios han demostrado que el fortalecimiento de la autoeficacia en adultos mayores se asocia con mejoras en la funcionalidad física, mayor independencia, reducción del miedo a caer y una actitud más positiva frente al envejecimiento (Resnick et al., 2002). Además, se ha evidenciado que los programas de ejercicio físico que incorporan componentes motivacionales y sociales generan mayores beneficios en términos de adherencia y resultados funcionales. Por lo tanto, promover la autoeficacia no solo mejora el desempeño físico, sino que también contribuye al bienestar emocional y a la construcción de un envejecimiento activo y saludable.

### ***Ejercicio físico y beneficios para el adulto mayor***

El ejercicio físico se define como toda actividad corporal planificada, estructurada y repetitiva cuyo objetivo es mejorar o mantener uno o más componentes de la condición física (Caspersen, Powell & Christenson, 1985, p. 126). Esta definición distingue el ejercicio de la actividad física general al incorporar intencionalidad y sistematicidad en su práctica. Los componentes fundamentales para su prescripción incluyen la frecuencia (número de sesiones semanales), intensidad (nivel de esfuerzo percibido o porcentaje de frecuencia cardíaca máxima), tiempo (duración por sesión) y tipo (modalidades aeróbicas, de fuerza, flexibilidad o equilibrio) —conocidos como principio FITT— (American College of Sports Medicine [ACSM], 2021). Además, su diseño responde a principios fisiológicos como la sobrecarga progresiva, la especificidad y la reversibilidad, lo que permite personalizar la carga de entrenamiento según las capacidades y limitaciones del adulto mayor, minimizando riesgos y maximizando adaptaciones funcionales (Chodzko-Zajko et al., 2009).

En el marco de esta investigación, el ejercicio físico adquiere un valor central como estrategia para conservar la autonomía funcional y prevenir el deterioro asociado al envejecimiento. Actividades adaptadas como caminatas controladas, ejercicios de resistencia ligera o programas acuáticos contribuyen al mantenimiento de la masa muscular, la densidad ósea, la salud cardiovascular y el control del peso corporal. Además, el componente social de la práctica grupal favorece la interacción, el apoyo emocional y la adherencia a largo plazo. Un programa bien estructurado no solo mejora la capacidad física, sino que también promueve el bienestar psicológico, la autoestima y la calidad de vida, aspectos fundamentales en el

envejecimiento activo (Gobbo et al., 2017). (Gobbo et al., 2017; World Health Organization [WHO], 2020).

Para el adulto mayor, mantener su independencia y fortalecer su involucramiento en la comunidad es esencial. Los beneficios del ejercicio físico sobre la composición corporal se evidencian en la mejora de la masa muscular y la reducción de la masa grasa, lo que favorece la funcionalidad en términos de fuerza, equilibrio y marcha. Esto refleja la adaptabilidad del sistema neuromuscular ante estímulos adecuados, permitiendo identificar una amplia gama de estrategias metodológicas al momento de planear los objetivos de la actividad física en el agua (Cadena Duarte et al., 2021; Takeshima et al., 2013). En este sentido, el ejercicio físico se convierte en una herramienta integral para promover una vejez saludable, activa y participativa.

### ***Beneficios Físicos***

La práctica regular de actividad física adaptada se ha consolidado como un pilar fundamental para preservar la salud y la autonomía en la vejez. La evidencia científica respalda que los adultos mayores con mayor nivel de condición física presentan menor dependencia funcional, atribuible a mejoras sostenidas en componentes clave como la fuerza muscular, la capacidad aeróbica, la flexibilidad y el equilibrio (Aranda, 2018). Estas adaptaciones fisiológicas se traducen en una reducción del riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, caídas accidentales y hospitalizaciones, lo que contribuye directamente a una mayor calidad de vida durante el envejecimiento.

La conservación de la movilidad funcional es un determinante para la realización autónoma de actividades cotidianas como subir escaleras, manipular objetos o desplazarse en

entornos comunitarios, capacidades que están estrechamente vinculadas al nivel de actividad física sostenido a lo largo del tiempo (Aranda, 2018). Más allá de los cambios corporales, este mantenimiento de la funcionalidad fortalece la percepción de autoeficacia y la autoestima, elementos psicosociales esenciales para un envejecimiento positivo. En esta línea, Cadena Duarte (2021) destaca que los beneficios sobre la composición corporal específicamente el incremento de masa muscular magra y la reducción de tejido adiposo optimizan el desempeño en tareas que demandan fuerza, estabilidad postural y eficiencia en la marcha. Estos hallazgos evidencian la notable plasticidad del sistema neuromuscular en edades avanzadas ante estímulos adecuados, lo que abre un campo de posibilidades metodológicas para el diseño de programas, particularmente en entornos acuáticos que combinan seguridad biomecánica con eficacia terapéutica para esta población vulnerable.

### ***Beneficios Psicológicos***

De acuerdo con la literatura especializada, se destaca que la práctica regular de actividad física contribuye significativamente al retraso de los efectos naturales del envejecimiento y al aumento de la esperanza de vida. Stover et al. (2017) señalan que estos beneficios están estrechamente ligados a la percepción de bienestar y a una mejor calidad de vida en los adultos mayores.

Como se mencionó anteriormente, el ejercicio físico también tiene efectos positivos a nivel neuroquímico, promoviendo la liberación de neurotransmisores como endorfinas, serotonina y dopamina, los cuales actúan como moduladores del estado de ánimo y ayudan a reducir los síntomas de ansiedad y depresión en esta población (Bandura, 2005).

Además, los logros alcanzados por los adultos mayores en el contexto de la actividad física generan sensaciones de éxito que refuerzan tanto la autoeficacia como la autoestima. Estos dos factores son fundamentales para fortalecer la sensación de control y el empoderamiento emocional, promoviendo una actitud positiva frente al envejecimiento.

En consecuencia, se puede concluir que la autonomía y la independencia derivadas de una buena condición física suelen asociarse con:

- Mayor sensación de control y seguridad personal.
- Disminución de la percepción de discapacidad.
- Refuerzo de la confianza en la ejecución de las tareas diarias.

### ***Beneficios Sociales***

Entre los beneficios de la actividad física en adultos mayores, se destaca que la práctica grupal fomenta la interacción social y la creación de redes de apoyo, al ofrecer espacios de encuentro donde los participantes comparten experiencias y fortalecen sus vínculos. Cruz-Feliú (1997) propone abordar la conducta relacionada con el ejercicio desde una perspectiva de salud integral y comportamiento sociocognitivo, lo que permite comprender cómo la participación en talleres o actividades comunitarias promueve el sentido de pertenencia y reduce el sentimiento de soledad, al integrar a los adultos mayores en entornos colaborativos y solidarios.

Asimismo, al involucrarse en dinámicas colectivas, los adultos mayores desarrollan habilidades de comunicación y cooperación, lo que estimula su integración en la comunidad y potencia su capital social (Bandura, 2005). En este contexto, resulta fundamental que desde las políticas públicas se promuevan iniciativas sociales que faciliten el intercambio

intergeneracional, especialmente cuando se vinculan con programas integrados en centros educativos o comunitarios. Estas acciones enriquecen el tejido social y favorecen un envejecimiento más activo, conectado y participativo.

### ***Función muscular***

En el ámbito del ejercicio físico en el adulto mayor, la función muscular se alza como uno de los pilares de la condición física funcional. Esta última se define como el conjunto de cualidades físicas necesarias para la realización de las tareas de la vida diaria de una forma segura e independiente sin una fatiga excesiva Cruz-Feliú (1997). Entonces, la función muscular se tiene en cuenta como una medida de la condición física y al incluir la fuerza como elemento esencial, se reconoce su papel en mantener la autonomía y minimizar la fatiga en actividades cotidianas.

De esta manera, la función muscular no es un atributo aislado, sino un componente central que sostiene la movilidad de los adultos mayores. Su valoración permite convertir conceptos teóricos en datos medibles y actuar de forma dirigida en programas de ejercicio. De acuerdo con Ocampo y Ramírez-Villada (2017) refuerzan este enfoque al describir la condición física funcional como el conjunto de cualidades para la vida diaria, pero haciendo énfasis en la fatiga. Su definición añade la necesidad de realizar tareas sin excesiva fatiga, resaltando el aspecto energético de la función muscular. Esto entonces introduce la idea de que la fuerza no sólo es resistencia, sino también la capacidad de gestionar recursos fisiológicos. Así, ambas definiciones confluyen en la búsqueda de un equilibrio entre eficiencia y seguridad al movilizar

el propio cuerpo. Entonces estos autores muestran una visión coherente de la función muscular en el envejecimiento activo.

La Organización Mundial de la Salud, en su informe del año 2000, define la fuerza como la resistencia que se opone a una acción. Esta caracterización enfatiza su importancia en el contexto de superar cargas y vencer obstáculos durante el movimiento. Bajo esta perspectiva, la función muscular se convierte en la capacidad de enfrentar desafíos mecánicos con eficacia. La OMS abre la puerta para entender la fuerza no sólo en términos internos, sino también en interacción con el entorno. De hecho, este concepto respalda la función muscular como clave para mantener la independencia física. Grosser et al. (1988) aportan una definición centrada en la capacidad de realizar un trabajo físico durante un tiempo específico y a una intensidad determinada. Con este planteamiento se introduce la dimensión temporal e intensidad como variables de la función muscular. La aproximación de Grosser (2015) valora no sólo la magnitud de la fuerza, sino su sostenimiento en un periodo específico. De ese modo, se considera la resistencia muscular como un elemento inseparable de la capacidad de trabajo. Su propuesta amplía la comprensión al integrar parámetros cuantitativos y de duración.

Estos enfoques reflejan la complejidad y la constante evolución en la comprensión del rendimiento humano. Mostrar la capacidad muscular como un concepto dinámico y multifacético subraya su aplicación en el ámbito deportivo y físico. Sirve también de puente entre la teoría y la práctica, permitiendo diseñar protocolos de evaluación precisos. La fuerza se entiende dentro del trabajo de ejercicio físico como un recurso adaptable a múltiples contextos.

En definitiva, la función muscular encarna un elemento esencial para el bienestar y la calidad de vida en todas las etapas.

### ***Evaluación de la función muscular en el adulto mayor***

Para hablar de la función muscular en el adulto mayor es necesario plantear una evaluación de la función muscular. Este aspecto se torna necesario para determinar su estado de salud y capacidad funcional. A medida que las personas envejecen, la función muscular puede declinar, lo que puede afectar su capacidad para realizar actividades cotidianas y aumentar el riesgo de caídas y lesiones. Por lo tanto, evaluar la función muscular en el adulto mayor se hace necesario para identificar áreas de debilidad y desarrollar planes de tratamiento efectivos.

La fuerza muscular es un aspecto importante de la función muscular que se puede evaluar mediante pruebas de fuerza muscular, como la fuerza de agarre con un dinamómetro o la fuerza de extensión de rodilla. Estas pruebas pueden proporcionar información valiosa sobre la capacidad muscular de la persona y ayudar a identificar áreas de debilidad. Además, la resistencia muscular se puede evaluar mediante pruebas de resistencia muscular, como el número de repeticiones que puede realizar una persona en un ejercicio específico.

La flexibilidad y el rango de movimiento también son aspectos importantes de la función muscular que se pueden evaluar mediante pruebas específicas. Las pruebas de flexibilidad y rango de movimiento pueden proporcionar información valiosa sobre la capacidad de la persona para moverse y realizar actividades cotidianas. Además, las pruebas de equilibrio y coordinación, como la prueba de equilibrio en una pierna o la prueba de caminar en línea recta, también son relevantes para determinar la función muscular en el adulto mayor.

Las pruebas funcionales, como la prueba de levantarse de una silla o la prueba de subir y bajar escaleras, pueden proporcionar información valiosa sobre la capacidad funcional de la persona. Estas pruebas pueden ayudar a identificar áreas de debilidad y desarrollar planes de tratamiento efectivos para mejorar la capacidad funcional de la persona. En resumen, la evaluación de la función muscular en el adulto mayor es un proceso complejo que requiere una variedad de pruebas y evaluaciones.

En conclusión, la evaluación de la función muscular en el adulto mayor es fundamental para determinar su estado de salud y capacidad funcional. Al utilizar una combinación de pruebas de fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad y rango de movimiento, equilibrio y coordinación, y pruebas funcionales, los profesionales de la salud pueden obtener una visión completa de la función muscular en el adulto mayor y desarrollar planes de tratamiento efectivos para mejorar su salud y capacidad funcional.

### ***Marco Metodológico***

El presente estudio tiene como propósito evaluar de manera sistemática los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular en adultos mayores. Para ello, se adoptará un enfoque metodológico que permita la recolección y el análisis de datos a partir de mediciones relacionadas con la fuerza, el equilibrio, la agilidad y la resistencia. En este caso, se implementará un diseño de evaluación pre y post intervención, con el fin de identificar y cuantificar los posibles cambios en los parámetros musculares tras la aplicación del programa de ejercicio. Este procedimiento permitirá analizar la evolución de la función muscular en los participantes a lo largo del periodo de intervención.

Dentro del marco metodológico se describirá la caracterización de la población objeto de estudio. Asimismo, se establecerán los criterios de inclusión y exclusión con el propósito de garantizar la seguridad y homogeneidad de los participantes. De igual manera, se presentará la descripción de las técnicas e instrumentos de evaluación. Finalmente, se detallarán los métodos de análisis estadístico y las consideraciones éticas que orientan el desarrollo de la investigación, con el fin de asegurar la validez, confiabilidad y aplicabilidad de los resultados obtenidos.

### ***Enfoque de investigación***

En concordancia con lo que se espera hacer con este proyecto de investigación el enfoque que se ha determinado es el de orden cuantitativo. En este enfoque se realiza la recolección de datos y su análisis para poder responder preguntas de investigación y probar hipótesis sobre el trabajo con población adulto mayor que se han establecido antes. Se pretende entonces, dar cuenta del objetivo general de establecer el efecto de un programa de ejercicio físico basado en

actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor. Se caracteriza por ser deductivo, mantener una secuencia probatoria y analizar la realidad objetivamente (Pimienta, 2018). Este enfoque permite analizar y describir los fenómenos relacionados con el impacto del programa de ejercicio físico sobre la función muscular en adultos mayores de manera objetiva y precisa. A través de la recopilación y análisis de datos numéricos, se podrán identificar patrones y tendencias que ayuden a entender mejor la relación entre el ejercicio físico basado en el medio acuático y la función muscular de esta población.

La investigación cuantitativa aporta evidencia de tipo numérico y tiene un propósito de explicar un fenómeno de estudio empleando instrumentos de medición estandarizados (González, 2016). Estos datos variarán de acuerdo con las pruebas a las que serán sometidas las participantes. Dado lo anterior, se espera que los resultados de esta investigación se conviertan en un insumo soportado en la evidencia científica, para el diseño de futuros programas de intervención en medios acuáticos dirigidos a la población adulto mayor, objeto de este estudio.

### ***Diseño del estudio***

El diseño que permite el despliegue del propósito del presente estudio es el cuasiexperimental. Este diseño, indica que todas las variables relacionadas con el propósito de la investigación no estarán bajo el control del investigador. Esto significa que, aunque se manipulan algunas variables independientes, no se podrán controlar todas las co-variables que podrían influir en los resultados (González, 2016).

En el contexto de este estudio, el diseño cuasi experimental permitirá evaluar el efecto de una intervención específica sobre la función muscular en adultos mayores. La intervención planteada estará conformada por dos grupos: un grupo intervención y otro grupo control. De esta manera, se podrán obtener hallazgos válidos y de mayor grado de confiabilidad sobre la efectividad de la intervención.

Como aspectos más relevantes sobre la elección de un diseño de estudio cuasi experimental es posible resaltar que permite estudiar intervenciones en entornos reales donde la aleatorización estricta es inviable (por ejemplo, centros de adultos mayores con grupos ya establecidos). Además de que al obtener datos se favorece la toma de decisiones clínicas y comunitarias basadas en evidencia, al evaluar protocolos prácticos. De esta manera garantiza mayor validez externa, pues refleja la heterogeneidad de la población objetivo para que posterior a este ejercicio sea posible reconocer y documentar amenazas a la validez facilitando su monitoreo y control parcial.

### ***Alcance de investigación***

El proceso de construcción de este alcance se articula a través de un marco conceptual robusto que enlaza hipótesis, mecanismos y criterios de validación empírica. Primero, se formulan preguntas de investigación que reflejen con claridad las relaciones esperadas entre variables. Luego, se describe el diseño metodológico —métodos cualitativos o cuantitativos, instrumentos de recolección y análisis de datos— enfocado en poner a prueba dichas hipótesis. Finalmente, se reconocen las limitaciones inherentes al estudio y se sugieren áreas para futuras

investigaciones. De este modo, desarrollar el alcance explicativo no sólo aporta coherencia interna, sino que también orienta la relevancia y aplicabilidad de los resultados.

### ***Variables de estudio***

Para el desarrollo del estudio se hace fundamental definir y comprender las variables de estudio y su tipología de acuerdo con el diseño de la investigación. Es por esto por lo que se hace necesario precisar que se comprende una variable como la cualidad, propiedad o característica que se manifiesta entre personas, objetos o un individuo a lo largo del tiempo. Esta es cambiante y no permanece igual durante el tiempo o el contexto en el que se observe (Canales, Alvarado & Pineda, 1994).

Ahora bien, para estructurar el proceso de intervención siguiendo la metodología del diseño cuasiexperimental, Canales et al (1994) plantea que “la variable independiente es aquella que explica, condiciona o determina el cambio en los valores de la variable dependiente. La variable dependiente es el fenómeno o situación explicados, o sea, que está en función de otra. Es el resultado esperado” (p. 69). Para determinar las variables independientes de esta investigación, se acude a las directrices para la prescripción del ejercicio físico en la población de adulto mayor generadas en el último Consenso mundial sobre las recomendaciones óptimas de ejercicio para mejorar la longevidad saludable en los adultos mayores (ICFSR) del 2025.

En tal sentido, el ICFSR explica la relación dosis-respuesta y el uso del principio: frecuencia, intensidad, tiempo y tipo de ejercicio (FITT). El cual permite realizar una estructura adecuada de un programa de ejercicio físico en función del adulto mayor. Este principio facilita la selección precisa de las variables independientes de la investigación ya que cada componente

del FITT puede ser controlado para observar su efecto sobre la variable dependiente. A continuación, en la tabla 1, se presentan las variables de estudio de acuerdo con su naturaleza.

**Tabla 1**

*Variables de estudio programa de ejercicio físico.*

| <b>V. Dependientes</b>         | <b>V. Independientes</b>                          |
|--------------------------------|---------------------------------------------------|
| - Función Muscular:            | - Frecuencia (días por semana)                    |
| - Fuerza muscular<br>(Prensil) | - Intensidad (escala de Borg)                     |
| - Capacidad aeróbica           | - Tipo de ejercicio (Ejercicios de base acuática) |
| - Agilidad y el equilibrio     | - Volumen (series y repeticiones)                 |

*Nota:* la tabla 1 presenta las variables de estudio de acuerdo con su naturaleza.

**Tabla 2***Operacionalización de variables de estudio*

| <i>Variable</i>                  | <b>Definición conceptual</b>                                                                                                | <b>Definición operacional</b>                                                                                                                  | <b>Instrumento / Técnica</b>                                  | <b>Unidad / Escala</b>          | <b>Tipo de variable</b> |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| <i>Fuerza muscular (prensil)</i> | Capacidad de los músculos de la mano para generar fuerza                                                                    | Medición de la fuerza máxima de prensión en posición estándar                                                                                  | Dinamómetro manual                                            | Kilogramos de fuerza (kg/f)     | Dependiente             |
| <i>Capacidad aeróbica</i>        | Aptitud cardiorrespiratoria para sostener actividad física prolongada                                                       | Marcha en el sitio por 2 min en donde se contabilizará el número de veces en el que el participante alcanza con la rodilla la altura evaluada. | Marcha estacionaria (de la batería Senior Fitness Test - SFT) | No. De pasos                    | Dependiente             |
| <i>Agilidad y equilibrio</i>     | Habilidad para cambiar de posición rápidamente y mantener la estabilidad postural                                           | Levantarse de una silla, caminar 2.44 m alrededor de un cono y volver a sentarse, cronometrado en segundos                                     | Test Timed Up and Go (TUG)                                    | Segundos (s)                    | Dependiente             |
| <i>Frecuencia</i>                | La frecuencia se refiere al número de veces que se realiza                                                                  | Número de sesiones de ejercicio físico en medio acuático realizadas por semana                                                                 | Registro de asistencia                                        | Días por semana                 | Independiente           |
| <i>Intensidad</i>                | La intensidad indica el nivel de esfuerzo requerido para realizar una actividad<br><br>El tipo de ejercicio se refiere a la | Percepción subjetiva del esfuerzo durante la sesión                                                                                            | Escala de Borg adaptada para persona mayor                    | Puntuación escala de Borg       | Independiente           |
| <i>Tipo de ejercicio</i>         | naturaleza específica de la actividad. Se clasifica en Aeróbico, Anaeróbico, Flexibilidad, Equilibrio y coordinación.       | Ejercicio físico de entrenamiento de fuerza                                                                                                    | Plan de entrenamiento                                         | Fuerza, agilidad, flexibilidad  | Independiente           |
| <i>Volumen</i>                   | El volumen es la cantidad total de trabajo realizado                                                                        | Total, de trabajo por sesión: combinación de series y repeticiones                                                                             | Ficha técnica del programa                                    | Series (n°) y repeticiones (n°) | Independiente           |

Nota: Esta tabla indica la operacionalización de las variables de estudio de acuerdo con la variable, la definición conceptual, la definición operacional, el instrumento o técnica, la unidad o escala de medida y el tipo de variable.

### ***Población y muestra***

La población objeto de estudio serán adultos mayores pertenecientes a la localidad de San Cristóbal, los participantes serán personas entre los 60 y 74 años. Los cuales corresponden a la primera etapa del periodo de vejez de acuerdo con la definición de la OMS (2024).

El método para la selección de la muestra fue no probabilístico por conveniencia, entendido como la técnica en la cual los participantes se seleccionan de forma intencional con base en criterios de acceso, disponibilidad y cumplimiento de los requisitos del estudio (Arias-Gómez et al., 2016). La muestra definitiva estuvo conformada por 40 mujeres adultas mayores, entre 60 y 74 años, distribuidas en dos grupos: grupo experimental ( $n = 20$ ) y grupo control ( $n = 20$ ). Esta organización permitió comparar los cambios observados en las variables de función muscular antes y después de la intervención.

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

Los criterios de inclusión y exclusión son establecidos con el objetivo de delimitar de manera más precisa la población que participará en este estudio. Esto implica que para esta oportunidad se busca especificar los criterios que deben cumplir los participantes y seleccionar, de esta manera, la muestra más adecuada. Las características de los criterios de inclusión y exclusión responderán a la pregunta de investigación lo que mejora la validez de los hallazgos.

Por otro lado, el establecer criterios permite tener un control metodológico con límites claros para la recopilación y el análisis de datos (Arias-Gómez et al., 2016). Teniendo en cuenta la normativa ética y de seguridad; el uso de estos criterios permite fortalecer los límites del

estudio de investigación, permitiendo un escenario fiable y reproducible. Por lo que, desde el inicio se espera lograr una evaluación cercana a la realidad y conclusiones que respondan a lo planteado como objetivo de búsqueda.

**Tabla 3**

*Criterios de inclusión y exclusión*

| Inclusión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Exclusión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ser mayor o igual a 60 años y menor o igual a 74 años.</li> <li>• Contar con autorización médica para la realización de ejercicio físico.</li> <li>• Firmar el consentimiento informado.</li> <li>• Contar con el certificado de serología no reactiva y análisis de orina.</li> <li>• El participante debe tener habilidades básicas de natación (flotación, inmersión, cambios de posición y control respiratorio).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de condiciones médicas que impidan la realización segura de ejercicios en medio acuático; por ejemplo, enfermedades cardiovasculares graves, infecciones de la piel.</li> <li>• Limitaciones cognitivas severas u otros factores de riesgo que pudieran comprometer la integridad y seguridad del participante durante la intervención.</li> </ul> |

**Nota:** Esta tabla indica los criterios de inclusión y exclusión que se abordaran para la propuesta.

***Fases de la investigación***

La intervención del programa de ejercicio físico se estructuró en tres fases fundamentales. En primer lugar, se desarrolló la fase de planeación, en la cual se sentaron las

bases del proyecto mediante la captación de la población, la definición de los procesos logísticos, el establecimiento de los criterios de inclusión y exclusión, y la medición de las variables de estudio. Esto permitió consolidar el punto de partida mediante la identificación del diagnóstico inicial y de las características particulares de las participantes. En una segunda fase se implementó el programa diseñado, sujeto a ajustes de acuerdo con las necesidades de ejecución del proyecto de investigación. Por último, la tercera fase incluyó la evaluación y el análisis del programa, con el fin de identificar los resultados obtenidos y los posibles efectos sobre el perfil funcional de las adultas mayores.

### ***Fase I: Planeación***

La planificación de este programa de ejercicio físico constituye una piedra angular en el diseño y ejecución de la intervención ya que crea una base sólida para que el proceso sea integral y progresivo. Esta investigación se fundamenta en que a partir de un enfoque ordenado y sistemático se tendrá una mayor adherencia y efectividad en lo que se espera visualizar. Para lograr los objetivos mencionados se ha pensado en el desarrollo de la investigación por etapas.

En un primer momento se realizará la captación de la población. Esta fase inicial busca la reunión de los participantes deseados, asegurándose de que cumplan con los criterios de inclusión y que estén interesados para participar del programa. Seguido de esto se realizará la socialización del proyecto con la población que será objeto del estudio. Esta presentación pretende exponer los objetivos, beneficios y la metodología de intervención con el fin de generar confianza y comprensión de la población que va a participar.

Se plantea una semana 0 en la que se establezcan los parámetros iniciales de la función muscular realizando los test de entrada y conformando la línea de base desde la que se parte para el estudio. De la semana 1 a la 4 se iniciarán las sesiones de ejercicio acuático enfocado en la introducción de los movimientos y ejercicios que promuevan adaptación y fortalecimiento muscular progresivo. En la semana 5 se espera llevar a cabo una evaluación de control que permitirá hacer un ajuste de carga y desarrollo. Para las semanas 6 a la 11, con los ajustes necesarios realizados, se espera continuar con la aplicación del programa profundizando en ejercicios que contribuyen al desarrollo del perfil funcional del adulto mayor, fomentando la adherencia a la realización de actividad física por su cuenta. En la semana número 12 se realizará un test de salida en el que se realizarán las pruebas de la semana 0 y 5 para realizar la comparación y el análisis de lo logrado.

La estructura que se presenta espera poner en escena un escenario de planificación que facilite el seguimiento y la evaluación científica del impacto de la intervención.

## Figura 9

### *Cronograma de actividades*

| ACTIVIDADES                                                    |            |         |           |           |
|----------------------------------------------------------------|------------|---------|-----------|-----------|
|                                                                | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Captación de la población.                                     |            |         |           |           |
| Socialización del proyecto con la población objeto de estudio. |            |         |           |           |
| Semana 0: línea de base y medición de variables de estudio.    |            |         |           |           |

|                                                                            |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|
| Semana 1-4: Implementación del programa                                    |  |  |  |  |
| Semana 5: Control y seguimiento de variables de estudio. Ajuste de cargas. |  |  |  |  |
| Semana 6 -11: Implementación del programa.                                 |  |  |  |  |
| Semana 12: Test de salida.                                                 |  |  |  |  |

Fuente: elaboración propia

Nota: Cronograma de actividades con avances mes a mes.

### ***Fase II: Diseño del programa de ejercicio físico***

La estructura del programa de ejercicio físico se basa en los parámetros de prescripción indicados por el ICFSR según Izquierdo et al (2025) y adaptados al ejercicio en medio acuático, dadas las características de la población objeto de estudio. Por lo anterior, se presentan a continuación los componentes del programa de ejercicio físico basado en el medio acuático:

### **Figura 10**

*Componentes del Programa de ejercicio físico acuático para adultos mayores*



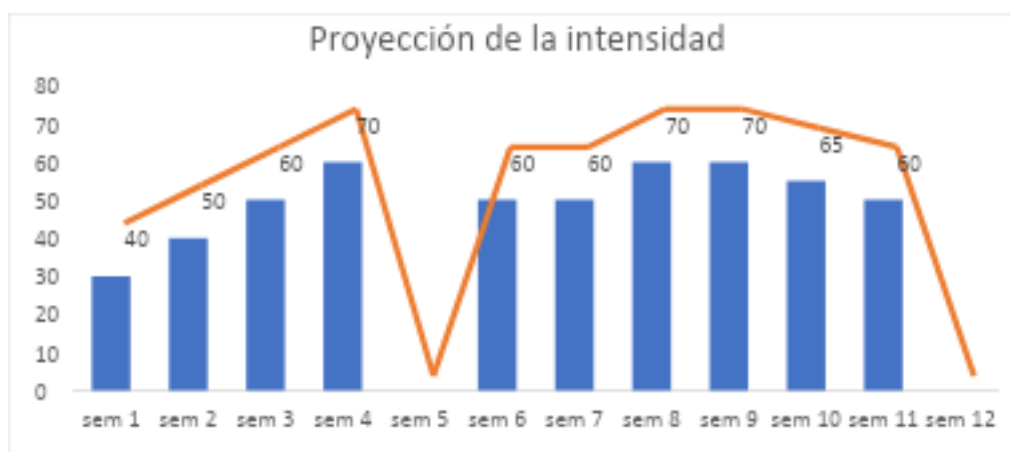
Nota: elaboración propia

En la Figura 10 se evidencian los componentes que permitieron la programación del ejercicio físico acuático para adultas mayores, incluyendo el número de semana y de sesión. Para cada sesión se planteó un objetivo relacionado con el componente del perfil funcional evaluado. Asimismo, se determinaron la frecuencia, la intensidad, el tipo de ejercicio, el volumen y la duración de cada sesión, con el propósito de responder al objetivo principal de esta investigación.

En consecuencia, se presenta a continuación el diseño del programa de ejercicio físico acuático propuesto:

### **Figura 11**

*Proyección de la intensidad.*



Fuente: elaboración propia

Proyección de la intensidad del programa de ejercicio físico propuesto.

**Tabla 4***Programa de ejercicio físico acuático.*

| Semana   | Sesión | Componente FM                                          | Objetivo Sesión                                                                                         | Tipo Ejercicio      | Vol                                | Int     |
|----------|--------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------|
| Semana 0 | 1      | Línea de base                                          |                                                                                                         |                     |                                    |         |
|          | 2      |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    |         |
| Semana 1 | 3      | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica     | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 35%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 35%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 35%-50% |
|          | 4      | Fuerza muscular tren superior + Agilidad y equilibrio  | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.        | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 35%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 35%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 35%-50% |
| Semana 2 | 5      | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica         | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 35%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 40%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 40%-50% |
|          | 6      | Fuerza muscular tren inferior + Agilidad y equilibrio. | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.     | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 40%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 40%-50% |
|          |        |                                                        |                                                                                                         |                     |                                    | 40%-50% |

| Semana   | Sesión | Componente FM                                         | Objetivo Sesión                                                                                               | Tipo Ejercicio      | Vol                                | Int     |
|----------|--------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------|
| Semana 3 | 7      | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
|          | 8      | Fuerza muscular full body + Agilidad y equilibrio     | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
| Semana 4 | 9      | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.                 | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 55%-70% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 55%-70% |
|          | 10     | Fuerza muscular tren superior + Agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.              | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 55%-70% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 55%-70% |
| Semana 5 | 11     | Control y seguimiento                                 |                                                                                                               |                     |                                    |         |
|          | 12     |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    |         |
| Semana 6 | 13     | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica        | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
|          |        |                                                       |                                                                                                               |                     |                                    | 45%-60% |
|          | 14     |                                                       |                                                                                                               | Continuo (Circuito) |                                    | 45%-60% |

| Semana   | Sesión | Componente FM                                          | Objetivo Sesión                                                                                               | Tipo Ejercicio      | Vol                                | Int                           |
|----------|--------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|          |        | Fuerza muscular tren inferior + Agilidad y equilibrio. | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           |                     | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-60%<br>45%-60%            |
| Semana 7 | 15     | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica     | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 50%-60%<br>50%-60%<br>50%-60% |
|          | 16     | Fuerza muscular full body + Agilidad y equilibrio      | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 50%-60%<br>50%-60%<br>50%-60% |
| Semana 8 | 17     | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica     | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.                 | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70%<br>55%-70%<br>55%-70% |
|          | 18     | Fuerza muscular tren superior + Agilidad y equilibrio  | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.              | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70%<br>55%-70%<br>55%-70% |
| Semana 9 | 19     | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica         | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70%<br>55%-70%<br>55%-70% |

| Semana    | Sesión | Componente FM                                          | Objetivo Sesión                                                                                               | Tipo Ejercicio      | Vol                                | Int                           |
|-----------|--------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------------------|-------------------------------|
|           | 20     | Fuerza muscular tren inferior + Agilidad y equilibrio. | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 55%-70%<br>55%-70%<br>55%-70% |
| Semana 10 | 21     | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica     | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 50%-60%<br>50%-60%<br>50%-60% |
|           | 22     | Fuerza muscular full body + Agilidad y equilibrio      | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 50%-60%<br>50%-60%<br>50%-60% |
| Semana 11 | 23     | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica         | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-55%<br>45%-55%<br>45%-55% |
|           | 24     | Fuerza muscular full body + Agilidad y equilibrio      | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 ejercicios dirigidos al objetivo | 45%-55%<br>45%-55%<br>45%-55% |
| Semana 12 | 25     | Test de salida                                         |                                                                                                               |                     |                                    |                               |
|           | 26     |                                                        |                                                                                                               |                     |                                    |                               |

*Nota: elaboración propia*

En la tabla 12 se presenta una planificación estructurada de 12 semanas correspondiente al programa de ejercicio físico acuático dirigido a adultos mayores. Este cronograma está organizado por semanas y sesiones, especificando en cada una el objetivo, el componente funcional abordado, la frecuencia semanal, la intensidad basada en la percepción del esfuerzo mediante la escala de Borg, el tipo de ejercicio, el volumen y la duración de la sesión. La estructura responde a los principios fundamentales del ejercicio físico descritos por Caspersen, Powell y Christenson (1985), como la sobrecarga progresiva, la especificidad y la reversibilidad, lo que permite adaptar el programa a las capacidades individuales de los participantes y garantizar su seguridad.

El enfoque del programa se centra en el desarrollo de la resistencia muscular, combinada progresivamente con otros componentes de la función muscular como la fuerza prensil, la velocidad de la marcha, la agilidad, el equilibrio y la capacidad aeróbica, en coherencia con los beneficios funcionales descritos por Cadena Duarte (2021) en intervenciones acuáticas. Además, se incorpora el concepto de autoeficacia propuesto por Bandura (1997), reconociendo que cada logro alcanzado durante las sesiones —como mantener el equilibrio, mejorar la respiración o completar una serie de ejercicios— actúa como un refuerzo positivo que fortalece la percepción de competencia y motiva la adherencia al programa.

Es importante destacar que el programa contempla tres momentos clave: la evaluación inicial (semana 0), que establece la línea base; el control y ajuste de cargas (semana 5), que permite adaptar el programa según la evolución individual; y la evaluación final (semana 12),

que permite valorar los cambios obtenidos en función muscular y calidad de vida. Esta estructura metodológica busca no solo mejorar indicadores físicos, sino también promover la autonomía, el bienestar emocional y la participación activa del adulto mayor en su proceso de envejecimiento saludable.

### ***Fase III: Evaluación del programa***

En la tercera fase tuvo lugar la evaluación del programa en la cual se espera analizar de forma comparativa los resultados obtenidos en contraste con la línea de base. Este proceso permitirá identificar los cambios en el perfil funcional de los adultos mayores a partir del ejercicio propuesto durante las semanas de intervención. Se espera lograr de esta manera una interpretación de los resultados de tal manera que evidencien el impacto del programa en la población y la identificación de puntos que puedan servir para futuros estudios sobre el tema.

#### ***Técnicas e instrumentos para la recolección de datos***

Este apartado da cuenta de las técnicas e instrumentos estandarizados que permitieron evaluar función muscular en personas adultas mayores. En particular, se utilizaron los test propuestos por Rikli y Jones (2013), contenidos en el documento *Senior Fitness Test Manual*, los cuales han demostrado validez y confiabilidad en diversos contextos. Estos test fueron organizados y descritos en detalle a través de una tabla que especifica el nombre de cada prueba, el objetivo que persigue, los materiales requeridos y el procedimiento de aplicación.

Para la evaluación de la variable crítica de estudio que es la función muscular, fueron aplicados los siguientes test que se detallan en la siguiente tabla :

**Tabla 5**

*Medición de las variables del estudio asociadas a la función muscular.*

| Variable           | Nombre del test                                               | Objetivo                               | Protocolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Instrumentos                                                                 | Valor de referencia                                  |
|--------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Fuerza muscular    | Chair Stand Test (de la batería Senior Fitness Test - SFT)    | Evaluar la fuerza del tren inferior.   | <p><i>Procedimiento:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El participante comienza sentado en el medio de la silla con la espalda recta, los pies apoyados en el suelo y los brazos cruzados en el pecho.</li> <li>2. Desde esta posición y a la señal de “ya” el participante deberá levantarse completamente y volver a la posición inicial (ver figura 2) el mayor número de veces posible durante 30”.</li> <li>3. Tenemos que demostrar el ejercicio primero lentamente para que el participante vea la correcta ejecución del ejercicio y después a mayor velocidad para que así comprenda que el objetivo es hacerlo lo más rápido posible, pero con unos límites de seguridad.</li> <li>4. Antes de comenzar el test el participante realizará el ejercicio uno o dos veces para asegurarnos que lo realiza correctamente.</li> </ol> <p><i>Puntuación:</i> Número total de veces que “se levanta y se sienta” en la silla durante 30”. Si al finalizar el ejercicio el participante ha completado la mitad o más, del movimiento (levantarse y sentarse), se contará como completo. Se realiza una sola vez</p> <p><i>Normas de seguridad y Procedimiento:</i></p> <p>El respaldo de la silla debe estar apoyado en la pared o que alguien lo sujete de forma estable.</p> <p>Observar si el participante presenta algún problema de equilibrio. Parar el test de forma inmediata si el participante siente dolor. Rikli, y Jones (2013)</p> | Cronómetro, silla sin apoyabrazos, ficha de registro                         | 60-69 años: 11-16 rep.<br>70-74 años: 10-15 rep.     |
| Capacidad aeróbica | Marcha estacionaria (de la batería Senior Fitness Test - SFT) | Evaluación de la resistencia aeróbica. | <p><i>Preparación:</i> Antes de comenzar la prueba mediremos la altura a la que tiene que subir la rodilla el participante llevando un cordón desde la cresta ilíaca hasta la mitad de la rótula, después lo mantendremos sujeto desde la cresta ilíaca y lo doblaremos por la mitad marcando así un punto en el medio del muslo que indicará la altura de la rodilla en la marcha. Para visualizar la altura del paso transferiremos la marca del muslo a la pared para que el participante pueda tener una referencia.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Cronómetro, cinta métrica (para marcar altura de rodilla), ficha de registro | 60-69 años: 73-107 pasos<br>70-74 años: 68-101 pasos |

| Variable                 | Nombre del test            | Objetivo                                     | Protocolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Instrumentos                                  | Valor de referencia                                                              |
|--------------------------|----------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                          |                            |                                              | <p><i>Procedimiento:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A la señal de “ya” el participante comienza a marchar en el sitio el mayor número de veces que le sea posible durante 2 minutos.</li> <li>2. Aunque las dos rodillas deben llegar a la altura indicada, contabilizaremos el número de veces que la rodilla derecha alcanza la altura fijada.</li> <li>3. Si el participante no alcanza esta marca le pediremos que reduzca el ritmo para que la prueba sea válida sin detener el tiempo.</li> </ol> <p><i>Puntuación:</i></p> <p>La puntuación corresponderá al número total de pasos completos (dcha.-izq.) Que es capaz de realizar en 2 minutos que será el número de veces que la rodilla derecha alcanza la altura fijada.</p> <p>Se realizará un solo intento el día de la prueba (el día anterior todos los participantes practicarán el test).</p> <p><i>Normas de seguridad:</i> Aquellos participantes que presenten problemas de equilibrio deberían colocarse cerca de una pared o de una silla para poder apoyarse en caso de pérdida de equilibrio.</p> <p>El examinador supervisará a todos los participantes por si existen signos de esfuerzo excesivo. Al finalizar el test los participantes caminarán despacio durante un minuto.</p> <p>Rikli, y Jones (2013)+++</p> |                                               |                                                                                  |
| Agilidad y el equilibrio | Test Timed Up and Go (TUG) | Evaluar la agilidad y el equilibrio dinámico | <p><i>Preparación:</i></p> <p>Colocar una silla pegada a la pared y un cono a 8 pies (2,44 metros), medido desde la parte posterior del cono hasta el borde anterior de la silla.</p> <p><i>Procedimiento:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El participante se sentará en el medio de la silla manteniendo la espalda recta, los pies apoyados en el suelo y las manos sobre sus muslos. Un pie estará ligeramente adelantado respecto al otro y el tronco inclinado ligeramente hacia delante.</li> <li>2. A la señal de “ya” el participante se levantará y caminará lo más rápido que le sea posible hasta rodear el cono y volver a sentarse.</li> <li>3. El tiempo comenzará a contar desde el momento que decimos “ya” aunque el participante no haya comenzado a moverse.</li> <li>4. El tiempo parará cuando el participante se siente en la silla.</li> </ol> <p><i>Puntuación:</i></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Cronómetro, silla, cono, ficha de observación | <p>60-69 años:(-0.5)-(+4.5) Pulgadas</p> <p>70-74 años:(-1.0)- 4.0) Pulgadas</p> |

| Variable       | Nombre del test        | Objetivo                             | Protocolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Instrumentos                              | Valor de referencia                                    |
|----------------|------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Fuerza prensil | Test de fuerza prensil | Evaluar la fuerza del tren superior. | <p>El examinador realizará una demostración de la prueba al participante y el participante lo realizará una vez a modo de prueba. El test se realizará dos veces y el examinador lo registrará marcando con un círculo la mejor puntuación.</p> <p><i>Normas de seguridad:</i><br/>El examinador se colocará entre el cono y la silla para ayudar al participante en el caso en el que el participante pierda el equilibrio. En las personas más débiles debemos valorar si se levantan y se sientan de forma segura. (Podsiadlo, Richardson, 1991)</p> <p><i>Procedimiento:</i><br/>1. El participante comienza sentado en la silla con la espalda recta, los pies apoyados en el suelo y la parte dominante del cuerpo pegado al borde de la silla.<br/>2. Cogemos el peso con el lado dominante y lo colocamos en posición perpendicular al suelo, con la palma de la mano orientada hacia el cuerpo y el brazo extendido.<br/>3. Desde esta posición levantaremos el peso rotando gradualmente la muñeca (supinación) hasta completar el movimiento de flexión del brazo y quedándose la palma de la mano hacia arriba, el brazo volverá a la posición inicial realizando un movimiento de extensión completa del brazo rotando ahora la muñeca hacia el cuerpo.<br/>4. A la señal de “ya” el participante realizará este movimiento de forma completa el mayor número de veces posible durante 30”.<br/>5. Primero lo realizaremos lentamente para que el participante vea la correcta ejecución del ejercicio y después más rápido para mostrar al participante el ritmo de ejecución.<br/>6. Para una correcta ejecución debemos mover únicamente el antebrazo y mantener fijo el brazo (pegar el codo al cuerpo nos puede ayudar a mantener esta posición)</p> <p><i>Puntuación:</i><br/>Número total de veces que “se flexiona y se extiende” el brazo durante 30”. Si al finalizar el ejercicio el participante ha completado la mitad o más, del movimiento (flexión y extensión del brazo), se contará como completa.<br/>Se realiza una sola vez.</p> <p><i>Normas de seguridad:</i> Parar el test si el participante siente dolor. Gomes de Souza Vale, R., Soares Pernambuco, C., &amp; Marcos Pardo, P. J. (2018).</p> | Dinamómetro<br>Takei... ficha de registro | 60-69 años:<br>12-18 rep.<br>70-74 años:<br>12-17 rep. |

*Nota:* Esta tabla presenta las variables, los nombres de los test utilizados, el protocolo de aplicación, los instrumentos y los valores de referencia de medida.

En suma, la rigurosidad y sistematicidad con que se ejecutaron los protocolos de evaluación diseñados para la población objeto de estudio no solo garantizan la obtención de datos válidos y consistentes, sino que también protegen la integridad física de las participantes. Al seguir paso a paso las pautas de familiarización, consentimiento, selección de participantes y monitoreo de riesgos, se minimizan las posibilidades de fatiga excesiva, caídas o cualquier complicación durante la aplicación de las pruebas. El estricto cumplimiento del orden de las sesiones, las condiciones ambientales óptimas y los periodos de descanso adecuados permite adaptar cada prueba a las capacidades individuales de las adultas mayores. De este modo, cada instrumento se aplicó de manera segura y respetuosa, demostrando que la validez y la confiabilidad de los resultados van de la mano con el cuidado de la salud de las personas. Así, el enfoque metódico garantizó que el estudio no comprometa el bienestar físico de quienes participan.

### ***Plan de análisis estadístico***

El análisis de la información se desarrolló mediante un enfoque cuantitativo, acorde con el diseño cuasiexperimental del estudio y con el propósito de determinar los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular en personas adultas mayores. De acuerdo con Hernández Sampieri y Mendoza (2018), el análisis de datos en estudios cuantitativos busca organizar, resumir e interpretar la información recolectada para responder a las preguntas de investigación y contrastar las hipótesis planteadas mediante procedimientos estadísticos objetivos.

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de las características sociodemográficas y de las variables de estudio. Para las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, utilizando la media y la desviación estándar cuando los datos presentaron distribución normal, o la mediana y el rango intercuartílico cuando no se cumplió este supuesto. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, permitiendo caracterizar la población participante y establecer la línea base del estudio (Pimienta, 2018).

Posteriormente, se verificaron los supuestos estadísticos necesarios para la aplicación de las pruebas inferenciales. La normalidad de las variables se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk, recomendada para muestras menores de 50 participantes por su mayor potencia estadística (Shapiro & Wilk, 1965). La homogeneidad de las varianzas entre los grupos se

comprobó mediante la prueba de Levene, procedimiento ampliamente utilizado para verificar la igualdad de varianzas antes de realizar comparaciones entre grupos (Levene, 1960).

Una vez verificados estos supuestos, el análisis principal se realizó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas con diseño mixto ( $2 \times 2$ ), considerando como factor intra-sujetos el tiempo (pretest y posttest) y como factor inter-sujetos el grupo (experimental y control). Según Field (2018), este modelo estadístico permite determinar no solo los cambios ocurridos a lo largo del tiempo, sino también establecer si dichos cambios difieren significativamente entre los grupos evaluados, constituyéndose en uno de los procedimientos más apropiados para investigaciones con mediciones repetidas e intervenciones experimentales.

Cuando el análisis evidenció interacciones o efectos principales significativos, se realizaron comparaciones post hoc mediante estimación de medias marginales, con el propósito de identificar específicamente en qué momento y entre qué grupos se presentaban las diferencias estadísticamente significativas. Paralelamente, se calculó el tamaño del efecto utilizando el estadístico eta cuadrado parcial ( $\eta^2p$ ), siguiendo los criterios propuestos por Cohen (1988) para interpretar la magnitud de los efectos observados como pequeños, medianos o grandes, complementando así la significancia estadística con la relevancia práctica de los resultados.

Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software Jamovi, versión 2.3.28 (The Jamovi Project, 2024), estableciendo un nivel de significancia estadística de  $p < 0,05$ . Este procedimiento permitió determinar de manera objetiva el efecto del programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre los diferentes componentes de la función muscular,

aportando evidencia científica acerca de su utilidad para favorecer la capacidad funcional y promover un envejecimiento activo y saludable.

### ***Consideraciones éticas***

La investigación titulada “efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor”, se desarrolló estrictamente dentro de los principios éticos internacionales, nacionales e institucionales, los cuales garantizan el respeto y la protección de los derechos y el bienestar de los participantes.

En primer lugar, de acuerdo con la Declaración de Helsinki de la asociación médica mundial esta investigación se desarrollará dentro de la base ética de estudios realizados en seres humanos. Se destaca de esta manera la obligación de la protección de la salud, la seguridad y la dignidad de los participantes. Así como la necesidad de contar con el consentimiento informado en el que se explique de forma clara los riesgos y beneficios del presente estudio (De Helsinki, D. 2013).

En segundo lugar, la investigación busca adoptar los lineamientos de la declaración universal sobre bioética y derechos humanos de la UNESCO, en donde se garantizó una investigación desarrollada en un ambiente de dialogo, transparencia y respeto por los participantes, protegiendo sus intereses y promoviendo la cultura en la búsqueda de conocimiento (Espíll, H. G. 2007).

En concordancia con la normatividad nacional colombiana, la investigación se ajustará a la resolución 8430 de 1993 del ministerio de salud. Dentro de esta normativa se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas que deben seguirse para realizar investigaciones en humanos en Colombia. Teniendo en cuenta que se pretende que este estudio se desarrolle dentro de la tipología de riesgo mínimo, la cual incluye los estudios prospectivos que emplean el

registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios y durante todo el estudio identifica, minimizar y controlar los riesgos cumpliendo con lo exigido por la resolución de Salud Pública, (1993).

Finalmente, y en estricto cumplimiento con la normatividad interna este estudio se sometió a la supervisión y evaluación del comité de ética en investigación de la Universidad Pedagógica Nacional conforme a lo estipulado en la resolución de 1642. Se espera asegurar el cumplimiento de los estándares más altos en el ámbito académico garantizando transparencia y rigor en la construcción del estudio Universidad pedagógica nacional de Colombia (2019).

Por lo cual, el cumplimiento articulado de los mencionados componentes éticos asegura el desarrollo del estudio dentro del marco del respeto absoluto a los principios éticos de beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia.

Este proyecto cuenta con el aval del comité de ética de la Universidad Pedagógica Nacional y fue aprobado bajo el código 340ETIC-085-2025.

## Resultados

En el presente capítulo se desarrolla el apartado de los resultados obtenidos una vez finalizada la intervención y realizado el proceso de análisis estadístico que se organizará a través de la presentación de las tablas que lo representan. En la primera tabla se presentan las características de composición corporal, luego el análisis descriptivo y la prueba de normalidad. La siguiente tabla da cuenta de los resultados del ANOVA y las gráficas por variable que representan los resultados obtenidos y dan paso a la discusión de estos con lo que se llegará a las conclusiones propuestas.

La Tabla 6 presenta las características de composición corporal de ambos grupos en la evaluación inicial (línea base), con el fin de verificar la equivalencia entre el grupo experimental (GE, n = 20) y el grupo control (GC, n = 20) antes de iniciar la intervención.

**Tabla 6**

*Características de composición corporal*

| Variable de<br>Línea Base | Grupo Control<br>(n=20) $\bar{x} \pm DE$ | Grupo Experimental<br>(n=20) $\bar{x} \pm DE$ | Estadístico<br>t | gl | Valor<br>p |
|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------|----|------------|
| Edad (Años)               | 69.60 $\pm$ 7.01                         | 66.00 $\pm$ 5.99                              | 1.720            | 37 | 0.094      |
| Peso (kg)                 | 63.92 $\pm$ 7.20                         | 63.79 $\pm$ 12.60                             | 0.042            | 37 | 0.966      |
| Talla (cm)                | 156.60 $\pm$ 6.49                        | 156.26 $\pm$ 5.73                             | 0.171            | 37 | 0.865      |
| IMC (kg/m <sup>2</sup> )  | 26.51 $\pm$ 3.20                         | 28.21 $\pm$ 10.60                             | -0.684           | 37 | 0.498      |

| <b>Variable de<br/>Línea Base</b> | <b>Grupo Control<br/>(n=20) <math>\bar{x} \pm DE</math></b> | <b>Grupo Experimental<br/>(n=20) <math>\bar{x} \pm DE</math></b> | <b>Estadístico<br/>t</b> | <b>gl</b> | <b>Valor<br/>p</b> |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------|
| % Masa grasa                      | 38.68 $\pm$ 6.69                                            | 38.69 $\pm$ 6.91                                                 | -0.001                   | 37        | 0.999              |
| Grasa visceral                    | 9.80 $\pm$ 2.42                                             | 8.47 $\pm$ 2.63                                                  | 1.639                    | 37        | 0.110              |
| % Masa muscular                   | 25.62 $\pm$ 3.30                                            | 24.92 $\pm$ 2.54                                                 | 0.733                    | 37        | 0.468              |
| Kcal MET                          | 1240.20 $\pm$ 66.07                                         | 1255.11 $\pm$ 137.04                                             | -0.436                   | 37        | 0.665              |
| Edad metabólica (años)            | 77.35 $\pm$ 11.34                                           | 71.79 $\pm$ 23.17                                                | 0.960                    | 37        | 0.344              |

*Nota.*  $\bar{x}$ : Media; DE: Desviación Estándar; gl: Grados de libertad. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ . La prueba de Levene arrojó  $p > 0.05$  en todos los casos, confirmando la homogeneidad de varianzas entre grupos. GE = Grupo Experimental (n = 20); GC = Grupo Control (n = 20).

Los hallazgos de la Tabla 5 indican que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control y el grupo experimental en la línea base ( $p > 0.05$ ). Ambos grupos presentan promedios de edad comparables en el rango de los 66 a 69 años ( $p = 0.094$ ). En relación a los parámetros de composición corporal, tanto el peso ( $p = 0.966$ ) como el índice de masa corporal ( $p = 0.498$ ) muestran valores sin diferencias significativas entre grupos. Por lo tanto, se establece que los grupos iniciaron la investigación en condiciones comparables, lo cual fortalece la validez interna del diseño cuasiexperimental.

La Tabla 7 presenta los estadísticos descriptivos (media y desviación típica) y los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables de función física en la medición preintervención (PRE), en ambos grupos.

**Tabla 7**

*Análisis descriptivo y prueba de normalidad de las variables de función física.*

| <b>Variable</b>                           | <b>Grupo</b> | <b>Media</b> | <b>Desviación<br/>típica</b> | <b>Valor p</b> |
|-------------------------------------------|--------------|--------------|------------------------------|----------------|
| Levantarse y sentarse (repeticiones)      | Control      | 14.900       | 2.174                        | 0.069          |
|                                           | Experimental | 15.053       | 2.147                        | 0.076          |
| Flexión de codo (repeticiones)            | Control      | 24.650       | 4.356                        | 0.094          |
|                                           | Experimental | 21.842       | 2.754                        | 0.504          |
| Flexión de tronco (centímetros)           | Control      | 0.925        | 3.365                        | 0.065          |
|                                           | Experimental | -0.568       | 4.059                        | 0.100          |
| Juntar manos detrás de la espalda<br>(cm) | Control      | -12.800      | 12.618                       | 0.572          |
|                                           | Experimental | -7.542       | 14.527                       | 0.968          |
| Marcha estacionaria (pasos)               | Control      | 118.350      | 25.274                       | < .001         |
|                                           | Experimental | 120.158      | 26.366                       | 0.003          |
| TUG - Timed Up and Go (seg)               | Control      | 11.860       | 2.478                        | 0.553          |
|                                           | Experimental | 11.536       | 1.937                        | 0.031          |
| TUG Doble tarea - DUAL (seg)              | Control      | 14.085       | 2.479                        | 0.324          |
|                                           | Experimental | 13.964       | 1.804                        | 0.698          |
| TUG Cognitivo (seg)                       | Control      | 14.300       | 2.088                        | 0.404          |
|                                           | Experimental | 14.433       | 2.951                        | 0.005          |
| TUG Manual (seg)                          | Control      | 13.066       | 2.647                        | 0.967          |
|                                           | Experimental | 12.208       | 2.213                        | 0.058          |
| Fuerza prensil (kg)                       | Control      | 18.335       | 2.895                        | 0.399          |
|                                           | Experimental | 19.112       | 4.844                        | 0.331          |
| Test de la silla (seg)                    | Control      | 11.860       | 2.478                        | 0.553          |
|                                           | Experimental | 12.494       | 3.421                        | < .001         |
| Prueba de equilibrio (puntos)             | Control      | 3.350        | 0.671                        | < .001         |
|                                           | Experimental | 3.263        | 0.933                        | < .001         |
| Velocidad de la marcha (seg/4m)           | Control      | 3.550        | 0.899                        | 0.157          |
|                                           | Experimental | 4.501        | 2.408                        | < .001         |

Nota. Media: promedio del grupo en la medición PRE. Desviación típica: dispersión de los datos. Mediana: valor central de la distribución.

RIC: Rango Intercuartil ( $Q3-Q1$ ). Valor  $p$  (Shapiro-Wilk): prueba de normalidad — valores  $p > 0.05$  indican distribución normal. GE = Grupo Experimental ( $n = 20$ ); GC = Grupo Control ( $n = 20$ ). TUG = Timed Up and Go

El análisis de la Tabla 6 revela que algunas variables presentaron distribución normal en la línea base ( $p > 0.05$ ), mientras que otras mostraron desviaciones de la normalidad. Entre estas últimas se encuentran la marcha estacionaria en ambos grupos (GC:  $p < .001$ ; GE:  $p = .003$ ), el TUG en el grupo experimental ( $p = .031$ ), el TUG cognitivo en el grupo experimental ( $p = .005$ ), el 5XSTS en el grupo experimental ( $p < .001$ ), la prueba de equilibrio en ambos grupos ( $p < .001$ ) y la velocidad de la marcha en el grupo experimental ( $p < .001$ ). Dado que el ANOVA de medidas repetidas puede ser robusto ante desviaciones moderadas de la normalidad cuando los tamaños de grupo son similares (Field, 2018), se procedió con el análisis paramétrico. En cuanto a las medias de línea base, los grupos presentaron valores comparables en la mayoría de las variables, lo cual respalda la comparación posterior de los cambios pre y post intervención.

La Tabla 8 resume los resultados del ANOVA de medidas repetidas de dos factores (tiempo  $\times$  grupo) para cada variable de función física. Se reportan el estadístico  $F$ , el valor  $p$  y el eta cuadrado parcial ( $\eta^2p$ ) como medida del tamaño del efecto, con el fin de identificar en cuáles variables el cambio fue diferencialmente mayor en el grupo experimental respecto al grupo control.

**Tabla 8***ANOVA de medidas repetidas para las variables de función física.*

| <b>Variable</b>                                  | <b>Casos</b>                       | <b>F</b> | <b>p</b> | <b><math>\eta^2p</math></b> |
|--------------------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|-----------------------------|
| Levantarse y sentarse de la silla (Repeticiones) | Efecto dentro de los grupos tiempo | 131.817  | < .001   | 0.781                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 40.302   | < .001   | 0.521                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 4.550    | 0.040    | 0.110                       |
| Flexión de codo (Repeticiones)                   | Efecto dentro de los grupos tiempo | 171.547  | < .001   | 0.823                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 83.677   | < .001   | 0.693                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 0.154    | 0.697    | 0.004                       |
| Flexión de tronco en silla (cm)                  | Efecto dentro de los grupos tiempo | 0.328    | 0.570    | 0.009                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 0.642    | 0.428    | 0.017                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 1.630    | 0.210    | 0.042                       |
| Juntar manos detrás de la espalda (Centímetros)  | Efecto dentro de los grupos tiempo | 33.682   | < .001   | 0.477                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 5.661    | 0.023    | 0.133                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 1.225    | 0.276    | 0.032                       |
| Marcha estacionaria (Número de pasos)            | Efecto dentro de los grupos tiempo | 61.030   | < .001   | 0.623                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 34.241   | < .001   | 0.481                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 0.538    | 0.468    | 0.014                       |
| TUG – Timed up and go (Segundos)                 | Efecto dentro de los grupos tiempo | 18.693   | < .001   | 0.336                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 24.744   | < .001   | 0.401                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 3.326    | 0.076    | 0.082                       |
| Fuerza prensil (Kilogramos)                      | Efecto dentro de los grupos tiempo | 30.350   | < .001   | 0.451                       |
|                                                  | Tiempo * Grupo                     | 22.786   | < .001   | 0.381                       |
|                                                  | Efecto entre grupos                | 1.582    | 0.216    | 0.041                       |

| Variable                                        | Casos                                 | F          | p      | $\eta^2p$  |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------|------------|--------|------------|
| Test de la silla<br>(Segundos)                  | Efecto dentro de los<br>grupos tiempo | 0.124      | 0.727  | 0.003      |
|                                                 | Tiempo * Grupo                        | 18.730     | < .001 | 0.336      |
| Prueba equilibrio<br>(Puntos)                   | Efecto entre grupos                   | 1.605      | 0.213  | 0.042      |
|                                                 | Efecto dentro de los<br>grupos tiempo | 4.006      | 0.053  | 0.098      |
|                                                 | Tiempo * Grupo                        | 1.521      | 0.225  | 0.039      |
|                                                 | Efecto entre grupos                   | 7.665×10-4 | 0.978  | 2.071×10-5 |
| Velocidad de la marcha<br>(segundos / 4 metros) | Efecto dentro de los<br>grupos tiempo | 36.549     | < .001 | 0.497      |
|                                                 | Tiempo * Grupo                        | 49.412     | < .001 | 0.572      |
|                                                 | Efecto entre grupos                   | 1.476      | 0.232  | 0.038      |

*Nota.* F: estadístico de Fisher. p: nivel de significancia ( $\alpha = 0.05$ ).  $\eta^2p$ : eta cuadrado parcial (irrelevante < 0.01; pequeño  $\geq 0.01$ ; medio  $\geq 0.06$ ; grande  $\geq 0.14$ ; Cohen, 1988). Efecto dentro de los sujetos (Tiempo): cambio PRE-POST independiente del grupo. Grupo: interacción — efecto diferencial del programa sobre cada grupo. Efecto entre sujetos: diferencias generales entre GE y GC. GE = Grupo Experimental (n = 20); GC = Grupo Control (n = 20).

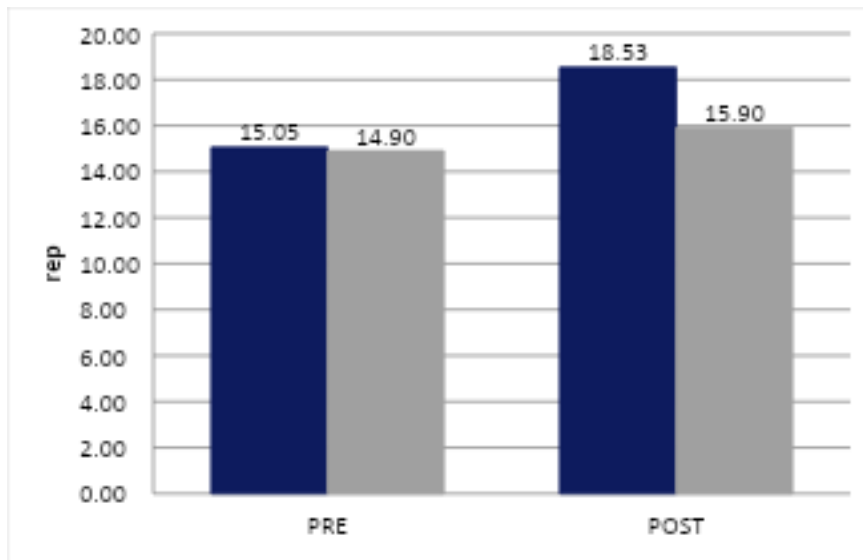
A continuación, se presenta el análisis detallado por cada variable. Para cada una se reporta el efecto dentro de los sujetos (tiempo), el efecto entre sujetos y la interacción Tiempo \* Grupo, con sus comparaciones post hoc con corrección de Bonferroni.

### ***Levantarse y sentarse (30-Second Chair Stand Test)***

El ANOVA mixto de medidas repetidas mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 131.817$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .781$  (efecto grande), indicando cambios importantes entre las mediciones pre y post intervención para el conjunto de participantes. Se encontró también un efecto entre sujetos significativo,  $F(1,37) = 4.550$ ;  $p = .040$ ;  $\eta^2p = .110$  (efecto medio). Más relevante aún, la interacción Tiempo \* Grupo fue significativa,  $F(1,37) = 40.302$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .521$  (efecto grande), evidenciando que la evolución fue diferente entre los grupos. Los análisis post hoc con corrección de Bonferroni confirmaron que el grupo experimental mejoró significativamente (Pre:  $M = 15.05$ ;  $DE = 2.15$ ; Post:  $M = 18.53$ ;  $DE = 2.44$ ;  $p < .001$ ), mientras que el grupo control presentó una ganancia de menor magnitud (Pre:  $M = 14.90$ ;  $DE = 2.17$ ; Post:  $M = 15.90$ ;  $DE = 1.68$ ;  $p < .001$ ). La intervención acuática produjo un incremento del 23.1% en el grupo experimental, con tamaño del efecto grande ( $\eta^2p = .521$ ).

### **Figura 13**

*Gráfica resultados test levantarse y sentarse de la silla (30 Second Chair Stand Test)*



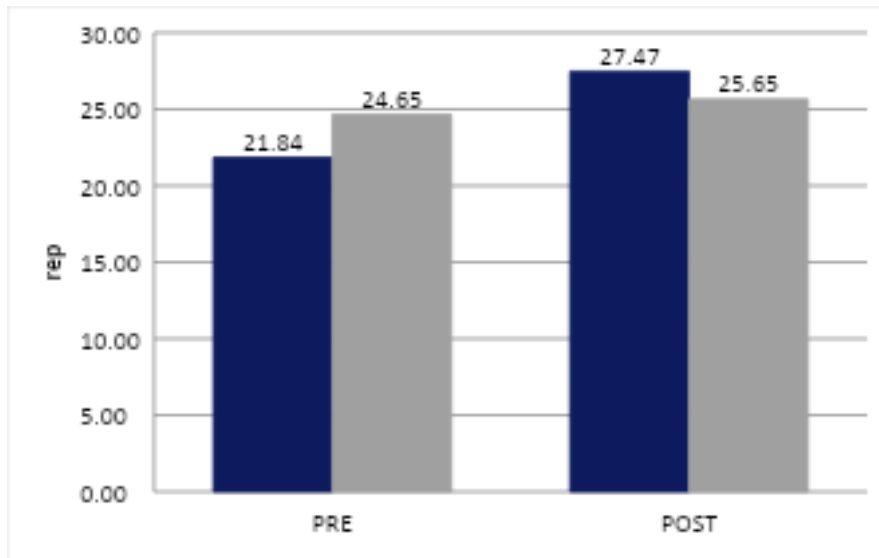
**Nota:** En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

### ***Flexión de codo (Arm Curl Test — Senior Fitness Test)***

El ANOVA mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 171.547$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .823$  (efecto grande). No se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 0.154$ ;  $p = .697$ ;  $\eta^2p = .004$  (irrelevante). La interacción Tiempo \* Grupo fue significativa,  $F(1,37) = 83.677$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .693$  (efecto grande). Los análisis post hoc mostraron que el grupo experimental mejoró significativamente (Pre:  $M = 21.84$ ;  $DE = 2.75$ ; Post:  $M = 27.47$ ;  $DE = 4.19$ ;  $p < .001$ ), con una ganancia de +5.63 repeticiones (+25.8%), mientras que el grupo control presentó un incremento menor (Pre:  $M = 24.65$ ;  $DE = 4.36$ ; Post:  $M = 25.65$ ;  $DE = 4.39$ ;  $p < .001$ ). La intervención produjo la mayor mejora en resistencia muscular del tren superior del estudio.

**Figura 14**

*Gráfica resultados test Flexión de codo (Arm Curl Test — Senior Fitness Test)*



*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

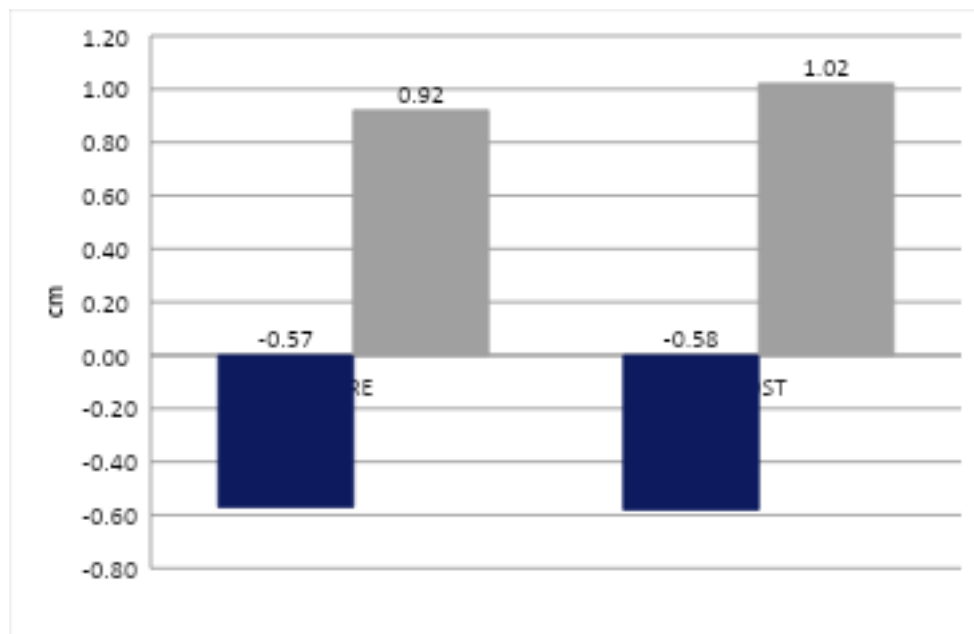
***Flexión de tronco en silla (Chair Sit and Reach Test)***

No se encontró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 0.328$ ;  $p = .570$ ;  $\eta^2p = .009$  (irrelevante), ni diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 1.630$ ;  $p = .210$ ;  $\eta^2p = .042$  (pequeño). La interacción Tiempo \* Grupo tampoco fue significativa,  $F(1,37) = 0.642$ ;  $p = .428$ ;  $\eta^2p = .017$  (pequeño). Los análisis post hoc confirmaron que ni el grupo experimental (Pre:  $M = -0.57$ ;  $DE = 4.06$ ; Post:  $M = -0.58$ ;  $DE = 4.41$ ;  $p = .899$ ) ni el grupo control (Pre:  $M = 0.92$ ;  $DE = 3.36$ ; Post:  $M = 1.02$ ;  $DE = 3.27$ ;  $p = .182$ ) presentaron cambios

significativos. La ausencia de cambios es coherente con un protocolo acuático que no incluyó estímulos específicos de flexibilidad de tronco.

Figura 15

Grafica resultados Flexión de tronco en silla (Chair sit and reach Test)



Nota: En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

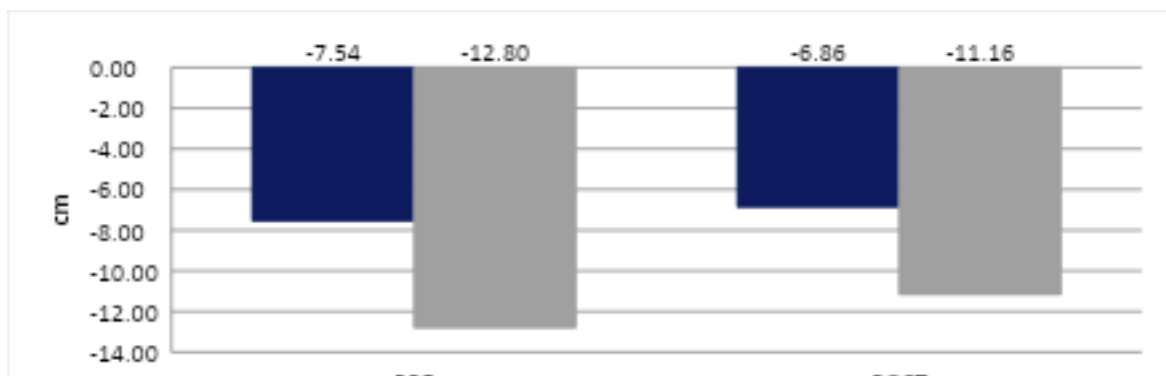
Juntar manos detrás de la espalda (Back Scratch Test — Senior Fitness Test)

El ANOVA mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 33.682$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .477$  (efecto grande). No se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 1.225$ ;  $p = .276$ ;  $\eta^2p = .032$  (pequeño). La interacción Tiempo \* Grupo fue

significativa,  $F(1,37) = 5.661$ ;  $p = .023$ ;  $\eta^2p = .133$  (efecto medio). Los análisis post hoc mostraron que el grupo experimental mejoró su flexibilidad de hombros (Pre:  $M = -7.54$ ;  $DE = 14.53$ ; Post:  $M = -6.86$ ;  $DE = 14.56$ ;  $p = .002$ ), al igual que el grupo control (Pre:  $M = -12.80$ ;  $DE = 12.62$ ; Post:  $M = -11.16$ ;  $DE = 12.26$ ;  $p < .001$ ). La interacción significativa indica que el patrón de cambio fue diferente entre grupos, con  $\eta^2p = .133$ .

Figura 16

Gráfica de resultados test Juntar manos detrás de la espalda (Back Scratch Test — Senior Fitness Test)



Nota: En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

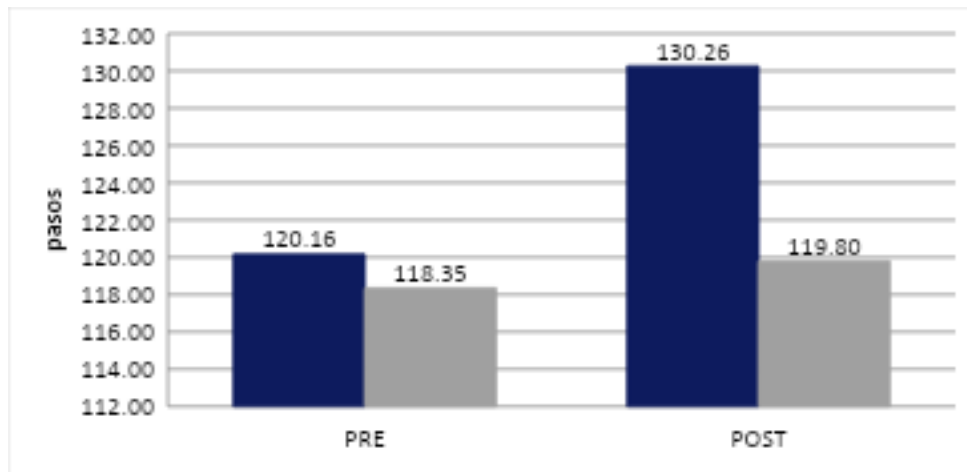
Marcha estacionaria (Minute Step Test — Senior Fitness Test)

El ANOVA mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 61.030$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .623$  (efecto grande). No se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 0.538$ ;  $p = .468$ ;  $\eta^2p = .014$  (pequeño). La interacción Tiempo \* Grupo fue

significativa,  $F(1,37) = 34.241$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .481$  (efecto grande). Los análisis post hoc mostraron que el grupo experimental incrementó significativamente su capacidad aeróbica (Pre:  $M = 120.16$ ;  $DE = 26.37$ ; Post:  $M = 130.26$ ;  $DE = 27.47$ ;  $p < .001$ ), con un aumento de +10.10 pasos (+8.4%), mientras que el grupo control presentó un cambio menor (Pre:  $M = 118.35$ ;  $DE = 25.27$ ; Post:  $M = 119.80$ ;  $DE = 25.75$ ;  $p = .001$ , +1.45 pasos).

### Figura 17

*Grafica resultados Marcha estacionaria (minute step test )*



*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

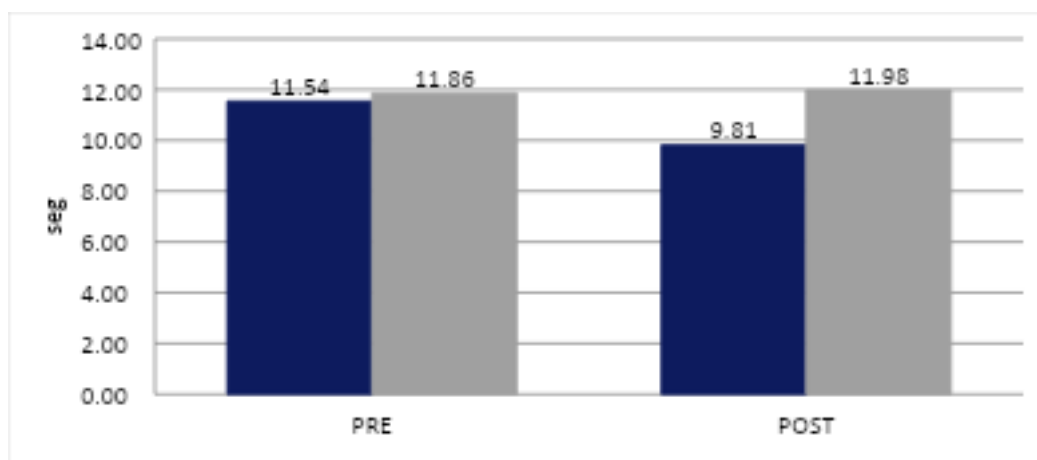
### ***TUG - Timed Up and Go (seg)***

El ANOVA mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 18.693$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .336$  (efecto grande). No se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 3.326$ ;  $p = .076$ ;  $\eta^2p = .082$  (efecto medio). La interacción Tiempo  $\times$  Grupo fue significativa,  $F(1,37) = 24.744$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .401$  (efecto grande). Los análisis post hoc

mostraron que el grupo experimental redujo significativamente su tiempo (Pre:  $M = 11.54$ ;  $DE = 1.94$ ; Post:  $M = 9.81$ ;  $DE = 1.84$ ;  $p < .001$ ), ubicándose por debajo del umbral de riesgo de caídas de 12 segundos (Shumway-Cook et al., 2000). El grupo control presentó un cambio mínimo, aunque estadísticamente significativo (Pre:  $M = 11.86$ ;  $DE = 2.48$ ; Post:  $M = 11.98$ ;  $DE = 2.47$ ;  $p = .007$ ). La reducción del 15.0% en el TUG del grupo experimental sugiere una mejora funcional relevante en la agilidad dinámica y el equilibrio funcional.

### Figura 18

*Gráfica resultados TUG Timed up and Go test*



*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

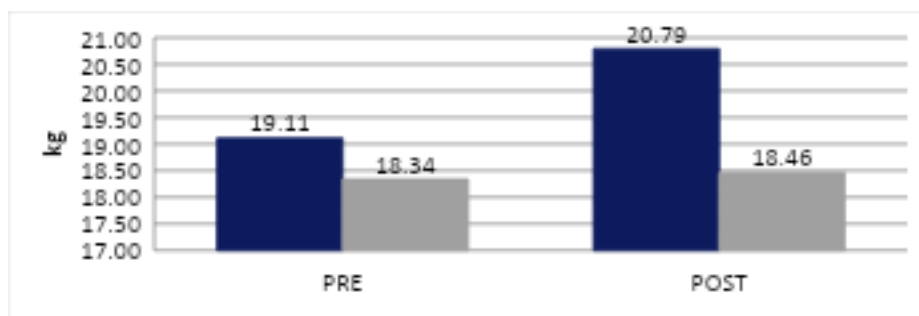
### ***Fuerza prensil (kg)***

El ANOVA mostró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 30.350$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .451$  (efecto grande). No se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 1.582$ ;  $p = .216$ ;  $\eta^2p = .041$  (pequeño). La interacción Tiempo \* Grupo fue

significativa,  $F(1,37) = 22.786$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .381$  (efecto grande). Los análisis post hoc mostraron que el grupo experimental incrementó significativamente la fuerza prensil (Pre:  $M = 19.11$ ;  $DE = 4.84$ ; Post:  $M = 20.79$ ;  $DE = 4.56$ ;  $p < .001$ ), mientras que el grupo control no presentó cambios significativos (Pre:  $M = 18.34$ ;  $DE = 2.90$ ; Post:  $M = 18.46$ ;  $DE = 2.97$ ;  $p = 1.000$ ). No se encontraron diferencias significativas entre grupos ni en la evaluación inicial ( $p = 1.000$ ) ni en la evaluación final ( $p = .387$ ). La intervención produjo un incremento del 8.8% en fuerza prensil, manteniéndose por encima del umbral de sarcopenia probable de 16 kg (Cruz-Jentoft et al., 2019).

### Figura 19

*Gráfica resultados Fuerza Prensil*



*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

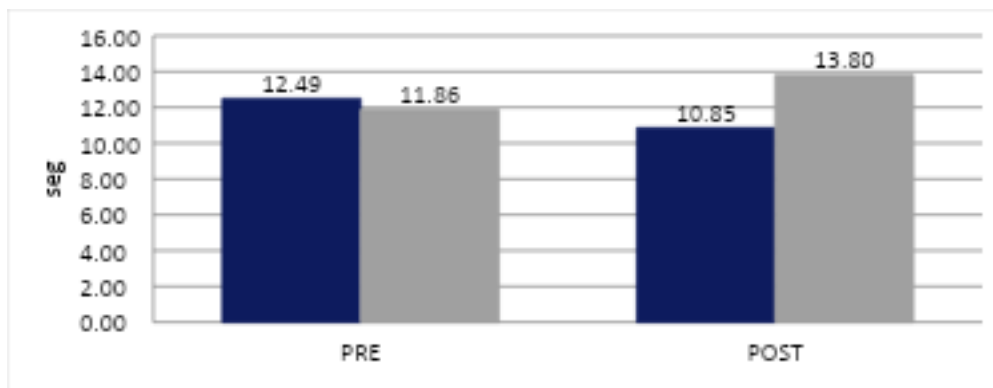
### *Cinco veces levantarse y sentarse de la silla ( Five Times Sit to Stand Test (seg))*

No se encontró un efecto principal significativo del tiempo,  $F(1,37) = 0.124$ ;  $p = .727$ ;  $\eta^2p = .003$  (irrelevante). Tampoco se observaron diferencias significativas entre grupos,  $F(1,37) = 1.605$ ;  $p = .213$ ;  $\eta^2p = .042$  (pequeño). Sin embargo, la interacción Tiempo  $\times$

Grupo fue significativa,  $F(1,37) = 18.730$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .336$  (efecto grande), lo que evidencia una evolución diferenciada entre los grupos. Los análisis post hoc mostraron que el grupo experimental redujo significativamente su tiempo de ejecución (Pre:  $M = 12.49$ ;  $DE = 3.42$ ; Post:  $M = 10.85$ ;  $DE = 3.09$ ;  $p < .001$ ), acercándose al rango normativo de  $\leq 11.4$  segundos para adultos de 60–69 años (Bohannon, 2006), mientras que el grupo control presentó un incremento del tiempo (Pre:  $M = 11.86$ ;  $DE = 2.48$ ; Post:  $M = 13.80$ ;  $DE = 3.46$ ;  $p = .023$ ). Este patrón sugiere que el programa acuático pudo contribuir a preservar o mejorar la funcionalidad del tren inferior frente al deterioro observado en el grupo control.

#### Figura 20

*Grafica resultados cinco veces levantarse y sentarse de la silla (five times Sit to Stand test)*



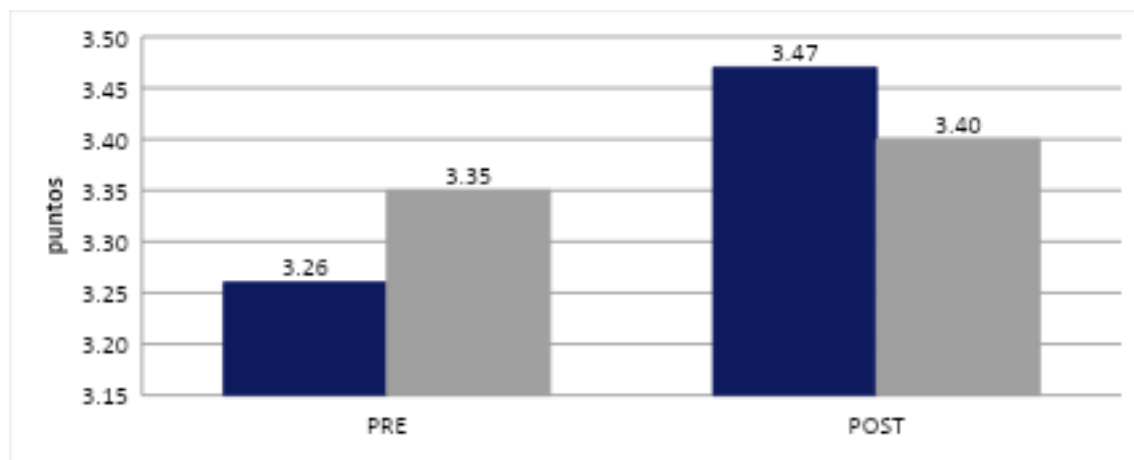
*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

### ***Prueba de equilibrio (puntos)***

El ANOVA mostró una tendencia no significativa del efecto tiempo,  $F(1,37) = 4.006$ ;  $p = .053$ ;  $\eta^2p = .098$  (efecto medio), próxima al umbral de significancia. No se observaron diferencias entre grupos,  $F(1,37) < 0.001$ ;  $p = .978$ ;  $\eta^2p < .001$  (irrelevante). La interacción Tiempo \* Grupo no fue significativa,  $F(1,37) = 1.521$ ;  $p = .225$ ;  $\eta^2p = .039$  (pequeño). Los análisis post hoc mostraron una tendencia a la mejoría en el grupo experimental (Pre:  $M = 3.26$ ;  $DE = 0.93$ ; Post:  $M = 3.47$ ;  $DE = 0.70$ ;  $p = .042$ ), mientras que el grupo control no presentó cambios (Pre:  $M = 3.35$ ;  $DE = 0.67$ ; Post:  $M = 3.40$ ;  $DE = 0.75$ ;  $p = .577$ ). La tendencia positiva del GE sugiere beneficios del ejercicio acuático sobre el equilibrio que podrían consolidarse con mayor duración de intervención.

### **Figura 21**

*Grafica resultados Prueba de equilibrio (puntos)*



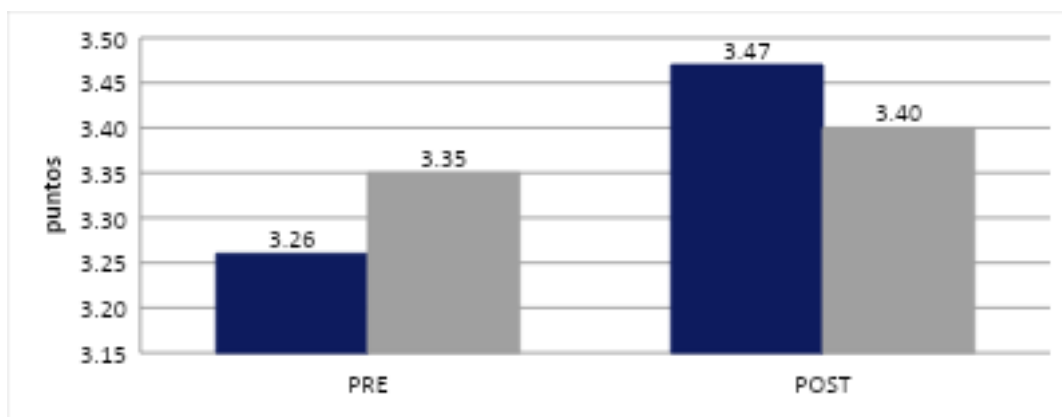
*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

### ***Velocidad de la marcha (seg/4m)***

La velocidad de la marcha mostró una reducción significativa del tiempo de ejecución en el grupo experimental, lo que representa una mejora funcional relevante. Este resultado es coherente con la interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa y con la importancia de la marcha como indicador de independencia, movilidad comunitaria y capacidad funcional en adultos mayores. Dado que el programa acuático combinó ejercicios de fuerza, desplazamientos, control postural y estímulos aeróbicos, es posible que estas demandas hayan favorecido una marcha más eficiente. No obstante, esta interpretación debe mantenerse dentro de los límites del diseño cuasiexperimental.

**Figura 22**

*Grafica resultados Velocidad de la marcha*



*Nota:* En la gráfica se presentan los resultados pre y post del Grupo experimental GE y el Grupo control GC

La Tabla 9 presenta el delta de cambio del grupo experimental (GE,  $n = 20$ ) para las variables de función física que mostraron una interacción Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente

significativa ( $p < .05$ ) en el ANOVA de medidas repetidas. Se reporta la media pre y post intervención, el cambio absoluto ( $\Delta$ ) y el cambio porcentual ( $\Delta\%$ ), de manera que el lector pueda valorar la magnitud práctica de los efectos del programa acuático sobre cada capacidad funcional evaluada.

**Tabla 9**

*Delta de cambio para las variables de función física del grupo experimental*

| <b>Variable</b>                         | <b>Media Pre</b> | <b>Media Post</b> | <b>Delta Porcentual (<math>\Delta\%</math>)</b> | <b>Significado del Cambio</b>       |
|-----------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Levantarse y sentarse de la silla (rep) | 15,11            | 18,67             | 23,56%                                          | Incremento significativo            |
| Flexión de codo (rep)                   | 10,33            | 16,78             | 62,44%                                          | Gran incremento en flexibilidad     |
| Flexión de tronco en silla (cm)         | 11,22            | 16,44             | 46,52%                                          | Gran incremento en flexibilidad     |
| Marcha Estacionaria                     | 71               | 85,56             | 20,51%                                          | Mejora en resistencia aeróbica      |
| TUG (seg)*                              | 9,06             | 7,64              | -15,67%                                         | Reducción de tiempo (Más ágil)      |
| Fuerza Prensil (kg)                     | 20,31            | 21,67             | 6,70%                                           | Incremento en fuerza de agarre      |
| Test de la Silla (tiempo)               | 12,56            | 15,22             | 21,18%                                          | Mayor fuerza en tren inferior       |
| Prueba de Equilibrio (seg)              | 16,22            | 25,11             | 54,81%                                          | Notable mejora en estabilidad       |
| Velocidad de la marcha                  | 1,12             | 1,34              | 19,64%                                          | Marcha significativamente más veloz |

*Nota.* Delta porcentual ( $\Delta\%$ ): cambio porcentual entre la media post y la media pre del grupo experimental. Los valores positivos indican incremento del rendimiento cuando la variable se expresa en repeticiones, pasos, kilogramos o puntos. En las variables expresadas en tiempo, como TUG, 5XSTS y velocidad de la marcha en segundos, los valores negativos indican

reducción del tiempo de ejecución y, por tanto, mejora funcional. GE = Grupo Experimental (n = 20); TUG = Timed Up and Go.

A continuación, se presenta la discusión de los cambios observados en el grupo experimental para cada variable reportada en la Tabla 8, considerando su magnitud, relevancia funcional y coherencia con los resultados inferenciales. La interpretación se realiza con cautela debido al diseño cuasiexperimental del estudio y distingue entre las variables con interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa y aquellas que mostraron únicamente tendencias descriptivas.

#### ***Levantarse y sentarse (rep)***

El test de levantarse y sentarse registró un incremento en el grupo experimental, coherente con la interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa observada en el ANOVA. Este hallazgo sugiere una mejora en la fuerza funcional del tren inferior, componente directamente relacionado con la independencia para actividades cotidianas como levantarse de una silla, subir escaleras y desplazarse con seguridad. Aunque el grupo control también presentó cambios menores, la mayor magnitud del cambio en el grupo experimental respalda la pertinencia del ejercicio acuático como estrategia para favorecer la funcionalidad del tren inferior en mujeres adultas mayores.

#### ***Flexión de codo***

El grupo experimental registró una mejora en la prueba de flexión de codo, coherente con el incremento observado en el análisis ANOVA para la resistencia muscular del tren superior. Este resultado sugiere que el programa de ejercicio acuático favoreció la ejecución repetida de movimientos de miembros superiores, posiblemente debido a la resistencia hidrodinámica del

agua y a la progresión de la carga durante las sesiones. La mejora en esta variable tiene relevancia funcional, ya que la fuerza y resistencia de los miembros superiores se relacionan con actividades cotidianas como cargar objetos, realizar tareas domésticas y mantener la autonomía en acciones de autocuidado.

### ***Flexión de Tronco***

La flexión de tronco en silla no mostró cambios estadísticamente significativos en el ANOVA de medidas repetidas. Por esta razón, su interpretación debe realizarse con cautela. Aunque algunos valores descriptivos pueden sugerir variaciones, los resultados inferenciales indican que el programa acuático no produjo un efecto diferencial significativo sobre esta variable. Esta ausencia de cambios puede explicarse porque la intervención estuvo orientada principalmente al fortalecimiento funcional, la marcha, la agilidad y el equilibrio, y no incluyó un componente específico y sistemático de flexibilidad de tronco.

### ***Marcha Estacionaria (pasos)***

La marcha estacionaria presentó una mejora en el grupo experimental, consistente con la interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa reportada en el análisis inferencial. Este resultado sugiere una respuesta favorable de la capacidad aeróbica funcional ante el programa de ejercicio físico acuático. La progresión de la intensidad y la resistencia propia del medio acuático pudieron favorecer adaptaciones cardiovasculares y musculares relevantes para la movilidad cotidiana. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones previas que han descrito beneficios del entrenamiento en agua sobre la capacidad aeróbica y la condición física funcional en mujeres mayores.

### ***TUG — Timed Up and Go (seg)***

El TUG mostró una reducción del tiempo de ejecución en el grupo experimental, lo cual indica una mejora en la agilidad dinámica, la velocidad de movimiento y el equilibrio funcional. Este hallazgo es coherente con la interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa observada en el ANOVA y tiene relevancia práctica, dado que el TUG se utiliza ampliamente como indicador funcional asociado al riesgo de caídas. En este sentido, los resultados sugieren que el programa acuático pudo contribuir a mejorar la movilidad funcional de las participantes, sin asumir causalidad absoluta debido al carácter cuasiexperimental del diseño.

### ***Fuerza Prensil — dinamómetro (kg)***

La fuerza prensil registró un incremento en el grupo experimental, coherente con la interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa del análisis inferencial. Aunque la magnitud del cambio fue moderada, su relevancia funcional radica en que la fuerza de agarre se asocia con independencia, desempeño físico general y riesgo de fragilidad en personas mayores. En este estudio, los valores del grupo experimental se mantuvieron por encima del umbral de sarcopenia probable propuesto para mujeres, lo que sugiere una condición muscular preservada y una respuesta favorable al estímulo del programa acuático.

### ***Test de la Silla — tiempo (seg)***

En la prueba de cinco veces levantarse y sentarse de la silla, el análisis inferencial mostró una interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa, con reducción del tiempo de ejecución en el grupo experimental. Dado que en esta prueba un menor tiempo indica mejor desempeño funcional, los resultados sugieren una mejora en la potencia y eficiencia del tren inferior. Esta interpretación es

relevante porque la capacidad de levantarse de una silla de manera rápida y segura se relaciona con la movilidad cotidiana y la prevención de la dependencia funcional.

### ***Prueba de Equilibrio (seg)***

La prueba de equilibrio mostró una tendencia favorable en el grupo experimental; sin embargo, la interacción Tiempo  $\times$  Grupo no fue estadísticamente significativa. Por tanto, este resultado debe interpretarse con cautela. Aunque descriptivamente puede observarse una mejora, no es posible afirmar que el programa haya producido un efecto diferencial claro sobre el equilibrio frente al grupo control. La tendencia observada podría explorarse en investigaciones futuras con mayor duración, mayor tamaño muestral o pruebas de equilibrio más sensibles.

### ***Velocidad de la marcha (seg)***

En conjunto, la discusión de los resultados evidencia que el programa acuático se asoció principalmente con mejoras en variables vinculadas a fuerza funcional, resistencia muscular, capacidad aeróbica, agilidad dinámica, fuerza prensil y velocidad de la marcha. En contraste, la flexión de tronco y la prueba de equilibrio deben interpretarse con cautela, ya que no presentaron una interacción Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente significativa. Esta distinción es fundamental para mantener coherencia entre resultados, discusión y conclusiones, y permite reconocer tanto los aportes del programa como sus límites metodológicos.

El presente estudio tuvo como propósito establecer los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular en mujeres adultas mayores de la localidad de San Cristóbal, Bogotá. A partir de los resultados obtenidos en la evaluación pre y post intervención, con una muestra definitiva de 39 participantes distribuidas en

grupo experimental ( $n = 20$ ) y grupo control ( $n = 20$ ), se concluye que el programa acuático se asoció con mejoras relevantes en diferentes componentes de la función muscular y de la condición física funcional.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a determinar la función muscular basal, la evaluación inicial permitió caracterizar el perfil funcional de las participantes antes de la intervención. Los resultados de línea base mostraron que los grupos iniciaron en condiciones comparables en las variables antropométricas y funcionales evaluadas, sin diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control. Este comportamiento fortalece la validez interna del diseño cuasiexperimental y permite interpretar los cambios posteriores con mayor solidez metodológica.

Respecto al segundo objetivo específico, relacionado con el diseño e implementación del programa, la intervención acuática de 12 semanas, con dos sesiones semanales de 60 minutos y una intensidad progresiva entre el 35% y el 70% de la frecuencia cardíaca máxima, demostró ser una alternativa viable y segura para esta población. La estructura del programa respondió a los principios de progresión, especificidad y control de la carga, lo cual favoreció la adherencia de las participantes y permitió desarrollar un proceso de intervención organizado, gradual y pertinente para mujeres adultas mayores.

En cuanto al tercer objetivo específico, orientado a evaluar los efectos del programa, los resultados evidenciaron interacciones Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente significativas en ocho de las diez variables evaluadas. Estas mejoras se observaron en levantarse y sentarse, flexión de codo, juntar manos detrás de la espalda, marcha estacionaria, TUG, fuerza prensil, cinco veces

levantarse y sentarse, y velocidad de la marcha. En conjunto, estos hallazgos sugieren que el programa de ejercicio físico acuático favoreció la fuerza funcional del tren inferior, la resistencia muscular del tren superior, la capacidad aeróbica funcional, la agilidad dinámica, la fuerza prensil y la eficiencia de la marcha.

Los cambios observados en pruebas como levantarse y sentarse, TUG, cinco veces levantarse y sentarse, fuerza prensil y velocidad de la marcha tienen especial relevancia funcional, debido a su relación con la autonomía, la movilidad cotidiana, la prevención de caídas y la capacidad para realizar actividades de la vida diaria. Sin embargo, por tratarse de un diseño cuasiexperimental, estos resultados deben interpretarse como evidencia favorable del efecto del programa, sin asumir causalidad absoluta.

La flexión de tronco en silla y la prueba de equilibrio no presentaron una interacción Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente significativa. Por tanto, no es adecuado concluir que el programa haya generado un efecto diferencial claro sobre estas variables. Esta ausencia de significancia puede estar relacionada con la orientación principal del programa hacia fuerza funcional, capacidad aeróbica, marcha y agilidad, así como con el tamaño de la muestra, la duración de la intervención y la sensibilidad de las pruebas empleadas.

En términos generales, el programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas constituye una estrategia segura, pertinente y con potencial para favorecer la función muscular y la condición física funcional en mujeres adultas mayores. Sus características —bajo impacto articular, resistencia hidrodinámica, posibilidad de progresión y ambiente controlado— lo

convierten en una alternativa valiosa para promover el envejecimiento activo en contextos urbanos como Bogotá.

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el tamaño de la muestra, incluyan procesos de aleatorización cuando sea posible, aumenten la duración de la intervención a 16 o 24 semanas, incorporen seguimiento posterior al programa y consideren instrumentos adicionales para evaluar equilibrio, flexibilidad y composición muscular. Estas acciones permitirían fortalecer la evidencia sobre los efectos del ejercicio acuático y su aplicabilidad en programas comunitarios dirigidos a personas mayores.

En conjunto, los resultados permiten afirmar que el programa de ejercicio físico acuático se asoció con mejoras relevantes en varias dimensiones de la función muscular y física funcional, especialmente en fuerza del tren inferior, resistencia muscular del tren superior, capacidad aeróbica funcional, agilidad dinámica, fuerza prensil, desempeño en levantarse y sentarse, y velocidad de la marcha. En contraste, las variables de flexibilidad de tronco y equilibrio no mostraron un efecto diferencial significativo, por lo que no deben presentarse como resultados concluyentes del programa. Esta distinción fortalece la discusión, ya que permite reconocer tanto los aportes del programa como sus límites metodológicos y funcionales.

### ***Discusión***

Los resultados del presente estudio indican que un programa de ejercicio físico acuático de 12 semanas, con una frecuencia de dos sesiones semanales de 60 minutos y una intensidad progresiva del 35% al 70% de la frecuencia cardíaca máxima, produjo efectos diferenciales

positivos y estadísticamente significativos tenidos en cuenta por las variables de función muscular evaluadas en mujeres adultas mayores de 60 a 74 años de la localidad de San Cristóbal, Bogotá. Estos hallazgos son coherentes con la evidencia disponible sobre los beneficios del ejercicio acuático en adultos mayores (Deng et al., 2024; Lorenzo Olivares et al., 2018; Silva et al., 2019) y aportan evidencia en un contexto escasamente documentado.

### ***Fuerza muscular***

Las variables de fuerza muscular mostraron los mayores efectos diferenciales del estudio. La flexión de codo (Arm Curl Test) presentó la interacción más pronunciada ( $F(1,37) = 83.677$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .693$ ), con un incremento de 5.63 repeticiones en el grupo experimental (de  $21.84 \pm 2.75$  a  $27.47 \pm 4.19$  rep, +25.8%), mientras que el grupo control solo aumentó 1.00 repetición. Estos resultados son consistentes con los reportados por Deng et al. (2024), quienes en un metaanálisis con 18 ensayos controlados documentaron mejoras significativas en la fuerza muscular del tren superior tras intervenciones acuáticas de 8 a 24 semanas en adultos mayores. La resistencia hidrodinámica del agua, que actúa en todas las direcciones del movimiento, proporciona un estímulo de sobrecarga progresiva especialmente eficaz para el desarrollo de la resistencia muscular sin el riesgo de impacto articular asociado al entrenamiento en tierra.

El test de levantarse y sentarse de la silla  $F(1,37) = 40.302$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .521$ ) evidenció un incremento de 3.48 repeticiones en el grupo experimental (de  $15.05 \pm 2.15$  a  $18.53 \pm 2.44$  rep, +23.1%), situando el valor post intervención por encima del percentil 75 para mujeres de 60 a 69 años según los baremos del Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2013). El grupo control presentó un aumento de solo 1.00 repetición, confirmando la especificidad del efecto del

programa. La mejora en esta variable tiene implicaciones directas para la independencia funcional de las participantes, dado que la capacidad de levantarse de una silla repetidamente está estrechamente relacionada con la autonomía para las actividades de la vida diaria y la prevención de caídas.

El test de levantarse y sentarse de la silla mostró una interacción significativa ( $F(1,37) = 18.730$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .336$ ) en ausencia de un efecto principal de tiempo significativo ( $F = 0.124$ ;  $p = .727$ ). Este patrón se explica porque los grupos evolucionaron en direcciones opuestas: el grupo experimental redujo su tiempo de  $12.49 \pm 3.42$  a  $10.85 \pm 3.09$  segundos ( $-13.1\%$ ), acercándose al rango normativo de  $\leq 11.4$  seg para adultos de 60 a 69 años (Bohannon, 2006), mientras que el grupo control empeoró de  $11.86 \pm 2.48$  a  $13.80 \pm 3.46$  segundos ( $+16.4\%$ ). Este hallazgo ilustra el efecto protector del programa acuático frente al deterioro funcional natural asociado al envejecimiento, un beneficio que ha sido documentado previamente por Cadore et al. (2014) en intervenciones multicomponente con adultos mayores frágiles.

La fuerza prensil incrementó significativamente en el grupo experimental ( $F(1,37) = 22.786$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .381$ ), pasando de  $19.11 \pm 4.84$  a  $20.79 \pm 4.55$  kg ( $+8.8\%$ ), mientras que el grupo control no presentó cambios relevantes ( $18.34$  a  $18.45$  kg). Los valores pre y post del grupo experimental se mantuvieron por encima del umbral de sarcopenia probable en menos de 16 kg para mujeres (Cruz-Jentoft et al., 2019), indicando que ningún grupo presentó criterios de

debilidad muscular durante el estudio. La mejora observada es consistente con los beneficios del ejercicio acuático sobre la fuerza de prensión reportados por Júnior et al. (2020).

### ***Capacidad aeróbica y velocidad de la marcha***

La marcha estacionaria (2-Minute Step Test) mostró una interacción significativa ( $F(1,37) = 34.241$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .481$ ), con un incremento de 10.10 pasos en el grupo experimental (de  $120.16 \pm 26.37$  a  $130.26 \pm 27.47$  pasos, +8.4%), frente a un aumento de solo 1.45 pasos en el grupo control. Los valores del grupo experimental superan el percentil 75 para mujeres de 60 a 69 años en ambas mediciones (Rikli & Jones, 2013), lo que indica que el programa consolidó una capacidad aeróbica funcional ya elevada. Handa et al. (2016) reportaron mejoras similares en capacidad aeróbica funcional tras 12 semanas de entrenamiento acuático a intensidad moderada en mujeres mayores, atribuyendo el efecto a las adaptaciones cardiovasculares inducidas por la presión hidrostática y la resistencia del agua.

La velocidad de la marcha presentó la interacción más fuerte del estudio ( $F(1,37) = 49.412$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .572$ ), con una reducción de 0.48 segundos en el grupo experimental (de  $4.50 \pm 2.41$  a  $4.02 \pm 2.37$  seg/4m, -10.7%), equivalente a un aumento en la velocidad de desplazamiento de 0.89 m/s a 0.99 m/s. El grupo control no presentó cambios significativos (de 3.55 a 3.59 seg). La velocidad de la marcha es reconocida como uno de los predictores más robustos de mortalidad, hospitalización y pérdida de independencia funcional en adultos mayores: Studenski et al. (2011) demostraron que cada incremento de 0.1 m/s se asocia con una reducción significativa en el riesgo de mortalidad a diez años. El incremento observado

de 0.10 m/s en el grupo experimental supera este umbral de relevancia clínica, lo que otorga especial importancia a este hallazgo.

### ***Agilidad dinámica y equilibrio***

El Timed Up and Go Test (TUG) mostró una interacción significativa ( $F(1,37) = 24.744$ ;  $p < .001$ ;  $\eta^2p = .401$ ), con una reducción de 1.73 segundos en el grupo experimental (de  $11.54 \pm 1.94$  a  $9.81 \pm 1.84$  seg,  $-15.0\%$ ), mientras que el grupo control no varió relevantemente (de 11.86 a 11.98 seg). Este resultado es clínicamente significativo: el valor post intervención del grupo experimental (9.81 seg) se ubica por debajo del umbral de riesgo de caídas de 12 seg (Shumway-Cook et al., 2000) y dentro del rango funcional normal para mujeres de 60 a 69 años (Steffen et al., 2002). El grupo experimental partía en un valor limítrofe (11.54 seg) y, tras la intervención, alcanzó el rango funcional normal para su grupo etario. Lorenzo Olivares et al. (2018) documentaron mejoras similares en el TUG tras programas acuáticos de 12 semanas orientados a la prevención de caídas en adultos mayores.

La variable juntar manos detrás de la espalda mostró una interacción significativa de magnitud media ( $F(1,37) = 5.661$ ;  $p = .023$ ;  $\eta^2p = .133$ ), con una mejora de 0.68 cm en el grupo experimental (de  $-7.54 \pm 14.53$  a  $-6.86 \pm 14.56$  cm,  $+9.0\%$ ). Los valores negativos en ambas mediciones indican que las participantes no llegaban a juntar las manos, pero la distancia de separación disminuyó, reflejando una mejoría en la movilidad articular del

hombro. La presencia de movimientos de brazos con resistencia hidrodinámica en el protocolo acuático pudo haber contribuido a esta adaptación en la flexibilidad del tren superior.

### ***Variables sin interacción significativa***

La flexión de tronco en silla ( $F(1,37) = 0.642$ ;  $p = .428$ ;  $\eta^2p = .017$ ) y la prueba de equilibrio ( $F(1,37) = 1.521$ ;  $p = .225$ ;  $\eta^2p = .039$ ) no presentaron interacción Tiempo  $\times$  Grupo significativa. La ausencia de cambios en la flexibilidad de tronco es coherente con la naturaleza del protocolo aplicado, el cual no incluyó estímulos específicos de estiramiento sostenido dirigidos a esta región corporal (Waller et al., 2009). En el caso del equilibrio, la tendencia positiva observada en el grupo experimental (de  $3.26 \pm 0.93$  a  $3.47 \pm 0.70$  puntos, +6.4%) sugiere un beneficio que podría consolidarse con mayor duración de la intervención; Beurskens y Bock (2012) han señalado que los beneficios sobre el equilibrio estático en adultos mayores suelen requerir al menos 16 semanas de entrenamiento continuado para ser estadísticamente detectables.

### ***Limitaciones del estudio***

Dos limitaciones metodológicas centrales condicionan la interpretación de los resultados. En primer lugar, el tamaño de la muestra ( $n = 20$  por grupo) limita la potencia estadística para detectar efectos pequeños. El análisis post hoc indica que con  $n = 20$  la potencia para detectar efectos medianos ( $\eta^2p = .06$ ) es aproximadamente del 55%, lo que explica la ausencia de significancia en las dos variables con efectos pequeños. En segundo lugar, la duración de 12

semanas, aunque coherente con las recomendaciones mínimas del ICFSR (Izquierdo et al., 2025), puede ser insuficiente para variables de mayor complejidad. Adicionalmente, el diseño cuasiexperimental sin aleatorización estricta limita la generalización de los resultados, aunque la homogeneidad basal verificada entre grupos fortalece la validez interna del estudio.

### ***Conclusiones***

El presente estudio tuvo como propósito establecer los efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor. A partir de los resultados obtenidos en la evaluación pre y post intervención con 40 participantes de la localidad de San Cristóbal, Bogotá (GE = 20, GC = 20), mujeres entre 60 y 74 años, es posible formular las siguientes conclusiones en correspondencia con cada uno de los objetivos específicos planteados.

En relación con el primer objetivo específico — determinar la función muscular basal — la evaluación inicial permitió establecer una línea de base que caracterizó el perfil funcional del grupo. Los valores pre-test evidenciaron niveles acordes con los rangos esperados para adultas mayores (60–74 años) según los baremos del Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2013). Los grupos iniciaron en condiciones de equivalencia ( $p > .05$  en todas las variables de composición corporal y función muscular), lo que fortalece la validez interna del diseño cuasiexperimental.

Respecto al segundo objetivo — diseñar e implementar el programa — el programa estructurado en 12 semanas, una intensidad progresiva del 35% al 70% de la frecuencia cardíaca máxima demostró ser viable y seguro: no se registraron eventos adversos en ninguna de las

sesiones. La progresión de la intensidad respondió adecuadamente a los principios de sobrecarga progresiva y especificidad (Caspersen et al., 1985; Izquierdo et al., 2025), generando las adaptaciones funcionales documentadas.

En cuanto al tercer objetivo — evaluar los efectos del programa — ocho de las diez variables evaluadas mostraron una interacción Tiempo  $\times$  Grupo estadísticamente significativa ( $p < .05$ ) con efectos grandes o medianos ( $\eta^2p$  entre .133 y .693), atribuibles al programa de intervención:

- Levantarse y sentarse: +23.1% ( $\eta^2p = .521$ ). Las participantes del GE alcanzaron un valor post intervención (18.53 rep) dentro del rango superior para mujeres de 60–69 años según los valores normativos del Senior Fitness Test (Rikli & Jones, 2013).
- Flexión de codo: +25.8% ( $\eta^2p = .693$ ). Mayor efecto diferencial de fuerza muscular del estudio.
- Juntar manos detrás de la espalda: +9.0% ( $\eta^2p = .133$ ). Mejoría en movilidad articular del hombro.
- Marcha estacionaria: +8.4% ( $\eta^2p = .481$ ). Adaptaciones en capacidad aeróbica funcional.
- TUG: -15.0% ( $\eta^2p = .401$ ). El GE pasó de zona limítrofe (11.54 seg) a rango funcional normal (9.81 seg), por debajo del umbral de riesgo de caídas de 12 seg (Shumway-Cook et al., 2000).
- Fuerza prensil: +8.8% ( $\eta^2p = .381$ ). Los valores se mantuvieron sobre el umbral de sarcopenia probable de 16 kg (Cruz-Jentoft et al., 2019).

- 5 veces levantarse y sentarse de la silla:  $-13.1\%$  GE vs  $+16.4\%$  GC ( $\eta^2p = .336$ ). El patrón evidencia el efecto protector del programa frente al deterioro funcional del envejecimiento.

- Velocidad de la marcha:  $-10.7\%$  ( $\eta^2p = .572$ ). El GE aumentó de
- 
- 0.89 a 0.99 m/s, superando el umbral de relevancia clínica de Studenski et al. (2011).

- La flexión de tronco en silla y la prueba de equilibrio no presentaron interacción significativa ( $\eta^2p = .017$  y  $.039$  respectivamente). Esta ausencia de significancia estadística responde a limitaciones del tamaño de la muestra y la duración de la intervención, no a una ineficacia del programa: el análisis de potencia estadística reveló que con  $n = 20$  la potencia para detectar efectos pequeños oscila entre el 30% y el 40%.

En términos generales, el programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas produjo efectos positivos, clínicamente relevantes y estadísticamente robustos sobre la función muscular de los adultos mayores participantes. El ejercicio acuático se consolida como una estrategia efectiva, segura y pertinente para el envejecimiento activo en contextos urbanos como Bogotá, en consonancia con los lineamientos de la OMS (2020a) y las políticas del IDRD (2024).

Se recomienda que futuras investigaciones amplíen el período de intervención a 16 o 24 semanas, incorporen aleatorización estricta, amplíen el tamaño de la muestra a un mínimo de 34 participantes por grupo, incluyan un seguimiento post-intervención para evaluar la persistencia

de los efectos, y complementen la evaluación funcional con marcadores biológicos de función muscular.

## Referencias

- Academia Lab. (2025). Teoría de la continuidad. Enciclopedia. Revisado el 4 de septiembre del 2025. <https://academia-lab.com/enciclopedia/teoria-de-la-continuidad/>
- Atchley, R. C. (1989). A continuity theory of normal aging. *The Gerontologist*, 29(2), 183–190. <https://doi.org/10.1093/geront/29.2.183>
- Baltes, P. B. (1987). Theoretical propositions of life-span developmental psychology: On the dynamics between growth and decline. *Developmental Psychology*, 23(5), 611–626. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.23.5.611>
- Baltes, P. B., & Baltes, M. M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. B. Baltes & M. M. Baltes (Eds.), *Successful aging: Perspectives from the behavioral sciences* (pp. 1–34). Cambridge University Press.
- Blackburn, E. H., Greider, C. W., & Szostak, J. W. (2006). *Telomeres and telomerase: The path from maize, Tetrahymena and yeast to human cancer and aging*. *Nature Medicine*, 12(10), 1133–1138. <https://doi.org/10.1038/nm1006-1133>
- Caicedo Yule, A., & Montilla Valencia, D. (2014). “Enfermedades crónicas no transmisibles” Angelica Maria Caicedo Yule Dario Alejandro Montilla Valencia.
- Campisi, J., & d’Adda di Fagagna, F. (2007). Cellular senescence: When bad things happen to good cells. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 8(9), 729–740. <https://doi.org/10.1038/nrm2233>
- Canales, F. H. D., Alvarado, E. L. D., & Pineda, E. B. (1994). *Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud* (pp. 225). Organización Panamericana de la Salud.
- Carstensen, L. L. (2021). Integrating cognitive and emotion paradigms to address the social neuroscience of aging. *Annual Review of Psychology*, 72, 521–545. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-072420-122435>
- Castellanos, E., Vega, I., & Cristancho Fajardo, C. (2022). Envejecimiento y la transición de la estructura poblacional por edades en Colombia. *Tendencias*, 23(1), 29-57.

- CEPAL, N. (2021). Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2021). *Envejecimiento y derechos de las personas mayores en América Latina y el Caribe: Situación actual y perspectivas*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46670-envejecimiento-derechos-personas-mayores-america-latina-caribe-situacion-actual>
- Congreso de la República de Colombia. (2008, 27 de noviembre). *Ley 1251 de 2008: Por la cual se dictan normas tendientes a procurar la protección, promoción y defensa de los derechos de los adultos mayores*. Diario Oficial No. 47.174.
- Cowgill, D. O., & Holmes, L. D. (1972). *Aging and modernization*. Appleton-Century-Crofts
- Cowgill, D. O., & Holmes, L. D. (1972). *Aging and modernization*.
- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., Salem, G. J., & Skinner, J. S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(7), 1510–1530. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c>
- De Azevedo, D. P. G. D., Azevedo, N. G., & Istoe, R. S. C. (2018). Envejecimiento y longevidad: interfaces biológicas, psicológicas y sociales. *HUMANO*, 72.
- De Helsinki, D. (2013). Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos. *Asociación Médica Mundial*, 59.
- Deng, Y., Tang, Z., Yang, Z., Chai, Q., Lu, W., Cai, Y., ... & Zhou, Y. (2024). Comparing the effects of aquatic-based exercise and land-based exercise on balance in older adults: a systematic review and meta-analysis. *European Review of Aging and Physical Activity*, 21(1), 13.
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (2023). *World Social Report 2023: Leaving No One Behind In An Ageing World*. <https://policy.desa.un.org/publications/world-social-report-2023-leaving-no-one-behind-in-an-ageing-world>

- Dong, M., Liu, X., Choi, Y., & Li, N. (2025). Effects of Otago Exercise Program and Aquatic Exercise on Fall Risk in Older Adults: A Systematic Review. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 105799.
- Duarte, L. C., Portela, C. A., & Villada, J. F. R. (2021). Efecto de la actividad física aplicada en agua sobre la composición corporal y funcionalidad del adulto mayor: revisión sistemática. *Revista de investigación en actividades acuáticas*, 5(9), 50-59.
- Espiell, H. G. (2007). La declaración universal sobre bioética y derechos humanos de la Unesco y la declaración de Santo Domingo sobre bioética y derechos humanos. *Revista Brasileira de Bioética*, 3(1), 7-13.
- Favela-Ocaño, M. A., & Castro-Vásquez, M. D. C. (2024). Envejecimiento activo en Latinoamérica: Revisión narrativa de la literatura. *Horizonte sanitario*, 23(2), 475-488.
- Fernández-Ballesteros, R. (2011). Envejecimiento saludable. In *Congreso sobre envejecimiento. La investigación en España* (pp. 09-11).
- Fernández-Ballesteros, R. (2017). *Envejecimiento activo: Evidencias y estrategias*. Pirámide.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fregeneda, C. C., Castillo, P. M., Aranda, J. C., Antón, J. F. S., Sánchez, L. S., & Aranda, M. J. C. (2023). El envejecimiento de la población: tendencias, causas y desafíos futuros. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4(9), 113.
- Fregeneda, C. C., Castillo, P. M., Aranda, J. C., Antón, J. F. S., Sánchez, L. S., & Aranda, M. J. C. (2023). El envejecimiento de la población: tendencias, causas y desafíos futuros. *Revista Sanitaria de Investigación*, 4(9), 113.
- Gomes de Souza Vale, R., Soares Pernambuco, C., & Marcos Pardo, P. J. (2018). Tests de fuerza muscular para personas mayores. *Bases de entrenamiento deportivo para adultos mayores: procedimientos de evaluación*, 31-42.
- González, D. (2024). *El envejecimiento poblacional y el contrato social contemporáneo*. *Revista Latinoamericana de Gerontología*, 12(3), 45-62.
- González, H. D. L. (2016). *Metodología de la investigación–5ta edición: Propuesta, anteproyecto y proyecto*. Ecoe ediciones.

- Handa, S., Masuki, S., Ohshio, T., Kamijo, Y., Takamata, A., & Nose, H. (2016). *Target intensity and interval walking training in water to enhance physical fitness in middle-aged and older women: A randomized controlled study*. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 203–215.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. <https://doi.org/10.21134/riaa.v2i4.1511>
- Huenchuan, S. (Ed.). (2018). *Envejecimiento, personas mayores y Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Cepal.
- Instituto Nacional de Geriátría. (2023). *Envejecimiento poblacional: retos y oportunidades para las políticas públicas*. Instituto Nacional de Geriátría.
- Júnior, F. A., Gomes, S. G., Da Silva, F. F., Souza, M., Oliveira, E. C., Coelho, D. B., Nascimento-Neto, R. M., Lima, W., Becker, L. K., & Souza, P. M. (2020). Cardiovascular Topics The effects of aquatic and land exercise on resting blood pressure and post-exercise hypotension response in elderly hypertensives. *Cardiovascular journal of africa*, 31(3), 116–122. <https://doi.org/10.5830/CVJA-2019-051>
- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. En I. Olkin (Ed.), *Contributions to Probability and Statistics* (pp. 278–292). Stanford University Press.
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. *Cell*, 153(6), 1194–1217. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.039>
- Lorenzo Olivares, A., López González, E., Correoso Castellanos, Á., Pomares Bernabeu, A., Rengifo Mogro, J. L., Jiménez Carmona, R., & Marcos Pardo, P. J. (2018). Programas de ejercicio físico acuáticos para la prevención de caídas en los mayores. Revisión bibliográfica.
- Miró, G., & Carmen, A. (2003). Transición demográfica y envejecimiento demográfico. *Papeles de población*, 9(35), 9-28.

- Olivares, A. L., López González, E., Castellanos, Á. C., Pomares Bernabeu, A., Luis, J., Mogro, R., Fornés, P., Carmona, R. J., Marcos-Pardo, P. J., Jorge, P., & Pardo, M. (s/f). Programas de ejercicio físico acuáticos para la prevención de caídas en los mayores. Revisión bibliográfica open acces.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). Informe sobre la situación mundial del envejecimiento. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://www.un.org>
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2020). Envejecimiento saludable. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Década del envejecimiento saludable 2020-2030: Propuesta de acción*.
- Organización Mundial de la Salud. (2020). *Década del Envejecimiento Saludable (2021-2030)*. <https://www.who.int/es/initiatives/decade-of-healthy-ageing>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Envejecimiento saludable. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS). (2021). Década del envejecimiento saludable 2021-2030: situación y desafíos para América Latina y el Caribe. <https://www.paho.org/es/documentos/decada-del-envejecimiento-saludable-2021-2030-situacion-desafios-para-america-latina-caribe>
- Pimienta Prieto, J. H., & De la Orden Hoz, A. (2017). Metodología de la investigación.
- Pimienta Lastra, R. (2018). *Metodología de la investigación*. Pearson.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American geriatrics Society*, 39(2), 142-148.
- Qué es un Adulto Mayor Según la OMS ▷ Definición y Clasificación. (2025). Recuperado el 19 de abril de 2025, de <https://canitas.mx/guias/adulto-mayor-oms/>
- Rikli, R. E., & Jones, C. J. (2013). Senior fitness test manual. Human kinetics.
- Salido, F. P., & Fernández, J. J. R. (2002). Influencia de los radicales libres en el envejecimiento celular. *Offarm*, 21(7), 96-100.
- Salud Pública, S. (1993). Resolución 8430 de 1993 (octubre 4).

- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). *An analysis of variance test for normality (complete samples)*. *Biometrika*, 52(3–4), 591–611.
- Silva, L. A. D., Tortelli, L., Motta, J., Menguer, L., Mariano, S., Tasca, G., ... & Silveira, P. C. L. (2019). Effects of aquatic exercise on mental health, functional autonomy, and oxidative stress in depressed elderly individuals: A randomized clinical trial. *Clinics*, 74, e322.
- Silva, R. A. P. (2021). Envejecimiento saludable: Retos y lecciones desde Japón. *KOBAL Contacto con Japón*, (3), 54-61.
- Stefanacci, R. G. (2023). Artificial intelligence in geriatric medicine: Potential and pitfalls. *Journal of the American Geriatrics Society*, 71(11), 3651-3652.
- The Jamovi Project. (2024). *Jamovi (Version 2.3.28)*. <https://www.jamovi.org>

## Anexo 1.

### Consentimiento informado para proyectos de investigación.

|                                                                                                                                                                                   |                                                                 |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--|
| <br><small>UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL</small><br><small>Formulario de Investigación</small> | <b>FORMATO</b>                                                  |  |
|                                                                                                                                                                                   | <b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b> |  |
| <b>Código: FOR026INV</b>                                                                                                                                                          | <b>Versión: 01</b>                                              |  |
| <b>Fecha de Aprobación: 02-06-2016</b>                                                                                                                                            | <b>Página 70 de 133</b>                                         |  |

**Vicerrectoría de Gestión Universitaria**  
**Subdirección de Gestión de Proyectos – Centro de Investigaciones CIUP**  
**Comité de Ética en la Investigación**

En el marco de la Constitución Política Nacional de Colombia, la Resolución 0546 de 2015 de la Universidad Pedagógica Nacional y demás normatividad aplicable vigente, considerando las características de la investigación, se requiere que usted lea detenidamente y si está de acuerdo con su contenido, exprese su consentimiento firmando el siguiente documento:

#### **PARTE UNO: INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

|                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |              |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------|
| <b>Facultad, Departamento o Unidad Académica</b>                                | Educación Física                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |              |
| <b>Título del proyecto de investigación</b>                                     | Efectos de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |              |
| <b>Descripción breve y clara de la investigación</b>                            | <p>Este trabajo de investigación busca establecer el efecto de un programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas sobre la función muscular del adulto mayor.</p> <p>Para hacerlo se realizarán 12 sesiones de ejercicio físico con duración de 60 minutos en donde se abordarán actividades de trabajo específico sobre la fuerza muscular y el trabajo aeróbico, la agilidad y el equilibrio.</p>          |          |              |
| <b>Descripción de los posibles riesgos de participar en la investigación</b>    | La participación en esta investigación no representa riesgos mayores para la salud de los adultos mayores. Sin embargo, existen riesgos mínimos asociados, como la fatiga física durante la actividad. Para minimizar estos riesgos, se contará en los escenarios de piscina con salvavidas y personal de primeros auxilios que velarán por la seguridad. Además de generar las pausas adecuadas durante las actividades. |          |              |
| <b>Descripción de los posibles beneficios de participar en la investigación</b> | Participar del programa de ejercicio físico basado en actividades acuáticas espera mejorar la función muscular del adulto mayor participante al potenciar la independencia de acuerdo al objetivo de la investigación. La participación de esta población es un aporte valioso tanto para la comunidad como para futuras intervenciones educativas y sociales.                                                            |          |              |
| <b>Datos generales del investigador principal</b>                               | <b>Nombre(s) y Apellido(s) Laura Daniela Rubiano Morales</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |              |
|                                                                                 | <b>Nº de Identificación: 1013659669</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>T</b> | <b>32094</b> |
|                                                                                 | <b>Correo electrónico: ldrubianom@upn.edu.co</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |              |
|                                                                                 | <b>Dirección: Cr 12 g 27 65 sur</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |              |

## **PARTE DOS: CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo : \_\_\_\_\_

Mayor de edad, identificado con Cédula de Ciudadanía N° \_\_\_\_\_ de

Con domicilio en la ciudad de: \_\_\_\_\_ Dirección:

Teléfono y N° de celular: \_\_\_\_\_ Correo electrónico:

### **Declaro que:**

1. He sido invitado(a) a participar en el estudio o investigación de manera voluntaria.
2. He leído y entendido este formato de consentimiento informado o el mismo se me ha leído y explicado.
3. Todas mis preguntas han sido contestadas claramente y he tenido el tiempo suficiente para pensar acerca de mi decisión de participar.
4. He sido informado y conozco de forma detallada los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación en el proyecto.
5. No tengo ninguna duda sobre mi participación, por lo que estoy de acuerdo en hacer parte de esta investigación.
6. Puedo dejar de participar en cualquier momento sin que esto tenga consecuencias.
7. Conozco el mecanismo mediante el cual los investigadores garantizan la custodia y confidencialidad de mis datos, los cuales no serán publicados ni revelados a menos que autorice por escrito lo contrario.
8. Autorizo expresamente a los investigadores para que utilicen la información y las grabaciones de audio, video o imágenes que se generen en el marco del proyecto.
9. Sobre esta investigación me asisten los derechos de acceso, rectificación y oposición que podré ejercer mediante solicitud ante el investigador responsable, en la dirección de contacto que figura en este documento.

En constancia el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontánea.

Firma,

\_\_\_\_\_  
Nombre:

Identificación:

Fecha:

*La Universidad Pedagógica Nacional agradece sus aportes y su decidida participación*

### Anexo 3.

#### Programa de entrenamiento detallado

A continuación, se presenta el detalle sesión a sesión del programa de ejercicio físico acuático aplicado al grupo experimental (GE) durante las 12 semanas de intervención (24 sesiones, dos por semana, 60 minutos cada una). La intensidad relativa (%FCM) reportada por sesión corresponde a la progresión validada y descrita en el capítulo de Metodología. La estructura de cada sesión combina una fase inicial y una fase final de Ai Chi (movimientos acuáticos de base terapéutica) con una fase central organizada en un circuito de tres estaciones de fuerza muscular, capacidad aeróbica, agilidad o equilibrio, según el componente trabajado. Las semanas 0, 5 y 12 correspondieron a evaluación (línea base, control intermedio y test de salida, respectivamente) y no incluyeron sesiones de entrenamiento.

*Nota metodológica: los rangos de intensidad por ejercicio y de volumen (series/repeticiones) consignados originalmente en la planeación operativa del programa presentaron variaciones menores respecto a la progresión de intensidad finalmente validada y reportada en el cuerpo del trabajo de grado. En este anexo se presenta la intensidad oficial por sesión (%FCM) junto con la estructura y el contenido cualitativo de cada sesión (calentamiento, circuito central y cierre) tal como se ejecutaron.*

**Tabla A3.1**

*Resumen del programa de entrenamiento por sesión*

| Semana | Sesión | Componente FM | Objetivo                      | Metodología | Volumen | Intensidad (%FCM) |
|--------|--------|---------------|-------------------------------|-------------|---------|-------------------|
| 0      | 1–2    | Línea de base | Evaluación inicial (pre-test) | —           | —       | —                 |

|   |       |                                                       |                                                                                                               |                     |                     |         |
|---|-------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| 1 | 3     | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 35%-50% |
| 1 | 4     | Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.              | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 35%-50% |
| 2 | 5     | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica        | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 35%-50% |
| 2 | 6     | Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 40%-50% |
| 3 | 7     | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-60% |
| 3 | 8     | Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio     | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-60% |
| 4 | 9     | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 4 | 10    | Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.              | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 5 | 11-12 | Control y seguimiento                                 | Evaluación intermedia                                                                                         | —                   | —                   | —       |
| 6 | 13    | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica        | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-60% |
| 6 | 14    | Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-60% |

|    |    |                                                       |                                                                                                               |                     |                     |         |
|----|----|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------|
| 7  | 15 | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 50%-60% |
| 7  | 16 | Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio     | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 50%-60% |
| 8  | 17 | Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 8  | 18 | Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.              | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 9  | 19 | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica        | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 9  | 20 | Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.           | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 55%-70% |
| 10 | 21 | Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica    | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.                 | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 50%-60% |
| 10 | 22 | Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio     | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 50%-60% |
| 11 | 23 | Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica        | Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).       | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-55% |
| 11 | 24 | Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio     | Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body). | Continuo (Circuito) | 3 series / 8-12 rep | 45%-55% |

|    |       |                |                                |   |   |   |
|----|-------|----------------|--------------------------------|---|---|---|
| 12 | 25–26 | Test de salida | Evaluación final<br>(pos-test) | — | — | — |
|----|-------|----------------|--------------------------------|---|---|---|

*Nota. FM = función muscular; FCM = frecuencia cardíaca máxima. Fuente: elaboración propia.*

## Semana 1

### Sesión 3 — Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 35%-50% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Respiración profunda, Floating, Encircling

Calentamiento: Inicia con una fase de Ai Chi centrada en respiraciones profundas, movimientos de brazos flotantes (Floating) y apertura suave de brazos al frente (Uplifting), que favorecen la activación respiratoria y el equilibrio.

Fase central — circuito de tres estaciones:

1. Marcha con elevación de rodillas (activación de flexores de cadera y del ritmo cardíaco)
2. Sentadillas apoyadas en el borde o barra flotante (fortalecimiento de cuádriceps y glúteos)
3. Desplazamientos laterales con apertura de piernas (trabajo de abductores y resistencia aeróbica)

Fase final: Ai Chi con movimientos de brazos (Encircling) y estiramientos en bordes para relajar los músculos del tren inferior y promover la consciencia corporal.

### Sesión 4 — Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio

Objetivo: Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 35%-50% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Flowing, Expanding, Gathering

Calentamiento: Se comienza con Ai Chi utilizando el ejercicio Flowing (movimientos circulares suaves de brazos), seguido de Expanding (extensión controlada hacia adelante) para activar la parte superior del cuerpo.

Fase central — circuito de tres estaciones:

1. Ejercicios con remos
2. Empuje frontal con tabla
3. Toques alternos a tabla suspendida (flotando)

Fase final: Ejercicios Ai Chi Gathering (movimiento cruzado de brazos al centro del cuerpo) y se finaliza con respiración controlada, estiramiento de hombros y cuello.

## **Semana 2**

### **Sesión 5 — Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 35%-50% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo básico, Uplifting, Encircling

Calentamiento: Se inicia con una fase de Ai Chi que incluye caminata suave en el agua con respiración consciente, movimientos de brazos ascendentes (Uplifting) y control postural.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones: Activación de todo el cuerpo 1. Jumping jacks acuáticos 2. Sentadilla con brazos elevados 3. Empuje lateral alternado con remos

Fase final: Ai Chi en movimiento fluido, apertura de brazos y piernas simultáneamente, y estiramiento general con control respiratorio.

### **Sesión 6 — Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 40%-50% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Floating, apertura de piernas, Stretch controlado

Calentamiento: Se inicia activación inicial respiración profunda en posición de boca arriba , Floating y movimientos de tobillo mientras se desplaza lentamente.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones: 1. Caminar en puntas de pies 2. Sentadillas con levantamiento alterno de pierna 3. Desplazamientos con cambios de dirección

Fase final: Ai Chi de balanceo lateral, estiramiento de piernas apoyadas en el borde y cierre con respiración diafragmática

### **Semana 3**

#### **Sesión 7 — Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Respiración guiada, Flowing, Gathering

Calentamiento: Se inicia con Ai Chi de activación torácica: Flowing con mayor amplitud y Expanding controlado.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones: 1. Remo alterno con resistencia 2. Empuje con tabla 3. Ejercicios de coordinación con pelotas

Fase final: Fase Ai chi Gathering, estiramiento del cuello y hombros, y ejercicios respiratorios en flotación.

#### **Sesión 8 — Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full

body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo completo, apertura brazos y piernas, Floating

Calentamiento: Ai Chi con balanceo completo del cuerpo, integración de brazos y piernas en movimientos circulares.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones: 1.Desplazamientos rapidos y toques en el agua 2.Sentadilla con rotacion de tronco 3.Traccion de banda o de tabla hacia el pecho

Fase final: Se incorporan estiramientos dinámicos y Ai Chi de control postural con respiración profunda.

## **Semana 4**

### **Sesión 9 — Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Floating, caminata suave, Uplifting

Calentamiento: Caminata suave en el agua acompañada de respiración guiada, Floating y Uplifting.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones: 1.Marchas elevando talones hacia glúteos 2. Desplantes hacia el frente con brazos extendidos 3.Sentadillas dinámicas al ritmo de sonidos guiados por instructor

Fase final: Se hacen movimientos de Ai Chi, estiramientos de cuádriceps y control de respiración flotando.

### **Sesión 10 — Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Flowing, desplazamientos con brazos, Encircling

Calentamiento: Comienza con Flowing y desplazamiento con movimientos de brazos en forma de ola.

Fase central: Se trabaja un circuito de tres estaciones 1. Empuje con remos cruzando la línea media 2.

Desplazamiento diagonal tocando conos flotantes 3. Sostener tabla en diferentes posiciones mientras caminan en el agua

Fase final: Se cierra con Gathering, estiramiento suave de brazos y respiraciones profundas con flotación asistida.

## **Semana 6**

### **Sesión 13 — Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo básico, Floating, Expanding

Calentamiento: Caminata suave en el agua con respiración guiada, combinada con movimientos de Floating y Expanding para activar todo el cuerpo.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Jumping jacks acuáticos 2. Sentadillas con brazos elevados 3. Empuje lateral con remos

Fase final: Ejercicios de Ai Chi con balanceo suave, estiramientos generales y respiración consciente en flotación.

### **Sesión 14 — Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Uplifting, desplazamiento lateral con respiración, Encircling

Calentamiento: Respiración profunda con desplazamiento lateral en el agua, incorporando Uplifting y movimientos circulares con brazos.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Caminata punta de pies 2. Sentadillas con elevación alternada de piernas. 3. Desplazamiento en zigzag

Fase final: Movimientos de Ai Chi de apertura de piernas, estiramientos de cuádriceps y respiración diafragmática flotando.

## **Semana 7**

### **Sesión 15 — Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 50%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Flowing, Expanding, respiración controlada

Calentamiento: Respiración guiada, movimientos Flowing y desplazamiento con brazos extendidos en el agua.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Brazada alterna con remos 2. Empuje con tabla hacia adelante 3.

Golpes de agua con pelotas de manera rítmica

Fase final: Ejercicios de Gathering, estiramiento de hombros y cuello, con respiración controlada.

### **Sesión 16 — Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 50%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo completo, apertura de brazos y piernas, Floating

Calentamiento: Balanceo completo con respiración consciente, movimientos circulares de brazos y piernas en el agua.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Desplazamiento rápido con cambios de dirección. 2. Sentadillas con

rotación de tronco para trabajar equilibrio. 3. Tracción de banda elástica hacia el pecho.

Fase final: Ai Chi con movimientos de apertura, respiración guiada y estiramiento en flotación.

## **Semana 8**

### **Sesión 17 — Fuerza muscular tren inferior + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Caminata suave, Uplifting, apertura lateral de piernas

Calentamiento: Caminata suave con respiración guiada, Uplifting y movimientos de apertura lateral de piernas.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Marcha elevando rodillas para activar el tren inferior y el ritmo cardíaco. 2. Desplantes frontales con brazos extendidos. 3. Saltos suaves en el agua con movimientos de brazos.

Fase final: Ai Chi con movimientos circulares, estiramientos de piernas y respiración diafragmática flotando.

### **Sesión 18 — Fuerza muscular tren superior + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Flowing, Gathering, movimientos ondulantes de brazos

Calentamiento: Movimientos Flowing con brazos, respiración profunda y desplazamiento suave en el agua.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Brazada cruzada con remos 2.Desplazamientos diagonales tocando conos flotantes. 3.Caminata con tabla en diferentes posiciones para equilibrio.

Fase final: Gathering, estiramiento de brazos y respiración consciente en flotación.

## **Semana 9**

## **Sesión 19 — Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo dinámico, respiración guiada, Floating

Calentamiento: Balanceo dinámico con respiración guiada y movimientos suaves de brazos y piernas.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Jumping jacks acuáticos 2. Sentadillas con brazos elevados. 3. Empuje lateral con remos.

Fase final: Ai Chi con respiración profunda, estiramientos de todo el cuerpo y relajación flotando.

## **Sesión 20 — Fuerza muscular tren inferior + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren inferior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 55%-70% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Caminata con desplazamiento en zigzag, apertura de piernas, Encircling

Calentamiento: Caminata en zigzag con respiración controlada y apertura de piernas en el agua.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Puntas de pies caminando para fortalecer gemelos. 2. Sentadillas con elevación alternada de piernas. 3. Desplazamiento lateral rápido

Fase final: Movimientos de Encircling, estiramientos de cuádriceps y respiración diafragmática flotando.

## **Semana 10**

## **Sesión 21 — Fuerza muscular tren superior + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en el tren superior.

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 50%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Flowing amplio, Expanding, respiración consciente

Calentamiento: Movimientos amplios de Flowing y respiración guiada con desplazamiento suave.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Remo con manoplas en diferentes direcciones. 2. Empuje frontal con tabla de flotación. 3. Golpes rítmicos en el agua con pelotas.

Fase final: Gathering, estiramiento de hombros y respiración en flotación.

## **Sesión 22 — Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 50%-60% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo completo, movimientos circulares, Gathering

Calentamiento: Balanceo completo con movimientos circulares de brazos y piernas.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1.Desplazamiento rápido con cambios de dirección. 2.Sentadillas con rotación de tronco. 3.Tracción de banda hacia el pecho.

Fase final: Ai Chi con respiración controlada y estiramientos suaves en flotación.

## **Semana 11**

### **Sesión 23 — Fuerza muscular full body + capacidad aeróbica**

Objetivo: Trabajar la capacidad aeróbica a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-55% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Respiración con movimientos suaves, Floating, Expanding

Calentamiento: Respiración guiada con movimientos de Floating y desplazamientos circulares de brazos.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Caminata rápida en el agua con cambios de dirección. 2. Sentadillas con rotación de tronco. 3. Empuje con tabla de flotación en diagonales.

Fase final: Ai Chi con respiración profunda, estiramientos suaves en flotación.

## **Sesión 24 — Fuerza muscular full body + agilidad y equilibrio**

Objetivo: Trabajar la agilidad y el equilibrio a través de ejercicios de fuerza muscular en todo el cuerpo (full body).

Metodología: Continuo (Circuito) · Volumen: 3 series / 8-12 rep · Intensidad: 45%-55% FCM

Elementos Ai Chi (calentamiento/cierre): Balanceo y desplazamientos controlados, Gathering, Encircling

Calentamiento: Balanceo suave con respiración y movimientos circulares de brazos y pies en el agua.

Fase central: Circuito de tres estaciones: 1. Brazadas cruzado con remos en diferentes planos. 2. Caminata con tabla arriba de la cabeza para control postural. 3. Desplazamiento frontal con pausa para equilibrio unipodal en el agua.

Fase final: Ai Chi con Encircling, respiración diafragmática, estiramientos de brazos y piernas flotando.piración en flotación.