



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE POSTGRADO
DOCTORADO EN EDUCACION

**ASOCIACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD FÍSICA AERÓBICA, MEMORIA
EPISÓDICA Y REDES ATENCIONALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE
AMBOS SEXOS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN EDUCACIÓN

AUTOR: ARTURO ALEJANDRO GONZÁLEZ OLGUÍN
PROFESORA GUIA: PATRICIA CASTAÑEDA PEZO

SANTIAGO DE CHILE, JUNIO, 2020



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
DIRECCIÓN DE POSTGRADOS
DOCTORADO EN EDUCACION

**ASOCIACIÓN ENTRE LA ACTIVIDAD FÍSICA AERÓBICA, MEMORIA
EPISÓDICA Y REDES ATENCIONALES EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE
AMBOS SEXOS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR EN EDUCACIÓN

AUTOR: ARTURO ALEJANDRO GONZÁLEZ OLGUÍN
PROFESORA GUIA: PATRICIA CASTAÑEDA PEZO

SANTIAGO DE CHILE, JUNIO, 2020

Autorizado para

SIBUMCE DIGITAL

AUTORIZACIÓN

2020, ARTURO ALEJANDRO GONZALEZ OLGUÍN

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y su autor.

Licencia



CC BY

ii. Dedicatoria

A mi esposa Janett, mis hijas Rafaela y Laura, quienes recorrieron este camino conmigo.

A mi gran amigo Miguel Ángel Ferrari, por sus sabios y oportunos consejos, pero por sobre todo por haber sido mi amigo.

iii. Agradecimientos

Al apoyo constante e incondicional de mi profesora tutora Dra. Patricia Castañeda Pezo quien con su acompañamiento académico me estimuló siempre a la finalización de esta investigación y a potenciar siempre mi experiencia investigativa.

A la Dra. Margarita Bórquez quién formó parte de las discusiones y críticas de este trabajo, y que sin duda contribuyó a mis reflexiones e interés intelectual por la neurociencia y educación.

Agradezco también a mi compañera de cohorte Dra. Vanessa García por su amistad, juicio, templanza y compañía.

Agradezco también a los profesores evaluadores Dr. José Muñoz, Dr. Luis Flores y Dra. Noemí Grisnpún por los comentarios, sugerencias y críticas que sin duda contribuyeron positivamente a este trabajo final.

Finalmente, agradezco a cada uno de los profesores, personal administrativo y directivos del programa de Doctorado que contribuyeron a mi pensamiento, y a tener una grata estadía formativa.

iv. Tabla de Contenidos

ii. Dedicatoria	5
iii. Agradecimientos	6
iv. Tabla de Contenidos	7
v. Listado de Tablas.....	9
vi. Listado de Gráficos.....	11
vii. Índice de Abreviaturas.....	14
viii. Resumen	15
viii. Abstract	16
1. Introducción.....	17
2. Problema de Investigación.....	20
2.1 Planteamiento del Problema	20
2.2 Pregunta de Investigación.....	24
3. Objetivos de Investigación	25
3.1 Objetivo General.....	25
3.2 Objetivos Específicos	25
4. Hipótesis de Trabajo.....	26
5. Marco Teórico	27
5.1 Actividad Física, Salud y Educación.....	27
5.5 Actividad Física: Antecedentes Nacionales	29
5.6 Universidades Saludables	31
5.7 Los Contextos de Práctica de AFA en la Universidad	33
5.8 Actividad Física.....	34
5.9 Conexión Cerebro y Movimiento	36
5.10 Cerebro y Estrés Físico.....	38
5.11 Redes Atencionales.....	40
5.12 Memoria Episódica.....	42
6. Marco Metodológico	45
6.1 Enfoque.....	45
6.2 Alcance de la Investigación	45
6.3 Tipo y Diseño de Investigación	45
6.4 Población y Muestra	46
6.5 Diseño Metodológico	48

6.5.1 Prueba de redes atencionales.....	49
6.5.2 Prueba de memoria episódica de repetición (USC-REMT University of Southern California).....	50
6.5.3 Evaluación del consumo de oxígeno.....	52
6.5.4 Programa de mejoramiento de la condición aeróbica.....	53
6.6 Definición de Variables.....	54
6.6.1 Variable independiente.....	54
6.6.2 Variables dependientes.....	55
6.7 Criterios de Rigor Metodológico.....	55
6.7.1 Validez.....	55
6.7.2 La validez de contenido.....	56
6.7.3 La validez de constructo.....	56
6.7.4 Objetividad.....	56
6.7.5 Confiabilidad.....	56
6.8 Criterios de ética científica.....	57
6.9 Métodos de Análisis.....	58
7. Resultados.....	59
7.1 Variable Consumo de Oxígeno.....	59
7.2 Variable Memoria Episódica.....	71
7.3 Variable Redes Atencionales.....	86
8. Discusión.....	110
8.1 Capacidad Aeróbica de los Jóvenes Universitarios.....	110
8.2 Memoria y Atención Como Procesos Cognitivos a la Base del Aprendizaje.....	112
8.3 Limitaciones de la Investigación.....	115
9. Conclusiones.....	116
9.1 Futuras Proyecciones.....	117
10. Referencias Bibliográficas.....	118
11. Anexos.....	133
Anexo 1 Cuestionario de Aptitud para la Práctica de Actividad Física.....	133
Anexo 2 Formulario de Historial Médico.....	135
Anexo 3 Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) Versión Corta.....	137
Anexo 4 Set de Ejercicios Utilizados en el PMCA.....	139

v. Listado de Tablas

Tabla 1 Descripción del consumo de oxígeno momento pre-intervención. Agrupación por sexo y grupo total.	59
Tabla 2 Pruebas de normalidad del consumo de oxígeno en los tres momentos de evaluación.	60
Tabla 3 Pruebas de homogeneidad de varianzas para consumo de oxígeno.	62
Tabla 4 Agrupación por sexo y distribución en deciles de valores pre-intervención de consumo de oxígeno.	63
Tabla 5 Descripción del consumo de oxígeno luego de 4 semanas del PMCA.	64
Tabla 6 Descripción del consumo de oxígeno luego de 8 semanas del PMCA. Grupos mujeres, hombres y grupo total.	66
Tabla 7 Análisis descriptivo de memoria episódica pre-intervención. Grupos mujeres, hombres y total.	72
Tabla 8 Pruebas de normalidad del recuerdo libre para los tres momentos.	73
Tabla 9 Pruebas de homogeneidad de varianzas para recuerdo libre.	75
Tabla 10 Análisis descriptivo de la memoria episódica luego de 4 semanas del PMCA. Grupos mujeres, hombres y total.	78
Tabla 11 Análisis descriptivo de la memoria episódica luego de 8 semanas del PMCA. Grupos mujeres, hombres y total.	80
Tabla 12 Análisis descriptivo de la red de alerta momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.	86
Tabla 13 Análisis descriptivo de la red de orientación momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.	87
Tabla 14 Análisis descriptivo de la red de conflicto momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.	88
Tabla 15 Pruebas de normalidad para la red de alerta.	88
Tabla 16 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de alerta.	91
Tabla 17 Pruebas de normalidad para la red de orientación.	91
Tabla 18 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de orientación.	93
Tabla 19 Pruebas de normalidad para la red de conflicto.	94
Tabla 20 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de conflicto.	96

Tabla 21 Porcentajes de acierto para la prueba de redes atencionales.	96
Tabla 22 Asociación consumo de oxígeno y recuerdo libre en grupo mujeres.	104
Tabla 23 Asociación consumo de oxígeno y recuerdo libre en grupo hombres.	105
Tabla 24 Asociación consumo de oxígeno y red de alerta en grupo hombres.	106
Tabla 25 Asociación consumo de oxígeno y red de conflicto en grupo mujeres.	106
Tabla 26 Asociación consumo de oxígeno y red de conflicto en grupo hombres.	107
Tabla 27 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia del recuerdo libre en grupo mujeres. Correlaciones entre momentos.	107
Tabla 28 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia del recuerdo libre en grupo hombres. Correlaciones entre momentos.	108
Tabla 29 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia de la red de conflicto en grupo mujeres. Correlaciones entre momentos.	109
Tabla 30 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia de la red de conflicto en grupo hombres. Correlaciones entre momentos.	109

vi. Listado de Gráficos

Gráfico 1 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.	60
Gráfico 2 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.....	61
Gráfico 3 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.....	61
Gráfico 4 Distribución por deciles al momento pre-intervención	64
Gráfico 5 Distribución de deciles del consumo de oxígeno y comparación de grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 4 semanas del PMCA.....	65
Gráfico 6 Distribución en deciles del consumo de oxígeno y comparación grupos mujeres y hombres entre momentos 4 semanas y 8 semanas del PMCA.	66
Gráfico 7 Distribución en deciles del consumo de oxígeno y comparación grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 8 semanas del PMCA.....	67
Gráfico 8 Evolución del consumo de oxígeno a lo largo de 8 semanas en grupos de mujeres y hombres.	68
Gráfico 9 Comparación y evolución del consumo de oxígeno a lo largo de 8 semanas.	69
Gráfico 10 Comparación y evolución del consumo de oxígeno durante 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.....	70
Gráfico 11 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.....	73
Gráfico 12 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres luego de 4 semanas de PMCA.	74
Gráfico 13 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres luego de 8 semanas del PMCA.....	74
Gráfico 14 Resultados pre-intervención de ítem recuerdo libre de la prueba de memoria episódica.	76
Gráfico 15 Distribución de deciles recuerdo libre pre-intervención. Valores agrupados por sexo.....	77
Gráfico 16 Distribución de deciles del recuerdo libre. Comparación grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 4 semanas.....	79

Gráfico 17 Distribución de deciles del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica y comparación de grupos mujeres y hombres entre los momentos 4 y 8 semanas.....	81
Gráfico 18 Distribución de deciles del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica y comparación de grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 8 semanas del PMCA.....	82
Gráfico 19 Comparación y evolución del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica a lo largo de 8 semanas.....	84
Gráfico 20 Comparación y evolución del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica a lo largo de 8 semanas.....	84
Gráfico 21 Comparación y evolución del recuerdo libre de la memoria episódica a lo largo de 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.....	85
Gráfico 22 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.....	89
Gráfico 23 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.....	90
Gráfico 24 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.....	90
Gráfico 25 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.....	92
Gráfico 26 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.....	92
Gráfico 27 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.....	93
Gráfico 28 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.....	94
Gráfico 29 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.....	95
Gráfico 30 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.....	95
Gráfico 31 Presentación de valores de redes atencionales en el momento pre-intervención agrupados por sexo. Se muestran valores de red de alerta, orientación y conflicto.....	97

Gráfico 32 Evolución de la red de alerta a lo largo de 8 semanas.....	98
Gráfico 33 Diferencias significativas en red de alerta a lo largo del programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.	99
Gráfico 34 Comparación y evolución de la red atencional de orientación a lo largo de 8. semanas.....	100
Gráfico 35 Comparación y evolución de la red atencional de conflicto a lo largo de 8 semanas.....	102
Gráfico 36 Diferencias significativas en red de conflicto a lo largo del programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.....	102
Gráfico 37 Comparación y evolución de la red de conflicto atencional a lo largo de 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.	104

vii. Índice de Abreviaturas

AF:	Actividad Física
AFA:	Actividad Física Aeróbica
ANT:	Attention Network Test
CA:	Capacidad Aeróbica
EF:	Ejercicio Físico
IPAQ:	International Physical Activity. Questionnaire
MINEDUC:	Ministerio de Educación de Chile
PARQ:	Physical Activity Readines. Questionnaire
PMCA:	Programa de Mejoramiento de la Capacidad Aeróbica
SIES:	Sistema de Información de Educación Superior
USC-REMT:	University of Southern California- Repeatable Episodic Memory Test

viii. Resumen

El proceso de aprendizaje es un fenómeno complejo. Involucra múltiples componentes contextuales y personales que interactúan entre sí, modulándose constantemente. En la educación formal, como la universitaria, se enfatizan en medidas contextuales relacionadas con el ¿cómo enseñar?, u otras medidas, centradas en lo personal que apuntan hacia el terreno de lo vocacional, o las brechas generadas en procesos educativos de nivel secundario. Actualmente, el consenso científico, y en particular, la neurociencia, apoya la idea de que otras variables como la actividad física aeróbica (AFA), podría ser un importante factor de modulación de los mecanismos a la base del aprendizaje como lo son la memoria y las redes atencionales. De esta forma, se plantea la idea de que entornos educativos implementen programas de AFA como parte de los factores que tributan a la adquisición de aprendizaje. El propósito de esta investigación es establecer si el mejoramiento de la capacidad aeróbica, a través de la AFA, está asociado con un mejoramiento en el desempeño de la memoria episódica y redes atencionales en un grupo de estudiantes universitarios. Se realizó un diseño de investigación preexperimental, donde 37 estudiantes participaron tres veces por semana durante 20 minutos en un programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica (PMCA) durante 8 semanas consecutivas. Los resultados indican un aumento sostenido de la capacidad aeróbica, recuerdo libre de la memoria episódica y red de conflicto atencional. Lo anterior, y considerando las limitaciones metodológicas, supone un vínculo, al menos inicial entre estas variables, relevando la estrecha relación mente y cuerpo cuando la intención es promover aprendizaje desde su sustrato de construcción en nuestro cerebro.

Palabras claves: Capacidad Aeróbica, Memoria Episódica, Redes atencionales, Jóvenes Universitarios.

viii. Abstract

The learning process is a complex phenomenon. It involves multiple contextual and personal components that interact with each other, constantly modulating. In formal education, such as university education, emphasis is placed on contextual measures related to ¿how to teach? or other measures, focused on the personal that point towards the vocational field, or the gaps generated in secondary level educational processes. Currently, the scientific consensus, and in particular, neuroscience, supports the idea that other variables such as aerobic physical activity (AFA), could be an important modulating factor of learning-based mechanisms such as memory and attention networks. In this way, the idea is raised that educational environments implement AFA programs as part of the factors that contribute to the acquisition of learning. The purpose of this research is to establish if the improvement of aerobic capacity, through the AFA, is associated with an improvement in the performance of episodic memory and attention networks in a group of university students. A pre-experimental research design was carried out, where 37 students participated three times a week for 20 minutes in an aerobic capacity improvement program (PMCA) for 8 consecutive weeks. The results indicate a sustained increase in aerobic capacity, free recall of episodic memory and a network of attentional conflict. The foregoing, and considering the methodological limitations, supposes a link, at least initial between these variables, revealing the close mind-body relationship when the intention is to promote learning from its construction substrate in our brain.

Keywords: Aerobic Capacity, Episodic Memory, Attention Networks, Young University

1. Introducción

En la actualidad, la educación universitaria es foco de constantes críticas y cuestionamientos sobre todo en lo que se refiere a la calidad de la educación, su acceso equitativo, como también al modelo imperante claramente con una orientación de mercado (Aedo & González, 2004; Banco Mundial, OCDE, & Ministerio de Educación de Chile, 2009; Espinoza, González-Fiegehen, & Granda, 2019; Sánchez, 2011) .

Diversos son los focos de acción que las políticas públicas en educación han de intentar intervenir para mejorar el proceso educativo superior. En este sentido, uno foco particularmente importante como indicador de lo que se considera la evidencia del éxito o fracaso sobre la conclusión de un programa de estudios, el cual posibilita el desarrollo de un individuo y su entorno, son los niveles de retención/deserción de las instituciones de educación (Atria, 1989). Dicho indicador, es afectado tanto por factores académicos y no académicos (Centro de Microdatos, 2008; SIES, 2014). Para hacer frente a lo anterior, diversas estrategias han sido implementadas y orientadas fundamentalmente tanto a la liquidez socio económica, vocacional como también a aspectos relacionados con las brechas de los sistemas de enseñanza y aprendizaje (Arrau, 2003; Barrios, 2011; SIES, 2008). No obstante, a pesar de las medidas adoptadas, estos indicadores han permanecidos estables en los últimos años según los últimos informes del Ministerio de Educación en Chile (Ministerio de Educación de Chile, 2014; SIES, 2014, 2018)

La evidencia actual ha intentado comprender el fenómeno de la educación desde diferentes miradas epistemológicas. Una de ellas es el aporte desde la neurociencia, disciplina la cual intenta articularse para una comprensión más amplia de los problemas o interrogantes que emergen en el ámbito educativo. Es así, como factores que emergen desde lo biológico como la calidad de sueño, las emociones y la práctica de actividad física constante, muestran una importante incidencia en los procesos que subyacen al aprendizaje (Chaddock, Pontifex, Hillman, & Kramer, 2011; Chennaoui, Arnal, & Sauvet, 2014). Centrándose en el caso de la actividad física, y en particular la actividad física aeróbica (AFA), las últimas investigaciones en neurociencia la vinculan como sustrato fundamental para el mejoramiento de la actividad cognitiva de las personas expuesta en contextos de aprendizaje (de Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher, & Hartman, 2018; Heijnen, Hommel, Kibele, & Colzato, 2016; Paschen, Lehmann, Kehne, & Baumeister, 2019; Stillman, Cohen, Lehman, Erickson, & Stillman, 2016; Zou,

Loprinzi, Yeung, Zeng, & Huang, 2019). A pesar de esto, desde la mirada clásica educativa su potencial efecto, es considerado no académico sino más bien como un efecto que tributa a aspectos relacionados con la salud física, y no a lo cognitivo (Lange & Fernando Vio, 2006; Red Nacional de Universidades Promotoras de Salud, 2013). Apoyando esta postura, las medidas adoptadas por las autoridades han incluso direccionado a excluir la educación física de las prioridades curriculares obligatorias a través del acuerdo 057/2019 propuesto por el Consejo Nacional de Educación para el sistema escolar, por lo que se desprende que este factor es menos relevante en el ámbito educativo (Consejo Nacional de Educación Chile, 2019).

Otro argumento, que apoya el desconocimiento que existe sobre la relevancia de la práctica de la actividad física en contextos de aprendizaje y, que se logra visualizar en la discusión tradicional y actual, es el abordaje que se le da a la actividad física en términos de lo dañino que es su inactividad o falta de práctica, en contraposición los efectos beneficiosos que tiene su práctica regular sobre el órgano motor del aprendizaje, el cerebro (Guiney & Machado, 2013; Stillman et al., 2016).

La creciente masa investigativa señala la relevancia de implementar actividad física regular en las personas de todas las edades como apoyo a la potenciación de las habilidades cognitivas o de reserva cognitiva (Booth et al., 2014; Dishman et al., 2006; Fisher et al., 2011; C. H. Hillman, Castelli, & Buck, 2005; Khan & Hillman, 2014; Tomporowski, 2003; Wilke et al., 2019). Lo anterior, ha sido estudiado inicialmente en personas mayores en las cuales se pudo observar la asociación que existe entre el envejecimiento y la práctica de actividad física crónica con la aparición de enfermedades o disfunciones del sistema nervioso como también con una mejor función cognitiva en relación con personas inactivas durante su vida (Guiney & Machado, 2013; Nithianantharajah & Hannan, 2009; Prakash et al., 2011). Más recientemente, otro grupo de investigadores se han focalizado en los niños, intentado dilucidar si dichos cambios vistos en personas mayores son equivalentes a encontrarlos en niños que están en ambientes enriquecidos de actividad física y cognitiva, encontrándose resultados beneficiosos con la práctica de actividad física aeróbica sobre las funciones ejecutivas, habilidades matemáticas y lenguaje, memoria de trabajo entre otras (Chaddock-heyman et al., 2013; Y. Chang et al., 2014; de Greeff et al., 2018; Raine et al., 2013; Scudder et al., 2013; Tomporowski, 2003). En el caso de estudiantes universitarios, la práctica de actividad física suele estar vinculada a actividades deportivas y optativas, muchas veces pensada desde lo competitivo o lo estético, y no como

complemento del funcionamiento cognitivo. Vinculando la AFA con el funcionamiento cognitivo en los contextos educativos universitarios, es escasa la información (Alarcón, Salazar, Vargas, & Bustos, 2014; Aránguiz et al., 2010; Martínez & Harb, 2006). Sin embargo, datos de instituciones como el Instituto Nacional de la Juventud o la Encuesta Nacional de Salud, respaldan la idea de que dicha población, entre los 18 y 25 años y potencialmente universitaria, es una población con pobres niveles de actividad física, altos niveles de obesidad, sobrepeso y sedentarismo (INJUV, 2012, 2014; Ministerio de Desarrollo Social, 2012; Ministerio de Salud, 2017; Ministerio del Deporte, 2016). Lo anterior, se refuerza con la idea que las universidades no han tomado una postura clara en cuanto a la promoción de actividad física (Lange & Fernando Vio, 2006; Red Nacional de Universidades Promotoras de Salud, 2013)

2. Problema de Investigación

2.1 Planteamiento del Problema

Actualmente, se considera dentro de los indicadores de logro académico de las universidades la retención y su contraparte la deserción del estudiante al sistema educativo (Barrios, 2011; Olaya, Carpintero, & Antonio, 2016). Dicho fenómeno ha adquirido relevancia con la consolidación de los procesos de aseguramiento de la calidad y búsqueda de una mayor eficiencia en el sistema, reforzando e instaurando estrategias de logro académico. Según el MINEDUC (2014) en sus reportes sobre los factores que identifican el alcance de la deserción se incluyen determinantes de tipo económico como la inversión del Estado, las instituciones y las familias, así como factores psicosociales relativos a la frustración que afecta a los estudiantes que abandonan sus estudios (SIES, 2014, 2018). Cabe destacar que algunos estudios locales han intentado caracterizar la deserción de primer año y sus principales causas. El Centro de Micro datos de la Universidad de Chile (2008) estima que hay tres factores determinantes: vocación, financiamiento y rendimiento académico. Por su parte, el Centro de Estudios de MINEDUC relaciona la permanencia en el sistema con variables vinculadas al perfil del estudiante, tales como género, edad, estado civil, educación de los padres, nivel de ingresos, trayectoria académica previa y acceso a financiamiento. En ese sentido, el SIES (2014) no solo ha provisto los datos oficiales, sino que también ha logrado avanzar en caracterizar a los alumnos desertores, rescatando la especificidad de su condición, según múltiples variables, y avanzando incluso hacia la caracterización del reingreso de estudiantes desertores (SIES, 2014). A pesar de esto, y de las numerosas estrategias o sistemas de alerta temprana que pueden tener las instituciones de educación universitaria en base a estas variables las cifras de la deserción se han mantenido estables. En el Panorama de la Educación Superior elaborado por el SIES, las cifras indican que si bien ha habido un descenso entre los años 2009-2012, el porcentaje de deserción se mantiene sobre el 19% en universidades del CRUCH estatal, y sobre 29% en universidades privadas no pertenecientes al CRUCH. En este sentido, los antecedentes sugieren que si bien el fenómeno retención-deserción es multifactorial en donde están implicados factores de carácter socioeconómicos, vocacionales y académicos, no son suficientes para dar respuesta a una comprensión más amplia.

Si trasladamos la discusión al aprendizaje y logro académico se pueden mencionar como las estrategias de enseñanza-aprendizaje, los perfiles de los docentes, las disposiciones socioemocionales de los estudiantes y docentes, es decir, el contexto, son factores que influyen en la consecución del logro académico y consecuente término de los estudios superiores (Gómez, Jaimes, & Severiche, 2017; Ibáñez, 2002; Vacas, Mérida, Molina, & Vacas, 2016). Sin embargo, independientemente de dichas disposiciones, estas deben ser articuladas en un sustrato individual de cada estudiante donde pueda asimilar su forma de aprender dentro de un sistema biológico que se organiza y retroalimenta de la información interna y externa que el estudiante hace significativa a través de sus funciones cerebrales para aprender (Dzib Goodin, 2013; Humberto, 1996; Merleau-Ponty, 1994; Morin, 1999). De esta forma, y en la conveniencia de analizar el fenómeno desde una perspectiva más amplia es relevante considerar que para el desarrollo del cuerpo de conocimiento sobre la problemática del logro académico se requiere de un análisis integral y dialogador con otras disciplinas. Así, un aspecto que puede colaborar a esta discusión son los nuevos conocimientos empíricos desde la neurociencia cognitiva y que están relacionados con el sustrato neurobiológico del individuo el cual otorga los recursos que sustentan el desarrollo del aprendizaje y que pueden potenciarse en virtud de sus interacciones con el entorno y el cuerpo (Bailey, Hillman, Arent, & Petitpas, 2015; Erickson, Hillman, & Kramer, 2015; Varela & Thompson, 1993; Varela, Thompson, & Thompson, 2016).

Con distintos niveles de evidencia varios son los factores de orden biológico que podrían estar generando un cambio positivo o negativo en la oportunidad mejorar el sustrato neurobiológico para el aprendizaje, dentro de ellos esta una óptima calidad del sueño, niveles de estrés y ansiedad bajos, y más recientemente tener una buena aptitud física (Heijnen et al., 2016). En relación a la aptitud física, ha llamado la atención de los investigadores la denominada capacidad aeróbica (producto de la actividad física aeróbica), es decir, la capacidad de optimizar los recursos energéticos de forma eficiente y por un periodo de tiempo mantenido mientras se realiza una actividad física, lo cual es coherente en el sentido explicativo, ya que, gran parte de los productos de la actividad física aeróbica como producción de sustancias neuroquímicas, creación de nuevas sinapsis, modulación de funciones asociadas al estrés, entre otras son aprovechados por nuestro cerebro, órgano motor del aprendizaje (Y. K. Chang, Labban, Gapin, & Etnier, 2012; Heijnen et al., 2016; Roig, Nordbrandt, Geertsen, & Nielsen, 2013; Wagner et al., 2015). Si bien, lo anterior no es algo nuevo, la relación mente y cuerpo es una cuestión

valorada y discutida desde la antigua Grecia y relevada en la actualidad por los trabajos de Hillman y Chaddock (2015) en los cuales se intenta abordar la AFA como un factor que pudiese ser considerado en entornos de aprendizaje y así promover el óptimo funcionamiento cognitivo (C. H. Hillman, Logan, & Shigeta, 2019a; Solis-Urra et al., 2019). La creciente masa investigativa de cómo la AFA influiría a lo largo de la vida ha comenzado a aumentar de forma sostenida en los últimos 10 años fortaleciendo el concepto de que la relación cuerpo y mente es bastante estrecha (Y. K. Chang et al., 2012; de Greeff et al., 2018; Guiney & Machado, 2013; Khan & Hillman, 2014; Lees & Hopkins, 2013). Los beneficios de la práctica de actividad física regular sobre el cerebro tienen sus primeras aproximaciones en estudios sobre personas mayores activas y sedentarias, mostrando efectos positivos sobre el funcionamiento cognitivo de las personas mayores que practicaron actividad física durante su vida en relación a las sedentarias, más específicamente mostrando una optimización en el funcionamiento ejecutivo a nivel funcional como estructural del cerebro, lo anterior ha sido corroborado tanto en estudios longitudinales como transversales (Albinet, Abou-Dest, André, & Audiffren, 2016; Dishman et al., 2006). Posteriormente, comienzan a aparecer revisiones sistemáticas y meta-análisis con respecto de la relación de la práctica de la AFA en los niños, intentando responder si este beneficio cognitivo era exclusivo de los adultos mayores o también podría tener un alcance en la primera infancia (C. H. Hillman, Erickson, & Kramer, 2008; Lees & Hopkins, 2013). Un estudio realizado por Chaddock-Heyman (2013) evaluaron el impacto de la actividad física a través de resonancia nuclear magnética funcional (RMNf) en niños de 8 y 9 años quienes participaron en sesiones de 60 minutos diarios por 5 días a la semana durante 9 meses en comparación con un grupo control que no practicó actividad física regular mediante este programa. Los resultados mostraron y sugirieron que la práctica regular de actividad física en esta etapa de la niñez puede generar cambios en la activación de la región prefrontal del cerebro implicada en el control cognitivo. Más recientemente, también se reportan investigaciones como las de Wagner (2015) y colaboradores en donde luego de 6 semanas de actividad física aeróbica intensa supervisada y realizada en un cicloergómetro 3 días por semana en adultos jóvenes reportaron un incremento en el volumen y metabolismo del hipocampo estructura encargada de la memoria a través de (RMNf) en comparación con un grupo control. Dentro del panorama nacional destaca una investigación (Cid et al., 2014) que estudiaron la relación entre la práctica de distintas actividades físicas sobre el rendimiento académico en un grupo de escolares de

educación secundaria encontrando una relación entre la práctica de actividad física y su tiempo de práctica sobre el rendimiento en matemáticas, no así en lenguaje ni historia.

Si bien, analizar el rendimiento académico como tal puede ser muy tentador, se hace complejo igualar los conceptos de funcionamiento cognitivo y rendimiento académico por la cantidad de variables relevantes implicadas en dicho resultado. En este sentido, otras investigaciones han sido más cautas en utilizar el concepto de rendimiento o funcionamiento cognitivo, y analizar algunos elementos por separados como la atención, e incluso de una forma más precisa y acuciosa como la valoración de las redes atencionales, elementos bases en la adquisición de todo tipo de aprendizaje (Petersen & Posner, 2012). Algunos investigadores, han considerado analizar el control atencional en distintos grupos de personas de todas las edades y en distintas condiciones de salud como indicador de sustrato cognitivo (Adólfssdóttir, Sørensen, & Lundervold, 2008; Prakash et al., 2011). En España, por ejemplo, se han realizado algunas investigaciones para identificar el control atencional visto desde el control de alerta, orientación y conflicto y su relación con la práctica de actividad física de forma crónica, demostrando un efecto positivo del ejercicio físico sobre el control de conflicto atencional (Pérez, Padilla, Parmentier, & Andrés, 2014).

Otra capacidad considerada clave para el acceso a distintos procesos cognitivos y, por supuesto, al aprendizaje es la memoria, la cual es definida como una capacidad o facultad cognitiva del sistema nervioso central de fijar, organizar, evocar y reconocer ciertos eventos de nuestro diario vivir, se relaciona estrechamente con la facultad de adquirir aprendizaje en sus diversas formas (Del Valle & Urquijo, 2015). Dicha memoria puede clasificarse en diferentes tipos según su nivel de procesamiento. Sin embargo, algunas estructuras del cerebro comandan primariamente dicha función entre ellas el hipocampo, la neocorteza y estructuras subcorticales, entre otras (Henke, 2011). La relevancia de lo anterior, es que diversos tipos de memoria han sido reportados como sensibles a el efecto de la actividad física aeróbica, ya que, fundamentalmente dichas regiones cerebrales encargadas de la memoria son afectadas por los efectos al estrés físico (Thomas, Dennis, Bandettini, & Johansen-berg, 2012; Vaynman, Ying, & Gomez-pinilla, 2004). Algunas universidades en el mundo han optado por la estrategia de implementar programas obligatorios de práctica regular de actividad física dentro del currículo, sin embargo, en América Latina y en Chile suele ser un componente subvalorado en la vida académica, relevando a esta relación cuerpo -mente a una influencia de carácter recreativa o

relacionado con el desempeño físico o deportivo, limitando el real alcance de la AFA a una esfera más bien alejada del aprendizaje o que impacta solo tangencialmente. Esta cosmovisión desde el paradigma educativo plasmado en el currículo invita a la reflexión de que las actividades de tipo físicas no son de orden académico más bien se limitan a una dimensión de resultados corporales disgregados de la psiquis. De esta forma, continúa existiendo la tendencia a valorar la actividad física como un indicador exclusivamente de salud física, o en términos de lo dañino que es para lo corporal su ausencia o carencia, y no en términos de lo positivo que pueden ser sus efectos para el cerebro.

De esta manera, cambiar la forma de cómo vemos la educación no es una tarea fácil. Integrar miradas disciplinares distintas, es todo un desafío. Es por eso, que la aproximación a esta fuerte alianza cognición y actividad física debe ser cautelosa, investigando y generando lineamiento a la construcción de un puente que permita comprender como nuestro cerebro, motor del aprendizaje, sea abordado desde una perspectiva más amplia e integral. En este contexto, un escenario con este enfoque puede invitar a generar estrategias innovadoras que fortalezcan el desarrollo educativo como un proceso integral.

El problema de investigación se focaliza en la práctica de actividad física aeróbica y su posible influencia en el mejoramiento de procesos cognitivos como la memoria episódica y las redes atencionales en estudiantes universitarios de ambos sexos.

2.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es la asociación entre la práctica de actividad física aeróbica, memoria episódica y redes atencionales en un grupo de estudiantes universitarios de ambos sexos?

3. Objetivos de Investigación

3.1 Objetivo General

- Establecer la asociación entre la práctica de actividad física aeróbica sobre las redes atencionales y memoria episódica luego de un programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica en un grupo de estudiantes universitarios.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar los niveles iniciales de capacidad aeróbica, redes atencionales y memoria episódica.
- Determinar los niveles de capacidad aeróbica, redes atencionales y memoria episódica posterior a la aplicación de un programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.
- Identificar los cambios en la capacidad aeróbica, redes atencionales y memoria episódica durante 8 semanas de iniciado un programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.

4. Hipótesis de Trabajo

El mejoramiento de la capacidad aeróbica dado por el aumento del consumo de oxígeno se relaciona con el mejoramiento de la memoria episódica y redes atencionales en estudiantes universitarios. Esto se expresaría en que:

1) Un aumento de la capacidad aeróbica se asocia con un mejoramiento en el desempeño de la memoria episódica, o;

2) El mismo aumento de la capacidad aeróbica se asocia con una disminución en los tiempos de reacción de las redes atencionales.

5. Marco Teórico

5.1 Actividad Física, Salud y Educación

La actividad física y el ejercicio son términos que se asocian con la aptitud física (grupo de atributos que se tiene o logra, y que se relacionan a la habilidad de desarrollar actividad física), y en este sentido, a menudo son usados de forma intercambiable (LeMond & Hom, 2015). Aunque poseen elementos comunes, por ejemplo, ambos provocan el movimiento de nuestro cuerpo debido a la actividad de musculatura esquelética y suponen cierto gasto calórico, técnicamente son conceptos distintos (Caspersen & Christenson, 1985). La actividad física, por su parte, en un concepto general se refiere a actividades que generen movimiento corporal realizados en el diario vivir como parte de los diferentes momentos en los cuales nos expresamos motrizmente, como en nuestras labores de trabajo o estudio, de recreación, transporte activo, tareas domésticas, entre otras, que resultan en un gasto de energía por encima de los niveles de reposo. En contraste, el ejercicio físico es una variedad de actividad física, pero que en términos de organización es planificado, estructurado, repetitivo y realizado con un objetivo relacionado con la mejora o el mantenimiento de uno o más componentes de la aptitud física (Thomas et al., 2012).

Es conocido en la literatura científica, la relevancia que tiene la actividad física para el desarrollo del ser humano, en su funcionamiento y bienestar general (Bailey et al., 2015). En el ámbito biomédico, es habitual su valoración en términos de su falta de práctica, es decir, la inactividad física, la cual es considerada como el cuarto factor de riesgo de mortalidad a nivel mundial, representando aproximadamente un 6% de todas las muertes (OMS, 2019). Actualmente, la inactividad física es un problema de salud mundial. Se estima, según los datos de la OMS (2017), que aproximadamente un 60 % de la población en el mundo no realiza niveles aceptables de actividad física para alcanzar beneficios en la salud, cifra que afectaría especialmente a países desarrollados o en vías de desarrollo como nuestro país, Chile. En general, los antecedentes apuntan que los factores asociados al tiempo dedicado en actividad física estarían dados por condicionantes de organización y prioridad de la sociedad y del entorno físico en el cual nos desenvolvemos, y que limitan su práctica habitual. Algunas de estas barreras serían los estilos de vida impuestos por actividades sedentarias, políticas públicas inadecuadas

y escasas, mala calidad del aire, aumento de la delincuencia, superpoblación, entre otras (OMS, 2010).

Tradicionalmente, la inactividad física ha sido asociada con la aparición de enfermedades de la esfera física como alteraciones cardiovasculares, cáncer de colon y mama, diabetes, obesidad, entre otras. Asimismo, también se ha relacionado en las últimas décadas con problemáticas de la esfera mental como la depresión y ansiedad (C. H. Hillman et al., 2008; Matta, Cevada, & Monteiro-junior, 2013; Ranabir & Reetu, 2011).

Por otra parte, el esfuerzo científico hoy en día, también está dedicado a conocer no solo las consecuencias cardiovasculares y musculares del movimiento humano, sino que también cuáles son los beneficios de la práctica de actividad física regular sobre nuestro cerebro en diferentes contextos de edad, actividad y salud. Es así, como algunos hallazgos iniciales determinan que las personas físicamente más activas, tendrían mejores resultados en pruebas de memoria, funciones ejecutivas, menores efectos colaterales del proceso de envejecimiento, y una mejor salud cognitiva en general (Donnelly & Lambourne, 2011; Groot et al., 2016; Karssemeijer et al., 2017; Morrison & Mayer, 2017). De esta forma, moverse y gastar energía generaría un ambiente propicio en nuestro tejido nervioso, considerándose la actividad física como un factor neuroprotector importante y generador de reserva cognitiva en todo el desarrollo ontogénico del ser humano (Erickson et al., 2015; Gomez-pinilla & Hillman, 2013; Heijnen et al., 2016; Nithianantharajah & Hannan, 2009).

En suma, practicar actividad física podría traducirse en la adquisición de ciertos atributos que no solo se enmarcan en el ámbito biomédico de forma exclusiva, si no que implica un mejor sustrato neurobiológico para múltiples tareas y procesos que nuestro sistema nervioso comanda en un paradigma ecológico (Dishman et al., 2006; Raichlen & Alexander, 2015). En este sentido, convivir en entornos promotores del movimiento humano podría ser una estrategia válida para poder potenciar y modelar nuestro funcionamiento cerebral, y a su vez la conducta cognitiva, traduciéndose en un efecto directo sobre nuestras competencias personales, hecho muy necesario sobre todo en contextos como el socioeducativo, donde su real valor o alcance muchas veces no es considerado o es está subvalorado.

5.5 Actividad Física: Antecedentes Nacionales

En Chile, según la última Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte (2016) en las distintas dimensiones de la vida cotidiana, elaborada por el Ministerio del Deporte (MINDEP) y el Instituto Nacional de Deporte (IND) durante el año 2015, el nivel de sedentarismo alcanzó un 80,1%, cifra inminentemente alta aún, a pesar de venir en un descenso sostenido en los últimos 10 años. Asimismo, el grupo entre 18-29 años es el más activo de todos con un 49,6% en relación con los grupos etarios mayores (Chile Deportes, 2007; Ministerio del Deporte, 2016). Por otra parte, según los datos del Instituto Nacional de la Juventud (INJUV) 3 de cada 4 jóvenes caben dentro de la categoría sedentario, y 4 de cada 10 jóvenes práctica algún tipo de actividad física o deporte (INJUV, 2012, 2014). Sumado a estas cifras desalentadoras, el panorama parece aún ser más sombrío si miramos en edades más tempranas, ya que según los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Chile se ubica dentro de los primeros lugares de obesidad infantil en Sudamérica, asentando y perpetuando desde edades tempranas estilos de vida sedentarios, alejados de las recomendaciones internacionales que finalmente repercuten en el desarrollo de la juventud y adultez (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud, 2017)

La promoción de estilos de vida saludable en la familia y comunidad en general parece ser una estrategia bastante razonable, y es así, como desde los niveles de prescolaridad hasta la enseñanza media, tanto el Ministerio de Salud (MINSAL) como el de Educación de Chile (MINEDUC) fijan ciertas normativas para promover y practicar actividad física tanto en niños como jóvenes en contextos educativos, los cuales están determinados en el currículum correspondiente a su etapa educativa, las que finalizan durante la enseñanza media con 2 horas semanales de actividad física y salud. A pesar de lo anterior, los datos del Estudio Nacional de Educación Física para niños de octavo año durante el año 2015 señalan que el 45% de los estudiantes presentan exceso de peso, más de un 70% necesita mejorar su potencia aeróbica máxima y más de un 90% necesita mejorar su fuerza de brazos, entre otros resultados, que en conclusión fueron más deficientes que el año 2014 (Agencia de Calidad de la Educación, 2015). Cabe destacar que los objetivos argumentados en los programas de educación del MINEDUC con respecto al tema físico se relacionan con la aptitud física y motriz asociada a salud y calidad de vida, juegos deportivos, deportes y actividades de expresión motriz, entre otras,

considerándose en general como una actividad promotora de habilidades motrices y de salud general en estudiantes de enseñanza básica y media, subvalorando su potencial valor en el desarrollo cognitivo.

En el caso de la educación superior en Chile, los datos son escasos, no existiendo una normativa curricular de actividad física y salud obligatoria, más bien, la forma en la cual las instituciones en su mayoría se hacen responsables es a través de una oferta abierta para todas las carreras como parte de su rol institucional promotor de salud, y que en general se encuentran alineados con las directrices ministeriales. Habitualmente, dicha labor es dependiente de la dirección de asuntos estudiantiles o de algún departamento asociado con asuntos deportivos. Adicionalmente, tanto institutos profesionales, centros de formación técnica como universidades poseen ramas deportivas en donde los estudiantes pueden participar según el interés y oferta existente, materializándose muchas veces en ciertos incentivos para deportistas destacados. La excepción a la regla ocurre en carreras como Pedagogía en Educación Física, Kinesiología y Preparador Físico, en las cuales la actividad física puede ser parte de su programa de estudio en ciertos semestres electivos, de acuerdo con la orientación de cada malla curricular, sin embargo, la distribución es bastante heterogénea dependiendo en rigor de cada institución. Aun así, son actividades pensadas desde lo vivencial del movimiento, más que por un rol potenciador.

En Chile, no existen cifras publicadas en bases de datos que agrupen el nivel de actividad física o participación por tipo de institución o su desarrollo en el tiempo en contextos de educación superior (algunos antecedentes de estudios transversales se discutirán más adelante). Lamentablemente, lo anterior parece ser parte de una situación generalizada de las políticas educativas de cada institución, en la cual se privilegian contenidos de la especialidad y del sello particular de éstas, quedando así la práctica de actividad física considerada como una actividad no académica, más bien extraprogramática, y relevada a un rol más complementario al desarrollo de otro tipo de competencias. Apoyando esta argumentación, el Ministerio de Educación apoya la idea de la no obligatoriedad de la educación física en los colegios como proyecto de ley.

Dentro de la experiencia nacional universitaria, tenemos el caso de la universidad Adolfo Ibáñez quien declara en su modelo educativo la relevancia de la práctica de actividad física constante para potenciar tanto el rendimiento estudiantil como también en una forma de

preparación para que los egresados contribuyan a su entorno con valores y experiencias de vida sana, de esta forma se incorpora a sus programas de estudios de pregrado de forma obligatoria la realización de actividad física, que se traduce en un mínimo de dos horas semanales cada semestre (Universidad Adolfo Ibáñez, 2018). Otra universidad que se ha atrevido a cambiar su modelo educativo con un enfoque hacia la vida saludable en la vida universitaria es la Universidad Técnica Federico Santa María quién implementó de forma obligatoria y transversal en todas sus carreras de pregrado durante el primer año, la práctica de actividad física a través de un módulo denominado educación física (Universidad Técnica Federico Santa María, 2018). A pesar de estas dos buenas iniciativas, en la actualidad no se cuentan con datos públicos del impacto de estas medidas en los estudiantes.

Por tanto, debido a la escasez de experiencias nacionales se hace necesario repensar la política educativa superior como eje de continuidad del desarrollo humano, relevando la práctica de actividad física en contextos educativos de educación superior, para apoyar y estimular el crecimiento de todas las dimensiones del capital humano de una manera integral. Sumado a lo anterior, la ONU (Organización de Naciones Unidas) en su informe para los responsables políticos, refuerza esta apreciación citando la Declaración de Berlín 2013 – Conferencia Internacional de Ministros encargados del Deporte de la UNESCO (MINEPS V) en donde se señala que “La educación física en la escuela y en todas las demás instituciones educativas es el medio más efectivo para dotar a todos los niños y jóvenes de competencias, aptitudes, actitudes, valores, conocimientos y comprensión para su participación en la sociedad a lo largo de la vida” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2015). De este modo, es relevante considerar que también en la educación superior es importante la actividad física como modalidad académica, ya que se refuerza mutuamente con los otros factores que influyen en el ámbito del aprender (independientemente de la disciplina estudiada). De esta manera, el verdadero valor de la actividad física sólo puede ser apreciado adecuadamente desde una perspectiva integral y de interacción (UNESCO, 2015).

5.6 Universidades Saludables

La educación y la salud son dos dimensiones complementarias en el desarrollo integral del ser humano (Banco Mundial et al., 2009; UNESCO, 2014). En su llamamiento a la acción, la UNESCO (2015) invita a los gobiernos a invertir en actividad física, ya que en su práctica los

estudiantes están sometidos a dominios de aprendizajes alternativos y complementarios. Sumado a esto, en la Carta Internacional de la Educación Física y el Deporte de la UNESCO (1978) se señala que “todo ser humano tiene el derecho fundamental de acceder a la educación física y al deporte, que son indispensables para el pleno desarrollo de su personalidad. El derecho a desarrollar las facultades físicas, intelectuales y morales por medio de la educación física y el deporte deberá garantizarse tanto dentro del marco del sistema educativo como en los demás aspectos de la vida social” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura, 2017). Por lo tanto, se refuerza la idea de que la actividad física actúa como complemento en esta construcción socio educativa del hombre.

Las recomendaciones internacionales son contundentes, invitando a que los responsables políticos de las instituciones de educación superior inviertan en actividad física. Precisamente, en este sentido, es que, para garantizar un entorno de actividad física constante, es necesario que exista un entorno propicio, como también una ejecución de programas especializados, por lo que se requiere inversiones o adecuaciones por parte de los responsables. Dicha inversión, sin embargo, puede traducirse en un valor agregado importante tanto para la sociedad como para el rol que tiene una institución de educación para y con el país. Dentro de este valor se encuentra la alfabetización física y participación cívica, el logro académico, inclusión y salud (UNESCO, 2015).

Las universidades juegan un rol fundamental para el país en muchos aspectos, pues se consideran instituciones que fuera de educar, innovan y generan nuevo conocimiento a partir de la investigación, y es en este rol, que han estado ligada a las políticas públicas de salud con el concepto de instituciones de educación superior promotoras de salud. Durante el año 2006 un grupo de instituciones dentro de las que se encuentra la Universidad de Chile, la Pontificia Universidad Católica, el Consejo Nacional para la Promoción de Salud VIDA CHILE, con la colaboración y asesoramiento de la Organización Panamericana de la Salud y el Ministerio de Salud, generaron en conjunto una guía para universidades saludables, actividad que permitió confluir las distintas miradas, reflexionando sobre el rol y aporte que las instituciones de educación superior tienen en la construcción de ambientes saludables. Así es como en el año 2009 el MINSAL en conjunto con la Red de Universidades Saludables (REDUS) comenzó a elaborar un sistema de reconocimiento de Instituciones de Educación Superior Promotoras de Salud (IESPS). En esta misma línea, el objetivo es incentivar y otorgar directrices técnicas para

que las instituciones de educación superior sean espacios favorables a la salud y a la calidad de vida (Lange & Fernando Vio, 2006). Durante el año 2013 comenzó oficialmente la implementación de este sistema de autoevaluación y reconocimiento, el cual es un proceso voluntario donde las instituciones declaran el interés por aportar al bienestar y salud de sus comunidades (Red Nacional de Universidades Promotoras de Salud, 2013). Actualmente, son 23 las universidades asociadas a la REDUS, todas pertenecientes al consejo de rectores de Chile, las cuales para facilitar la expresión de este rol promotor se comprometen a intervenir en áreas de gestión institucional, comunicación y participación, entornos saludables y estilos de vida de la comunidad estudiantil. Apoyando lo anterior, el MINSAL declara que las instituciones de educación superior, a través de sus políticas y prácticas pueden influir fuertemente en la vida de sus miembros por lo que se hace imperativo el sostenimiento de estas medidas por parte de todos los actores involucrados. En resumen, tanto a nivel nacional como internacional, en cuanto a las sugerencias y recomendaciones de prácticas y políticas, apuntan al potencial efecto de la promoción de la salud en el ámbito universitario, sin embargo, esta visión importante en todo sistema educativo ubica a la actividad física dentro de un contexto global, no académico, imbricado fuertemente con una condición exclusiva de salud, y no educativa.

5.7 Los Contextos de Práctica de AFA en la Universidad

Por alguna razón, probablemente de orden curricular la actividad física sistemática y planificada en los contextos universitarios tienen una orientación hacia potenciales beneficios no académicos, como la potenciación de la salud física, la competición y rendimiento deportivo, o sencillamente la recreación y bienestar general. Por otra parte, ahora desde una segunda línea de análisis, la práctica AF es vista como un potencial recurso para resolver problemas de su falta de práctica, es decir, la inactividad física y las consecuencias que esta acarrea, así al menos, se puede hacer la lectura desde la declaración de principios de las políticas internas de las universidades, o bajo la visión de las universidades saludables (Lange & Fernando Vio, 2006; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud, 2017; Red Nacional de Universidades Promotoras de Salud, 2013). Por tanto, el punto de que, si la AF es una actividad relevante en la agenda curricular para la educación superior, no está para nada clara. Es más, si observamos el desarrollo e implementación de las políticas educativas y su relación con la AF, se puede tener la certeza de

que está circunscrita a los niveles educativos preescolares y escolares, con una clara tendencia incluso hacia la disminución de sus horas de práctica, dejando relegada a la educación superior a una propuesta voluntaria curricular según los planes de estudio (MINEDUC, 2019). Es así como, a pesar de la evidencia contundente sobre los beneficios de la actividad física en contextos educativos para la realidad local no parece ser una opción académica, o al menos subestimada (Bailey et al., 2015; Donnelly et al., 2017; Ramírez, Vinaccia, & Ramón, 2004; Solis-Urra et al., 2019).

5.8 Actividad Física

La actividad física (AF) en los seres humanos es una cualidad que ha evolucionado por miles de años, y actualmente su escasez de práctica se considera un problema de nivel mundial, situación que probablemente se vea agravada por el mayor uso de la tecnología, la cual ha posibilitado no incurrir en desplazamientos físicos para lograr ciertos objetivos (comunicarse, ir por alimentos, etc.). Claramente privilegiar conductas activas antes que las sedentarias será un beneficio potencial para nuestro cuerpo, sin embargo, no todos los tipos de AF tienen el mismo efecto. Algunos tipos de AF mejoran nuestra fuerza, flexibilidad, las habilidades motrices, la capacidad aeróbica, y otros son en general integrales (aunque técnicamente todos en mayor o menor medida inciden sobre algunas de estas variables), por lo que conviene realizar un viaje por algunas definiciones y conceptos claves aceptados y consensuados mundialmente por convenciones de expertos, fundamentalmente la Asociación Americana de Medicina del Deporte (ACSM) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) los cuales son referentes internacionales en esta materia (The American College of Sports Medicine, 2019).

La AF es un concepto general que indica todo tipo de actividad que nos saque del reposo, y que practicamos en las diversas labores de nuestro diario vivir, la cual dependiendo del esfuerzo físico realizado puede considerarse como una actividad leve, moderada o vigorosa. Por su parte, además se debe distinguir el concepto de ejercicio físico (EF) el cual se considera una modalidad de AF, en donde la distinción radica en que es planificado, dosificado y tiene como objetivo mejorar algunos de los componentes de la aptitud física. Dicha Aptitud, se define como un conjunto de atributos que las personas poseen o alcanzan, y que están relacionadas con la habilidad de llevar a cabo una AF. La aptitud física posee cinco componentes y dentro de ellos se encuentra la capacidad aeróbica (CA) o cardiorrespiratoria, flexibilidad, fuerza muscular,

resistencia muscular y composición corporal (Potteiger, 2018). La CA es aquella aptitud para realizar ejercicio dinámico que involucra a grandes grupos musculares, los cuales movilizan el cuerpo a una intensidad moderada a vigorosa durante períodos prolongados (Heyward & Gibson, 2014). La flexibilidad por su parte es la capacidad para usar los componentes miotendinosos en toda su amplitud de elongación, y de movilizar las articulaciones de forma efectiva. La fuerza muscular se refiere a la capacidad de un músculo para llevar a cabo una tensión máxima contra una resistencia, mientras que la resistencia muscular dice relación con la capacidad que posee un músculo para ejercer múltiples contracciones o mantener una contracción estática durante un periodo prolongado de tiempo, sin experimentar fatiga excesiva. Por último, la composición corporal, se refiere al nivel relativo que tiene nuestro cuerpo en relación con los componentes grasos y no grasos (ACSM, 2018).

En el caso particular de la CA, ésta se ha asociado con resultados favorables no solo a nivel cardiorrespiratorio, sino que también en nuestro cerebro (Chaddock et al., 2011). Tanto la ACSM como la AHA entregan recomendaciones de práctica para lograr una buena aptitud física en todos los rangos etarios. En el caso de las personas adultas entre 18 y 65 años las sugerencias en relación con la práctica de actividad física aeróbica (AFA) – para mejorar la CA- son de 30 minutos de actividad a una intensidad moderada, es decir 3 a 6 METs (*Metabolic Equivalent of Task*) como unidad de medida de gasto energético, o un valor de 5 - 6 en una escala de esfuerzo físico percibida de 10 puntos. Se define operacionalmente como una actividad que aumenta notablemente la frecuencia cardíaca y dura más de 10 min (por ejemplo, caminar enérgicamente durante 15 minutos). La frecuencia mínima sugerida de la AFA son 5 días por semana. Otra opción para mantener o mejorar la CA es la práctica de 20 minutos de AFA vigorosa mayor a 6 METs, o 7 - 8 en una escala de esfuerzo físico percibido de 10 puntos, con una frecuencia de práctica mínima de 3 días por semana. Este tipo de actividad causa una respiración rápida y aumenta la frecuencia cardíaca sustancialmente como por ejemplo correr, nadar rápido, etc. (OMS, 2010, 2019)

Los beneficios de la AFA, como se discuten más adelante, en cuanto a la salud física de las personas son innumerables, y probados con una buena base científica (Y. K. Chang et al., 2012; C. Hillman, Kamijo, & Scudder, 2011). Sin embargo, sus efectos se han enmarcado dentro de un modelo de comprensión biomédico el cuál limita sus efectos a un reduccionismo fundamentalmente físico. Por otra parte, la disgregación de la mente y el cuerpo por parte de

este modelo muchas veces no permite apreciar como la AF tributaría a otras dimensiones, como por ejemplo la cognitiva (Thomas et al., 2012). Hoy esta visión se ha complementado con otros modelos teóricos, como el biopsicosocial o el ecológico, ubicando a la relación mente-cuerpo como un binomio indivisible para la comprensión del desarrollo y mejora de la conducta humana.

5.9 Conexión Cerebro y Movimiento

Nuestros cuerpos físicos evolucionaron bajo condiciones brutales de muerte y supervivencia, así en los orígenes del hombre el ejercicio físico era un modo de vida fundamental para la existencia (Bramble & Lieberman, 2004). La migración desde el África Central en distintas direcciones requirió una importante aptitud física para poder sobrevivir al clima hostil y a los largos trayectos (Dudley, 2001). Estas adaptaciones no solo influyeron en nuestra fisiología muscular sino también en el cerebro. La investigación actual sobre neurociencia indica que nuestro cerebro con un volumen promedio aproximado de 1450 cc. posee alrededor de 86 billones de neuronas (Herculano-Houzel, 2012, 2018; Thomas et al., 2012). Sin embargo, hay quienes postulan que nuestros antecesores hacen cientos de millones de años poseían un cerebro que no sobrepasaba un volumen de 600-800 cc, el cual fue evolucionando en tamaño y complejidad, probablemente a variables como la alimentación e incorporación de proteínas animales en la dieta, el cambio de vida arbórea a una más nómada, y la biomecánica de nuestro cuerpo de pasar de cuadrupedia a bípedo, lo que involucra un denominador común que es el aumento de la actividad física para lograr dichos objetivos, moviéndose para conseguir el alimento, moverse para sortear los obstáculos del entorno como el clima y depredadores, y generación de nuevas estrategias de movimiento en cuanto a eficacia y eficiencia (Pontzer, 2017). Por tanto, la idea que se tiene sobre el rol de la actividad física en el desarrollo humano no solo se asocia a cuestiones ontogénicas, sino que está integrado en nuestra memoria filogenética, influyendo fuertemente en nuestra conducta con el entorno, de ahí las catastróficas consecuencia de la inactividad física (Liu-Ambrose, 2017).

Posteriormente, y con el surgimiento de las primeras civilizaciones, el interés y cuestionamiento sobre los pilares que sustentan el desarrollo del ser humano, permitieron implementar el ejercicio físico como una forma de potenciación de las facultades mentales. Su práctica estaba vinculada con la adquisición de aprendizajes superiores o estados de reflexión

complejos, considerando desde épocas tempranas un lugar de importancia a la relación mente y cuerpo. En la Grecia antigua, el célebre filósofo Platón, a quién se le reconoce como uno de los primeros creadores de un currículo universitario, tenía dentro de su sistema de estudios, matemáticas, biología, física, lenguaje y educación física. Para él, la actividad física como complemento para el aprendizaje era fundamental. Conocido era por su sabiduría, pero también por ser un gran atleta y luchador profesional. Entre sus principales consejos a sus estudiantes era que debían mantener un equilibrio entre los estudios que fomentan el intelecto y el entrenamiento físico (Heyward & Gibson, 2014). Sumado a esto, otras culturas milenarias como los mojes budistas en la India, y la religión Zen en Japón, consideraban fundamental prepararse y poseer una buena condición física, es decir, trabajar el “estado corporal”, y así de esta forma, poder acceder a un estado de pensamiento y reflexión superior en el caso de los monjes budistas, o para mejorar y fortalecer el foco mental profundo en el arte Zen. Para los maestros de esa época era fundamental que sus alumnos potenciaran esta alianza mente- cuerpo, pues era el camino para lograr los objetivos propuestos por su cultura (LeMond & Hom, 2015; Paolo, 2013).

Hoy en día, el avance de la ciencia y la tecnología han apoyado fuertemente estas reflexiones de las antiguas culturas, estudiando nuestro cerebro en tiempo real. Importantes estudios dan cuenta que los supuestos generados desde siglos atrás no eran errados, sino que, al contrario. Se han precisado señalando las posibles vías neurales y sustancias químicas involucradas, como también el impacto entre personas activas versus inactivas a lo largo de la vida (Prakash et al., 2011; Solis-Urra et al., 2019; Themanson, Pontifex, & Hillman, 2009). Dentro de las primeras evidencias sobre el rol de la actividad física en nuestro cerebro es la contribución como factor protector a la aparición de ciertas enfermedades neurológicas como el Parkinson, Alzheimer, accidente cerebro vascular de tipo isquémico, disminución del desempeño físico asociado a la edad, entre otras situaciones (C. H. Hillman, 2014; Tomporowski, 2003). Adicionalmente, hoy se sabe que nuestro cerebro es el motor de varias funciones asociadas a nuestra conducta como la regulación emocional, la ejecución de procesos cognitivos, motivación, recompensa, entre otros, los cuales están imbricados en circuitos neuronales específicos y que se interconectan para producir una respuesta conductual determinada. Dichas acciones, están en gran medida determinadas por redes neurales que se comienzan a modelar por información proveniente de nuestro genoma desde muy temprana

edad, pero también por la interacción directa con nuestro entorno, estimulando de esta forma a factores moduladores que pueden influir en nuestro comportamiento a través de una vía de regulación genética alternativa, dichos factores son denominados epigenéticos, y uno de ellos es la actividad física (Heijnen et al., 2016; Lebeau & Rissman, 2013).

5.10 Cerebro y Estrés Físico

Realizar AFA produce una cascada de efectos bioquímicos en nuestro organismo con la finalidad de mantener la homeostasis, es decir nuestro equilibrio y regulación interna (McEwen et al., 2015). Este efecto, en términos generales, es denominado “estrés físico”, y provoca una activación del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, que en términos neurofisiológicos es el eje encargado de desencadenar las respuestas reguladoras al estrés producido por ejercicio (Gray et al., 2015; Ranabir & Reetu, 2011). De esta forma, la realización de un movimiento físico aeróbico “desestabiliza” nuestro equilibrio interno, generando comandos humorales fisiológicos de activación como también de modulación. La respuesta al estrés es iniciada con la liberación de cortisol por parte del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal al torrente sanguíneo, el cuál continúa su función en varias vías. Una vez aumentado el cortisol en sangre, se llevan a cabo comandos inhibitorios al hipotálamo e hipófisis modulando de esta manera que no se siga produciendo más cortisol, y transformando el cortisol remanente en su forma inactiva cortisona. Esta acción moduladora es mediada por receptores ubicado en la corteza prefrontal medial, que a su vez disminuye la hiperexcitabilidad de los circuitos de la amígdala cerebral encargada de respuestas asociadas al estrés y perpetuación de la liberación de cortisol (Dishman et al., 2006; McEwen et al., 2015). En conjunto con lo anterior, la respuesta asociada al estrés físico produce liberación de la hormona de crecimiento, la cual participa en varios factores proliferativos y madurativos asociado con el aumento del metabolismo (Ranabir & Reetu, 2011). Lo anterior, es muy diferente a lo que ocurre con el estrés psicológico, que precisamente mantienen los niveles elevados de cortisol anormal, produciendo todas las consecuencias negativas de esta alza mantenida, que habitualmente ocurren en personas con depresión, ansiedad y estrés que al mismo tiempo son sedentarias, o no tienen la intención motivacional de realizar ejercicio.

Otra vía neural implicada en la modulación de la actividad cerebral por la AFA es la mediada por los endocannabinoides, sustancias químicas de naturaleza grasa y que atraviesa fácilmente la barrera hemato encefálica. Son producidos tanto a nivel central como periférico

en condiciones normales, pero su nivel aumenta cuando la persona realiza AFA, éste aumento estimula a su vez, la producción de endorfinas en el hipotálamo como también modulando circuitos neurales en la corteza frontal, amígdala, hipocampo e hipotálamo (Heijnen et al., 2016). La anandamina, un tipo de endocannabinol, tiene sus receptores muy poblados en estas regiones cerebrales, por lo que se asocia fuertemente a la regulación de las funciones locales y por supuesto en los circuitos claves de la modulación emocional (Marco, García-gutiérrez, & Moreira, 2011). Una sustancia química implicada fuertemente con la AFA es el BDNF (*brain-derived neurotrophic factor*) factor de naturaleza proteica y parte de la familia de las neurotrofinas. Se le considera uno de los elementos claves sobre la cognición. Su presencia y actividad se ha asociado a potenciar la neurogénesis, la plasticidad sináptica y la potenciación a largo plazo, que son el sustrato neurobiológico del aprendizaje (Leckie et al., 2014; Vaynman et al., 2004).

Si bien, el concepto de actividad física se conoce y se ha desarrollado dentro del binomio salud-enfermedad sobre todo con foco en los trastornos cardio vasculares y metabólicos, su alcance e impacto van mucho más allá. Actualmente, los intereses científicos sobre los beneficios de la AFA se han expandido a su relación con el envejecimiento y decremento cognitivo en adultos mayores, la potenciación de habilidades cognitivas en los niños, el desarrollo de funciones ejecutivas en personas sin problemas neurológicos o también en poblaciones de interés clínico como las personas con depresión, estrés y/o ansiedad, trastorno por déficit de atención e hiperactividad, entre otras (Guiney & Machado, 2013; Matta et al., 2013). Dentro de las primeras aproximaciones del impacto del ejercicio físico en las personas, están los estudios en los adultos mayores. El deterioro biológico que ocurre con el envejecimiento está bien documentado, y se sabe que las personas adultas mayores sanas presentan una disminución en la ejecución de tareas cognitivas complejas con respecto a personas más jóvenes. Estos decrementos se observan en la atención, memoria, funciones ejecutivas, entre otras. En un estudio realizado por Hillman (2004) se analizaron las funciones ejecutivas (conjunto de subprocesos cognitivos relacionados a la región prefrontal de nuestro cerebro que involucra funciones como la organización y flexibilidad mental, inhibición de respuesta y atención sostenida), en donde demostró luego de valorar dichas respuestas en 4 grupos de personas (jóvenes, adultos mayores activos, medianamente activos y pobremente activos) que los mejores resultados se obtenían en los grupos de personas jóvenes y adultos

mayores activos en relación a los otros dos grupos (C. H. Hillman, Belopolsky, Snook, Kramer, & Mcauley, 2004). De esta forma, se puede hipotetizar que la práctica tanto de actividades mentales como físicas, serían un factor neuroprotector importante para enfrentar el envejecimiento, optimizando y teniendo una especie de “cuenta de ahorro fisiológico” al poner en práctica actividades cognitivas y físicas. Este concepto actualmente se conoce como reserva cerebral y cognitiva, el cual, a través de estudios en modelos animales, ha podido colaborar a la comprensión de los mecanismos implicados y relacionados entre actividad física y cognitiva (Nithianantharajah & Hannan, 2009).

5.11 Redes Atencionales

La atención es ampliamente reconocida como una función cognitiva, e incluso algunos la reconocen como el corazón del sistema cognitivo. Conceptualmente, se refiere a la capacidad de poder focalizar la actividad mental sobre una tarea u objetivo (Bartés-Serrallonga et al., 2014; Pérez et al., 2014b; Rebollo & Montiel, 2006). Además, se manifiesta en casi todos los aspectos de la conducta humana, que van desde las habilidades perceptivas básicas hasta las habilidades cognitivas complejas (McConnell & Shore, 2011). Su relevancia es evidente, ya que tiene una implicancia sobre varias otras funciones relacionadas con la cognición como la memoria, el lenguaje y funciones ejecutivas (Rebollo & Montiel, 2006) (Pérez et al., 2014). La atención, además de regular la entrada de información, estaría también implicada en el procesamiento de esta (Bartés-Serrallonga et al., 2014; Rebollo & Montiel, 2006; Roig Rovira, Ríos Lago, & Paúl Lapedriza, 2011; Usselman, 2017). En una de las teorías más prominentes sobre la atención, Posner y Petersen (2012) han sugerido que el sistema de atención humana se puede subdividir en tres redes anatómica funcionalmente independientes. La primera de estas es la red de alerta, que estaría encargada de la vigilia, es decir estar despierto y alerta al entorno. La segunda, es una red de orientación, la cual se encarga de atender a movimientos en el espacio ante estímulos sensoriales. Y la tercera, correspondería a una red ejecutiva encargada del monitoreo y resolución de conflictos en situaciones de interferencia, como por ejemplo cuando se realizan actividades de mayor complejidad cognitiva y motora, requiriéndose auto inhibición de ciertas conductas que podrían entorpecer el objetivo final (Fossella, Posner, Fan, Swanson, & Pfaff, 2002; Petersen & Posner, 2012). En este sentido, es correcto mencionar un grupo de redes neuronales que participan en conjunto apoyando funciones relacionadas con la cognición y que

relacionan íntimamente en distintos locus cerebrales, así por ejemplo se ha identificado que la red de alerta estaría focalizada en el hemisferio derecho, principalmente en las áreas fronto parietales; por su parte, la red de orientación depende fundamentalmente de regiones superiores e inferiores del lóbulo parietal en conjunto con estructuras frontales, y subcorticales encargadas de los movimientos oculares, finalmente, para el caso de la red de conflicto, implica áreas frontales como la cingular anterior y prefrontal lateral (J Fan, McCandliss, Sommer, Raz, & Posner, 2002; Jin Fan, Wu, Fossella, & Posner, 2001; Fossella, Sommer, et al., 2002; Petersen & Posner, 2012). Por otra parte, también se ha estudiado que las redes atencionales dependen de neuromoduladores diferenciados. En este sentido, la red de alerta está relacionada con las concentraciones de noradrenalina, la red de orientación con el sistema colinérgico, y la red de conflicto con la dopamina (Jin Fan et al., 2001; Fossella, Posner, et al., 2002; Thiele & Bellgrove, 2018). Si bien, las tres redes se articulan para apoyar el funcionamiento cognitivo asociado con aspectos atencionales, Posner & Petersen han desarrollado un instrumento para evaluar de forma rápida y sencilla las redes atencionales por separado. Este instrumento llamado *attention network test*, ha sido utilizado en una gran diversidad de poblaciones tanto adultos como niños. Se trata de un *software* computacional en donde a través de una tarea de identificación y discriminación de un *target* y *flankers* que aparecen en una pantalla de computador en diferentes niveles de dificultad es posible calcular los tiempos de reacción ante tareas de alerta, orientación y conflicto (J Fan et al., 2002; MacLeod et al., 2010; McConnell & Shore, 2011; Neuhaus et al., 2010). Los tiempos de reacción de referencia para las tres redes fueron descritos en 47 milisegundos \pm 18 para la red de alerta, 51 milisegundos \pm 21 para la red de orientación y 84 milisegundos \pm 25 para la red de conflicto. Estos tiempos de reacción fueron calculados siguiendo las fórmulas de Jin Fan sugeridas en https://www.sacklerinstitute.org/cornell/assays_and_tools/ant/jin.fan/.

Un aspecto importante observado es que la AFA también podría tener un rol relevante en la modulación de tareas que utilicen la atención como sustrato, lo anterior relacionado con la idea de que comparten áreas cerebrales comunes en términos de la influencia del estrés físico producto de la AFA (Themanson et al., 2009). Poblaciones como el de personas mayores han sido ampliamente estudiadas en esta relación AFA y atención dando soporte a la influencia profiláctica de la capacidad cardiorrespiratoria (dada por la AFA) sobre la cognición. Así, se ha encontrado que los niveles más altos de capacidad aeróbica se asociaron con un mejor

rendimiento en conductas que utilicen el control atencional (Prakash et al., 2011). Dada la importancia de las redes atencionales en el funcionamiento cognitivo cotidiano eficiente, es de interés teórico y práctico no limitar la investigación a condiciones en las que las funciones atencionales están deterioradas, sino también investigar si éstas pueden mejorar en ciertas circunstancias (Ferreira et al., 2011; Pérez, Padilla, Parmentier, & Andrés, 2014)

5.12 Memoria Episódica

La memoria es un proceso cognitivo importante y clave para el aprendizaje (Domjan, 2010; Gluck, Mercado, & Myers, 2009; Tulving, 1972). Dicho proceso cerebral a través del sistema nervioso codifica, organiza y almacena los sucesos pasados (Campo Martínez-Lage, Maestú Unturbe, Fernández González, & Ortiz Alonso, 2008; Carrillo-Mora, 2010; Johnson & Hasher, 1987). La literatura actual apoya la idea de que no existe una sola memoria, sino que tipos de memoria que operan en distintos niveles y circuitería neural de acuerdo a si la información es consciente o no consciente (Henke, 2011). Una de las más clásicas clasificaciones, aportadas por Tulving (1972) genera una taxonomía que agrupa a la memoria en un tipo de memoria declarativa y otra no declarativa (Campo Martínez-Lage et al., 2008; Ellis & Young, 1992; Nieto et al., 2014). La memoria declarativa se refiere a las memorias que son directamente accesibles de forma consciente. A menudo se ha empleado el término de forma genérica, abarcando entre estas memorias la episódica y la semántica (Ojea Ortega, González Álvarez de Sotomayor, Pérez González, & Fernández Fernández, 2013). Por otra parte, la memoria no declarativa puede considerarse como un grupo de sistemas de aprendizaje, capaces de acumular información, pero no de extraerla e identificar episodios específicos autobiográficos. Dentro de estos sistemas estaría la memoria de procedimiento, y el *priming* (fenómeno según el cual, la exposición previa a determinado material facilita el posterior rendimiento de un sujeto ante el recuerdo de ese mismo material). Por su parte, y en lo referente a la memoria declarativa y en particular, la memoria episódica, se puede definir como el recuerdo de sucesos específicos, que pueden ser asignados a un momento concreto en el tiempo, permitiendo la recolección personal consciente de acontecimientos y hechos del propio pasado (Baddeley, 2001; Pause et al., 2013). También, este tipo de memoria episódica, se considera el sistema de memoria más recientemente evolucionado en los seres humanos (Coolidge, Wynn, & Overmann, 2013; Herlitz & Rehnman, 2008; Johnson & Hasher, 1987). Por otro lado, la

memoria semántica se refiere al almacén general de información, de datos. No está temporalmente codificada y alberga información que no depende de un tiempo o lugar determinado.

En particular, los recuerdos episódicos se refieren a eventos individuales o experiencias personales que también contienen información sobre el contexto espacial y temporal de estos eventos episódico, así también, los recuerdos también contienen un plano del estado interno del individuo durante la codificación, por ejemplo, sus emociones, percepciones y pensamientos (Pause et al., 2013). Algunas investigaciones han señalado que el daño al hipocampo y áreas circundantes en el lóbulo temporal medial pueden resultar en la pérdida de la memoria episódica (Gillund, 2012).

La memoria en general es una capacidad, que al igual que la atención, que se encuentra estrechamente concatenado a otras capacidades cognitivas y por supuesto con la capacidad de aprendizaje (Bartés-Serrallonga et al., 2014; Del Valle & Urquijo, 2015; Vaynman et al., 2004). En general, la interacción memoria y aprendizaje permiten un comportamiento flexible y adaptable en respuesta a cambios lentos o repentinos en el entorno. Los estudios clínicos con pacientes con lesiones cerebrales y estudios de lesiones en animales han revelado múltiples sistemas de memoria en el cerebro con distintos sustratos neuroanatómicos y que están especializados para el aprendizaje de material específico (Eusop-Roussel & Colliot, 2014; Henke, 2011; Wilson, 2011).

Por otra parte, las regiones vinculadas con la memoria se han relacionado con la práctica de actividad física aeróbica. Áreas específicas de nuestro cerebro, como el hipocampo, han mostrado responder a los efectos del BDNF y neurotransmisores relacionados con AFA (Vaynman et al., 2004; Wagner et al., 2015). Las intervenciones en base a AFA presentan diferentes respuestas sobre la memoria cuando la modalidad es de ejercicio agudo o crónico (Roig et al., 2013). Sin embargo, se piensa que ambas intervenciones representan dos estrategias distintas pero complementarias para mejorar la memoria. El ejercicio agudo mejora la memoria dependiente del tiempo al estimular los mecanismos moleculares involucrados en la codificación y consolidación de información recién adquirida, en este sentido, los episodios agudos de ejercicio podrían ser muy apropiados para mejorar la retención de fragmentos específicos de información, que podrían tener importantes aplicaciones en rehabilitación, educación y deportes (de Greeff et al., 2018; Khan & Hillman, 2014; Vaynman et al., 2004;

Zagaar et al., 2012). El ejercicio a largo plazo, en contraste, tiene efectos menores, pero aporta los estímulos necesarios para mantener dicho mejoramiento (Vaynman et al., 2004). Algunos investigadores han ido más allá, relacionando estos cambios cerebrales producto de la práctica recurrente de ejercicio aeróbico, no solo afectaría a elementos específicos en la memoria, sino que también, a nivel de logro académico (Booth et al., 2014; Del Valle & Urquijo, 2015; Donnelly et al., 2017; Kwak et al., 2009; Lees & Hopkins, 2013a; Martínez & Harb, 2006; Paschen et al., 2019; Ramírez et al., 2004; Scudder et al., 2014). Por tanto, esta combinación actividad física aeróbica y memoria, es bastante razonable y pertinente de incentivar y poner en práctica sobre todo como sustrato para el aprendizaje.

6. Marco Metodológico

La estructura del marco metodológico de esta investigación utiliza las clasificaciones propuestas desde la perspectiva de los autores Hernández, Fernández y Baptista (2010).

6.1 Enfoque

El enfoque seleccionado para este estudio es de tipo cuantitativo, ya que, a través de instrumentos de recolección de datos mencionados más adelante, podemos cuantificar los tiempos de reacción en las pruebas de redes atencionales, los números de aciertos en las pruebas de memoria episódica y el consumo de oxígeno en términos de volumen.

6.2 Alcance de la Investigación

El alcance de la investigación es de tipo descriptivo-correlacional. Lo anterior, debido a que el propósito o finalidad es describir la relación que exista entre la capacidad aeróbica, la memoria episódica y redes atencionales en el contexto de estudiantes universitarios. La elección de este estudio tiene la utilidad de que permitirá saber cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas.

6.3 Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación es pre experimental, ya que involucra intervención y cierto grado de control, en particular sobre el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica y las condiciones en las cuales se realizan las valoraciones de las variables dependientes. Así, la variable que se manipula deliberadamente es la práctica regular de actividad física aeróbica para mejorar su capacidad aeróbica.

Los participantes, en esta investigación, no se asignan aleatoriamente, debido a la complejidad de mantener la adherencia a 8 semanas consecutivas de intervención de la variable de tratamiento, en este caso a la actividad física aeróbica. De esta manera, el diseño seleccionado es del tipo pre prueba con dos pospruebas de un solo grupo, en donde las mediciones se realizarán al inicio, a la mitad y al final de la intervención.

6.4 Población y Muestra

La población está circunscrita a estudiantes universitarios de ambos sexos, entre 18 y 25 años matriculados en la carrera de Kinesiología de la universidad UCINF durante el segundo semestre académico del año 2016.

La selección de la muestra sobre la cual se recolectaron los datos se realizó de manera no probabilística o dirigida en forma de participantes voluntarios, seleccionando participantes exclusivamente universitarios chilenos que estén estudiando Kinesiología. Por otra parte, y en concordancia con este tipo de muestreo no se pretende que los casos sean representativos de la población universitaria chilena. Así, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. El tipo de muestra es de participantes voluntarios, debido a que la elección depende de circunstancias muy variadas, como el tiempo que el estudiante disponga para participar durante el programa de mejoramiento o que no tenga contraindicación para la realización de la actividad física, entre otros factores. Este tipo de muestreo también se denomina autoseleccionado ya que los estudiantes pueden proponerse como participantes o responden activamente a una invitación, que se le extenderá para participar. La utilidad en este tipo de muestreo va en concordancia con el diseño de estudio que como lo menciona Hernández y sus colaboradores (2010) “requiere no tanto una representatividad de elementos de una población, sino una cuidadosa y controlada elección de casos con ciertas características”.

La muestra inicial estuvo conformada por 69 voluntarios (36 mujeres y 33 hombres). De este total se excluyeron 2 personas que eran físicamente muy activos y con una capacidad aeróbica categorizada como excelente, también se excluyó un voluntario por no aprobar formulario PAR-Q (cuestionario de aptitud para la actividad física, el cual se utiliza para detectar algún posible problema cardiovascular de personas aparentemente sanas que quieran iniciar un programa de ejercicios de baja a alta intensidad) (ver anexo 1). Una vez iniciado el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica (PMCA), una persona tuvo que abandonar por una lesión esquelética debido a un accidente doméstico y otra por problemas de salud de tipo respiratorio. Otros 17 participantes dejaron de asistir a los entrenamientos por problemas personales o de forma voluntaria por no lograr compatibilizar horarios con el PMCA. De los 47 voluntarios restantes, 10 no cumplieron con los criterios necesarios de frecuencia de entrenamiento, es decir, cumplir 24 sesiones en 8 semanas, razón por la cual no fueron considerados en el estudio.

La muestra finalmente, se conformó por 22 participantes mujeres y 15 hombres, los cuales debieron cumplir ciertos criterios de inclusión y exclusión. Estos últimos fueron pesquisados en los formularios de auto reporte (formulario de historial clínico, PAR-q e IPAQ o entrevista inicial con cada participante). A continuación, se detallan:

Criterios de inclusión

1. Tener disponibilidad de tiempo durante días hábiles por un periodo de 8 semanas para coordinar 3 sesiones de actividad física a la semana con una duración de aproximadamente 40 minutos.
2. Encontrarse con niveles de práctica de actividad física diaria en categorías bajo a moderado según cuestionario internacional de práctica de actividad física (IPAQ) (ver anexo 3).
3. Indemnidad de los sistemas motores, sensoriales y cognitivos de los participantes al momento de la investigación.
4. Completar 24 sesiones del programa de mejoramiento de la condición aeróbica.

Criterios de exclusión

1. Tener contraindicación médica para la práctica de actividad física.
2. Historial de malestar respiratorio o cardíaco con la práctica de actividad física durante su vida.
3. Poseer alguna enfermedad de carácter agudo o crónico que genere alteraciones o disfunciones de orden músculo esquelético, neurológico, respiratorio, u otra condición que produzca algún grado de discapacidad física, sensorial, cognitiva y/o visceral.
4. Responder positivamente a algunas de las preguntas del PAR-Q el cual valora a través de 7 preguntas la necesidad de confirmación médica para la realización de actividad física.
5. Presentar algún hallazgo o factor clínico kinésico que pueda ser de cuidado para la iniciación de actividad física detectado a través del formulario de historial médico de evaluación física de pre-participación.
6. Consumidor de drogas o medicamentos que alteren el correcto funcionamiento del sistema nervioso central o periférico.
7. Ser fumador
8. Tener diagnóstico de enfermedades neuropsiquiátricas

6.5 Diseño Metodológico

La población seleccionada (N= 37) de acuerdo a los criterios de exclusión, concentró a 22 mujeres y 15 hombres, todos los cuales fueron sometidos a las siguientes pruebas: a) Evaluación de la capacidad aeróbica, b) Test de Memoria Episódica, c) Test de Redes Atencionales y d) Programa de Mejoramiento de la capacidad Aeróbica (PMCA). A todos los participantes se les recordó su cita de evaluación 48 horas antes de iniciar las pruebas y el entrenamiento físico, vía correo electrónico con la finalidad de reforzar recomendaciones y sugerencias descritas para la correcta ejecución de las pruebas o test como no consumir drogas, no fumar, no beber alcohol y tener un sueño reparador de al menos 6 horas. Las evaluaciones y el PMCA se realizaron en horario diurno entre las 9 am y 12 pm de lunes a viernes.

En todos los participantes se verificó antes de iniciar las pruebas, la presión arterial, frecuencia cardíaca y saturación de oxígeno con el objetivo de determinar la estabilidad hemodinámica y respiratoria previa a la realización de ellas. Si dichos parámetros de bioseguridad se encontraban en niveles inestables, las pruebas no se realizaban.

Adicionalmente, cada participante debió completar dos cuestionarios IPAQ, PAR-Q como también el formulario de historial médico de pre-participación. Por último, todos los participantes fueron medidos y pesados. El cuestionario IPAQ mide el nivel de actividad física a través de preguntas en cuatro dominios: laboral, doméstico, de transporte y del tiempo libre generando un estimador de índice metabólico llamado MET (*Metabolic Equivalent of Task*) o en un estimador categórico clasificando al participante en niveles bajo, moderado o alto de actividad física. Su aplicación se estima en 10 minutos. Por otra parte, el cuestionario PAR-Q es un grupo de 7 preguntas auto aplicadas de respuestas dicotómicas (SI-NO), donde cada participante debe responder a todas las preguntas NO, de lo contrario se le asigna un potencial riesgo para la práctica de actividad física que debe resolver con su médico. Su aplicación se estima en 5 minutos.

El formulario de historial médico de pre-participación es un instrumento auto aplicado de 54 preguntas de respuestas dicotómicas (SI-NO) que pretende abordar e indagar de forma más específica algún antecedente de sospecha o precaución antes de iniciar actividad física (ver anexo 2). Posee, además, un apartado donde se deben indicar medicamentos en uso, como también una zona donde el participante explica la justificación de las respuestas que señaló con la respuesta SI.

Finalmente, cada participante realizó las pruebas de redes atencionales, memoria episódica y de capacidad aeróbica, para luego planificar los días y horarios de participación en el PMCA.

6.5.1 Prueba de redes atencionales.

La determinación de las redes atencionales se realizó por medio del test: *Attention Network Test* (ANT) (https://www.sacklerinstitute.org/cornell/assays_and_tools/ant/jin.fan/), test computacional que evalúa de manera independiente las redes atencionales de alerta, orientación y conflicto. Más precisamente, mide la eficiencia de las tres redes atencionales determinadas en función de los “tiempos de reacción (TR)” ante una tarea. Antes de iniciar la prueba el participante debe estar sentado ergonómicamente frente a un computador de 15 pulgadas con una resolución de 1024 x 768 pixeles, a una distancia ideal de 65 cm y manipular con su mano hábil el “*mouse*” del computador con su botones derecho e izquierdo, en una sala insonorizada, sin distractores visuales y una temperatura de 21° Celsius.

La prueba consiste en la aparición de una flecha central acompañada de otros 4 estímulos (2 a cada lado) presentados en forma de flechas o líneas negras que van apareciendo de forma aleatoria en un fondo blanco de la pantalla. Las condiciones en las cuales aparecieron las flechas fueron: *condición neutral* (solo la flecha central acompañado de líneas negras); *condición congruente* (las cinco flechas en el mismo sentido izquierda o derecha); y, *condición incongruente* (flecha central en un sentido, y resto de las flechas acompañantes en sentido opuesto). Estas flechas fueron precedidas de 4 condiciones de “señales” que podían o no indicar el lugar donde aparecerían las flechas con un asterisco. Estas condiciones podían ser “sin señal”- solo punto de fijación-, “señal al centro” – con un asterisco-, “doble señal” -asterisco arriba y abajo- y “señal orientadora” -el lugar del asterisco indica la aparición de las flechas-. El tiempo entre los eventos están presentados en la figura 1.

El participante debe indicar lo más rápido posible el sentido de la flecha central con los botones derecho o izquierdo del “*mouse*” según corresponda a la señal mostrada en la pantalla. La tarea se presenta siempre en un bloque de 2 minutos de práctica con retroalimentación de la ejecución, tras los cuales el participante puede preguntar cualquier duda. Las condiciones experimentales se ejecutaron en 3 bloques de aproximadamente 7 minutos cada uno que consistieron en ensayos aleatorizados, pero manteniendo la misma proporción en cada bloque, 96 pruebas por bloque, haciendo un total de 288 pruebas. No se dio retroalimentación de

precisión durante la prueba, y se permitió un descanso entre bloque y bloque. Se contabilizaron los aciertos y tiempos de reacción en cada condición: neutral, congruente o incongruente.

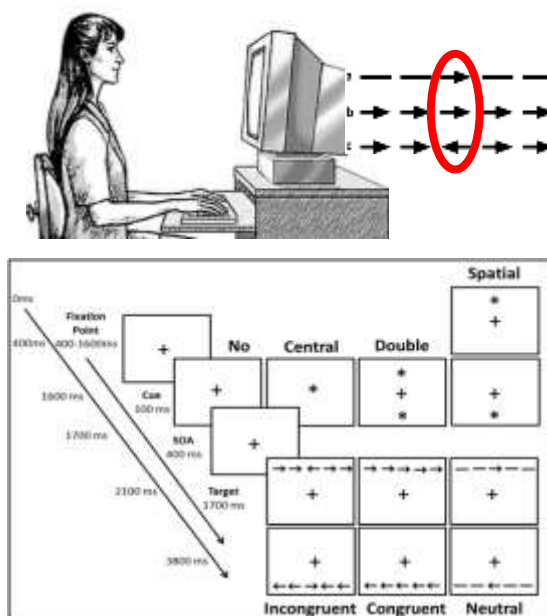


Figura 1: Configuración experimental del ANT. Imagen extraída de Pérez et. al (2014).

Para el cálculo de cada red atencional se utilizó las siguientes ecuaciones a los aciertos obtenidos (Adólfssdóttir et al., 2008; Jin Fan et al., 2001; MacLeod et al., 2010)

Red de Alerta: TR sin ninguna señal – TR con doble señal.

Red de Orientación: TR con señal central – TR con señal espacial

Red de Conflicto: TR con señal incongruentes – TR con señal congruentes.

Esta prueba no requiere uso de lenguaje específico, ni tampoco una preparación específica por parte del evaluador o participante.

6.5.2 Prueba de memoria episódica de repetición (USC-REMT University of Southern California).

La USC-REMT es una prueba inicialmente desarrollada por Parker (1995) e ideada para la valoración de la memoria episódica como constructo, utilizando contenidos verbales, y de esta forma poder evaluar recuerdo y reconocimiento. Consta de 3 partes en donde las personas evaluadas deben utilizar estrategias diferentes para: el recuerdo libre, el reconocimiento si/no y el reconocimiento de elección forzada, de una lista de 15 palabras de contenido semántico no relacionado. Su adecuación al léxico chileno, y posterior validación para población adulta

chilena la hacen un instrumento pertinente tanto para aplicación clínica como de investigación (Parker, Eaton, Whipple, Heseltine, & Bridge, 1995; Parker, Landau, Whipple, & Schwartz, 2004; Rojas-Barahona, Prado, & Förster Marín, 2011)

Es una prueba breve, de bajo costo, fácil comprensión y no requiere una capacitación avanzada por parte del evaluador. Su aplicación demora cerca de 15 minutos, y puede ser utilizada hasta en 7 oportunidades o momentos, ya que posee 7 listados de palabras diferentes e independientes, permitiendo su uso reiterado en el mismo sujeto.

La primera parte de la USC-REMT es el recuerdo libre. El evaluador debe leer a un listado de 15 palabras, de forma clara y con una separación de 2 segundos por cada una de ellas, así el participante, una vez terminado el procedimiento debe señalar verbalmente la mayor cantidad de palabras que recuerda. Lo anterior, es repetido en 3 oportunidades, con el mismo listado de palabras, pero en distinto orden cada vez. De esta forma, se indica el número de respuestas correctas, incorrectas y repetidas. El puntaje máximo de esta prueba es de 45 respuestas correctas.

La segunda parte de la prueba se denomina reconocimiento Si/No, en donde se debe leer una lista de 45 palabras, y el participante debe indicar (señalando Si o No) si dicha palabra se encontraba en el listado inicial de 15 palabras leídas previamente. Se registran el número de aciertos y fracasos, denominados en esta prueba como falsas alarmas. El puntaje máximo de esta prueba es de 15 respuestas correctas.

Finalmente, la tercera parte se denomina reconocimiento de elección forzada, en donde se procede a la lectura de 15 tríos de palabras, donde luego el participante debe nombrar cuál de las 3 palabras leídas se encontraba en el listado inicial. Se registra el número de aciertos. El puntaje máximo de esta prueba es de 15 respuestas correctas.

En esta investigación, se utilizaron los manuales de instrucción y aplicación de la USC-REMT los que fueron solicitados a los autores originales de la prueba y autores de la validación del instrumento.

Cabe mencionar, que cada participante fue evaluado en jornada de mañana entre las 09 y 13 horas, en una sala aislada de ruido, sentado confortablemente y con disposición voluntaria a realizar la prueba de memoria. En caso de que el participante declare no querer realizar la prueba o no sentirse en condiciones idóneas, podía retirarse voluntariamente.

6.5.3 Evaluación del consumo de oxígeno.

La determinación de la capacidad aeróbica a través del consumo de oxígeno, se realizó a través del protocolo de Balke para *treadmill* o caminadora eléctrica (ACSM, 2018; Potteiger, 2018). Este test es de características submáximo (no utiliza frecuencias cardíacas máximas) de medición indirecta del consumo de oxígeno, es decir a través de ecuaciones que incorporan el tiempo de duración en alcanzar el 80% de la frecuencia máxima.

Se evaluó la presión arterial, frecuencia cardíaca y sensación subjetiva de esfuerzo físico de todos los participantes antes de comenzar los test. Adicionalmente, cada participante fue monitorizado durante la prueba con un sensor de frecuencia cardíaca (marca Polar® RCX3), el cual entrega en tiempo real la frecuencia cardíaca ante el esfuerzo físico. Para el cálculo de la frecuencia cardíaca máxima de los participantes se utilizó la ecuación propuesta por Tanaka (2001) y revisada por la ACSM (2018) la cual consiste en: $208 - (0,7 * \text{edad})$ (ACSM, 2018; Tanaka, Monahan, & Seals, 2001). Si todo lo anterior, se encuentra en rangos de normalidad, se inicia el test con 3 minutos de calentamiento a una velocidad de 3,5 km/hr. Luego, los participantes hombres inician la prueba caminando con una velocidad constante de 5,4 km/hr y una pendiente de 0% durante el primer minuto. Desde el segundo minuto la pendiente va aumentando de forma progresiva un 1% sucesivamente cada minuto hasta alcanzar el 15%. En el caso de las participantes mujeres, la velocidad fue de 4,8 km/hr con una pendiente de 0% durante los 3 primeros minutos. Desde el tercer minuto la pendiente va aumentando 2.5% cada 3 minutos sucesivamente hasta alcanzar los 15%.

Para todos los participantes, la prueba se da por finalizada cuando se alcanza el 80% de su frecuencia cardíaca máxima. Una vez alcanzada dicha frecuencia, el test culmina con 3 minutos de “vuelta a la calma” o *cool down*. Posteriormente eran valoradas la frecuencia cardíaca y presión arterial, hasta el restablecimiento del reposo, una vez alcanzado los valores normales el participante podía retirarse.

El participante podía dar por terminado la prueba de forma voluntaria o por cansancio, activando manualmente un botón de seguridad, o desconectando un sujetador de seguridad entre la caminadora y su polera que frenaba la caminadora automáticamente. En todo momento, el participante fue acompañado por el investigador el cual estuvo alerta ante riesgo de caída o presencia de indicadores subjetivos de fatiga como palidez, exceso de sudoración, claudicación en la caminata, etc. Para esta investigación, el consumo de oxígeno se obtiene a partir de las

siguientes ecuaciones descritas para el test de Balke para hombres y mujeres (tanto activos como sedentarios):

La ecuación utilizada para hombres en el cálculo del consumo de oxígeno registra un coeficiente de correlación = 0,92; y un error estándar estimado 2,50 ml*kg⁻¹*min⁻¹ comparado con métodos de medición directos de consumo de oxígeno.

Ecuación:

$$\text{Consumo de oxígeno} = 1,444(\text{tiempo en alcanzar 80\% frecuencia cardíaca}) + 14,99.$$

Para el caso de las mujeres, de igual forma, la ecuación utilizada indica valores de coeficiente de correlación =0,94 y un error estándar estimado 2,20 comparado con métodos de medición directos de consumo de oxígeno.

Ecuación:

$$\text{Consumo de oxígeno} = 1,38(\text{tiempo en alcanzar 80\% frecuencia cardíaca}) + 5,22$$

6.5.4 Programa de mejoramiento de la condición aeróbica.

Luego de finalizadas las tres pruebas iniciales (capacidad aeróbica inicial, ANT y memoria episódica), se planifica con cada participante los 3 días semanales de asistencia al programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica, los cuales podían ser de forma consecutiva o no. Sin embargo, se sugirió que durante la primera semana fueran intercalados con días de descanso para permitir una adecuación al ejercicio de forma gradual. La modalidad de ejercitación fue la denominada tipo HIIT (*High Intensity Interval Training*), la cual consiste en la realización de ejercicios que involucren la participación de grandes grupos musculares idealmente de todo el cuerpo de forma intensa por un periodo de tiempo acotado. En este caso se utilizó un marco de 20 minutos de ejercicios intensos. El programa se realizó en un gimnasio adecuado para esta actividad a una temperatura de 21° Celsius. Cada entrenamiento se inicia con la valoración de la frecuencia cardíaca y 5 minutos de calentamiento y luego los ejercicios a realizar, y finalmente la práctica del ejercicio durante 20 minutos (ver anexo 4). Se finaliza con 5 minutos de *cool down* o hasta que el participante regrese a su frecuencia cardíaca de base.

También, se incorporaron estiramientos básicos de la musculatura involucrada en la rutina luego de terminar cada sesión.

Cada sesión consistió en 5 ejercicios diferentes los cuales fueron repetidos 8 veces. Cada repetición involucró que, durante 20 segundos, según la tolerancia de cada participante, repitiera dicho ejercicio intensamente, seguido de 10 segundos de descanso hasta alcanzar las 8 veces, completando 4 minutos por ejercicios, y así, contabilizar los 20 minutos totales de duración del entrenamiento. Estos ejercicios deben ser mantenidos al menos 3 veces por semana, durante 8 semanas consecutivas. Durante las 24 sesiones programadas, 3 ayudantes de investigación colaboraron en que los participantes ejecutaran de forma correcta los ejercicios, como también identificar signos de fatiga o sencillamente animar a los participantes durante los 20 segundos de ejercicio intenso de cada repetición. Finalmente, la situación experimental quedó configurada como se muestra en la figura 2:

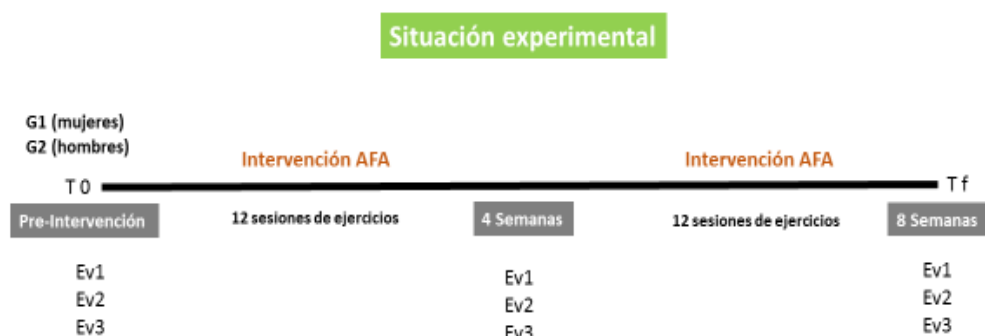


Figura 2: G1 y G2 (grupos de mujeres y hombres respectivamente); Intervención AFA (periodo de intervención con actividad física aeróbica); Ev1, Ev2 y Ev3 (Evaluación de redes atencionales, memoria episódica y capacidad aeróbica respectivamente) en tres momentos T0 (pre -intervención); luego de 4 semanas iniciado el PMCA, y al finalizar Tf (a las 8 semanas).

6.6 Definición de Variables

6.6.1 Variable independiente.

-Capacidad aeróbica: Se refiere a la capacidad del corazón, los vasos sanguíneos y los pulmones para funcionar eficientemente y realizar actividades sostenidas con poco esfuerzo, menos fatiga y con una recuperación rápida. Se puede expresar de forma cualitativa o cuantitativa a través de la determinación del consumo de oxígeno, que se refiere a la cantidad máxima de oxígeno que

el cuerpo puede absorber, transportar y utilizar a nivel muscular durante el ejercicio aeróbico. Operacionalmente, se define en volumen expresado en $\text{ml} \times \text{kg}^{-1} \times \text{min}^{-1}$ (Baquet, Van Praagh, & Berthoin, 2003; Martin & Clémenc, 2014; Potteiger, 2018)

6.6.2 Variables dependientes.

-Redes atencionales: La atención es la capacidad de focalizar la mente sobre una tarea u objetivo, se considera junto a la memoria una función cognitiva clave para la adquisición del aprendizaje. En el modelo de los autores Posner & Petersen (2012, 2015) la atención es una red con un sustrato anatómico y funcional distinto. Esta estaría dividida en 3 redes: alerta, orientación y conflicto. La red de alerta permite el mantenimiento de un estado vigilante y alerta; la red de orientación es responsable del movimiento de atención a través del espacio para atender eventos sensoriales; y la red ejecutiva permite el monitoreo y la resolución de conflictos en situaciones de interferencia. Operacionalmente, cada una de las redes puede ser determinada de forma independiente mediante el cálculo de los tiempos de reacción detectados en el *attention network test*, cuyos valores son expresados en unidades de milisegundos (Williams et al., 2016).

-Memoria episódica: Se define como un tipo de memoria declarativa explícita. Es una habilidad cognitiva que consiste en un sistema encargado de recordar eventos o sucesos propios de la persona en un tiempo y espacio específico (Parker et al., 2004). Operacionalmente, y por medio de la evaluación de la prueba USC-REMT, ésta se define como los aciertos en recuerdos de palabras que se asocian a un sistema de recuerdo personal (Ojea Ortega et al., 2013; Rojas-Barahona et al., 2011).

6.7 Criterios de Rigor Metodológico

6.7.1 Validez.

Según Roberto Hernández Sampieri (2015) la validez es el grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir. Para esto se expresan los siguientes criterios de rigor metodológico desde la validez:

6.7.2 La validez de contenido.

Tanto los instrumentos que medirán el consumo de oxígeno, las redes atencionales, y memoria episódica refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Y, desde la perspectiva de Bohrnstedt (1976) la medición que se realiza en esta investigación representa a los tres conceptos o variables que se analizan.

6.7.3 La validez de constructo.

Así, desde esta perspectiva los tres instrumentos se ven representados, y miden el concepto teórico de cada uno de estos. De esta manera, son instrumentos utilizados de manera frecuente en investigación experimental. (Grinnell, Williams y Unrau, 2009).

6.7.4 Objetividad.

Desde este punto de vista, los 3 instrumentos utilizados no son permeables a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administran, califican e interpretan. Arrojan valores numéricos como en milisegundos (ANT), números de aciertos (USC-REMT) y $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ en el caso del consumo de oxígeno (VO_2), por lo tanto, desde esta perspectiva, esta investigación cumple criterios de objetividad.

6.7.5 Confiabilidad.

Otro criterio importante de destacar es la confiabilidad de esta investigación dado que durante la elección de los instrumentos de medición no hubo improvisación en su elección, el cual se ajustó a la literatura disponible y a su utilización en estudios primarios donde cumpliera con altos niveles de especificidad y sensibilidad. Adicionalmente, mencionamos que los instrumentos son adecuados y empáticos, es decir, no requiere complejidad en su aplicación.

Todas las evaluaciones se realizaron en ambientes preparados y ajustados para no interferir en los resultados obtenidos. Finalmente, se utilizaron criterios de estandarización en la aplicación, es decir, se siguieron las indicaciones propuestas por la ACSM en el caso de la valoración del consumo de oxígeno, y manuales de aplicación en el caso de USC-REMT y ANT. Los aspectos mecánicos de los instrumentos también son sencillos.

6.8 Criterios de ética científica

Se mantuvieron los principios de Belmont (1979) de conducta ética durante la investigación sobre el respeto a los participantes, beneficencia y justicia. En este sentido, los participantes recibieron oportunamente toda la información necesaria de la investigación para que decidieran con autonomía si querían o no ser parte de la investigación. Todos los participantes aceptaron voluntariamente y fueron informados verbalmente y por escrito a través de un consentimiento informado aprobado por la dirección de posgrado de la Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación. Los formularios, cuestionarios y los protocolos también fueron revisados y visados por la dirección de posgrado quien autorizó la realización de la investigación.

Desde el principio de beneficencia, se procuró obligatoriamente cuidar del bienestar de los participantes, no causando daño y reduciendo al mínimo los riesgos asociados a la participación y en particular con la práctica de actividad física. Por otra parte, el practicar dicha actividad física traerá beneficios físicos como mentales. En la aplicación del principio de justicia, se procuró que a través de los criterios de inclusión y exclusión los participantes fueran tratados de forma justa y equitativa en cuanto a los riesgos y beneficios de la investigación. También se aseguró el principio de confidencialidad en donde se garantiza el derecho a la intimidad manejando la información recopilada de manera confidencial en el computador personal del investigador principal. En este sentido se garantizó, que nunca se publicará ni se divulgará a través de ningún medio los nombres de los participantes ni ningún dato que pudiese identificarlos. Para el análisis de datos, los participantes fueron identificados numéricamente con la finalidad de mantener anonimato y evitar sesgos de confusión. Adicionalmente, se les informó a los participantes sobre los riesgos menores de participación, información de contacto para realizar preguntas relacionadas con la investigación, como también las condiciones de participación, más concretamente su derecho el derecho a negarse o retirarse sin sanción o menoscabo.

Todos los documentos como consentimientos informados y formularios de auto reporte fueron resguardados por el investigador principal. Adicionalmente, todos los consentimientos informados fueron remitidos a la dirección de posgrado del programa de doctorado como evidencia del procedimiento.

6.9 Métodos de Análisis

La organización previa de los datos fue realizada en Microsoft Excel ® 2016, mientras que el análisis estadístico descriptivo como inferencial se realizó mediante el paquete estadístico SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) versión 23. Se utilizaron pruebas de supuestos estadísticos para la presentación de variables, tanto de normalidad y homocedasticidad. Los resultados tanto descriptivos como inferenciales se obtuvieron por medio de un análisis paramétrico para las variables que cumplieron con los supuestos estadísticos, mientras que se optó por un análisis no paramétrico para las variables que no cumplieran tales supuestos. Principalmente se utilizaron para la estadística descriptiva medidas de tendencia central y dispersión como la media y mediana, rangos intercuartílicos y desviación estándar. Para el análisis inferencial se utilizó pruebas de Friedman para determinar las diferencias entre momentos de evaluación. Para determinar, más específicamente, la diferencia entre dos momentos se utilizó la prueba de Rangos de Wilcoxon. El nivel de significancia para todas las pruebas fue fijado en un valor menor a 0,05.

7. Resultados

A continuación, se presentan los resultados ordenados por variable explorada: consumo de oxígeno, memoria episódica y redes atencionales, en cada uno de los tres momentos de valoración: pre-intervención, cuatro y ocho semanas posteriores a la implementación del PMCA.

7.1 Variable Consumo de Oxígeno

En la **tabla 1** se observa la condición basal de los participantes antes de comenzar el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica. El grupo de mujeres que representa el 59,5% de la muestra total (n=22) al ser analizado en su tendencia central mostró un comportamiento grupal de 25,05 ml/kg/min⁻¹ como media (mediana 23,77 ml/kg/min⁻¹) y una desviación estándar de 4,95 los que comparado con los valores normativos propuestos por la ACSM (determinados desde el *Cooper Institute*, 2006) categorizan en un nivel “pobre” (≤ 35 ml/kg/min⁻¹) el nivel más bajo para este rango etario. A su vez, ninguna de las participantes mujeres pudo alcanzar un nivel superior al “pobre”, siendo el valor máximo obtenido de 33,33 ml/kg/min⁻¹.

Por su parte, el grupo de los hombres que representa un 40,5% de la muestra total (n=15) obtuvo un valor de 38,18 ml/kg/min⁻¹ como media (mediana 36,49 ml/kg/min⁻¹) y una desviación estándar de 9,95, categorizando también como “pobre” (≤ 41 ml/kg/min⁻¹). Sin embargo, este grupo presenta valores máximos que superan el nivel pobre llegando incluso a niveles de “superior” con un consumo de oxígeno de 62,76 ml/kg/min⁻¹, representando mayor variabilidad en sus valores.

Tabla 1 Descripción del consumo de oxígeno momento pre-intervención. Agrupación por sexo y grupo total.

Sexo	N	% de N total	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Mujeres	22	59,5%	25,0518	23,7700	4,95839	16,56	33,33
Hombres	15	40,5%	38,1860	36,4900	9,95890	27,94	62,76
Total	37	100,0%	30,3765	29,2700	9,78006	16,56	62,76

La **tabla 2** muestra el supuesto de normalidad a través de la prueba Shapiro-Wilk para los valores de consumo de oxígeno pre-intervención, 4 y 8 semanas, tanto para el grupo de las mujeres como el de hombres.

Tabla 2 Pruebas de normalidad del consumo de oxígeno en los tres momentos de evaluación.

	Género	Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	p-valor
Pre-intervención	Mujeres	,951	22	,327
	Hombres	,860	15	,024
4 semanas	Mujeres	,933	22	,143
	Hombres	,823	15	,007
8 semanas	Mujeres	,950	22	,319
	Hombres	,837	15	,011

En el caso del grupo de mujeres, presentan valores de significancia estadística $> 0,05$ asumiendo que los datos se distribuyen de forma normal. Para el caso de los hombres, los cuales para los tres momentos presentan valores de significancia $< 0,05$, rechazando hipótesis para normalidad de datos.

Gráfico 1 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.

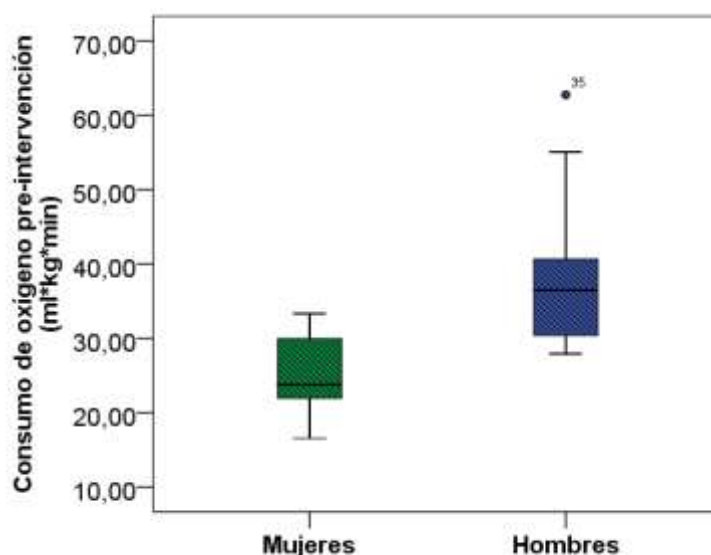


Gráfico 2 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.

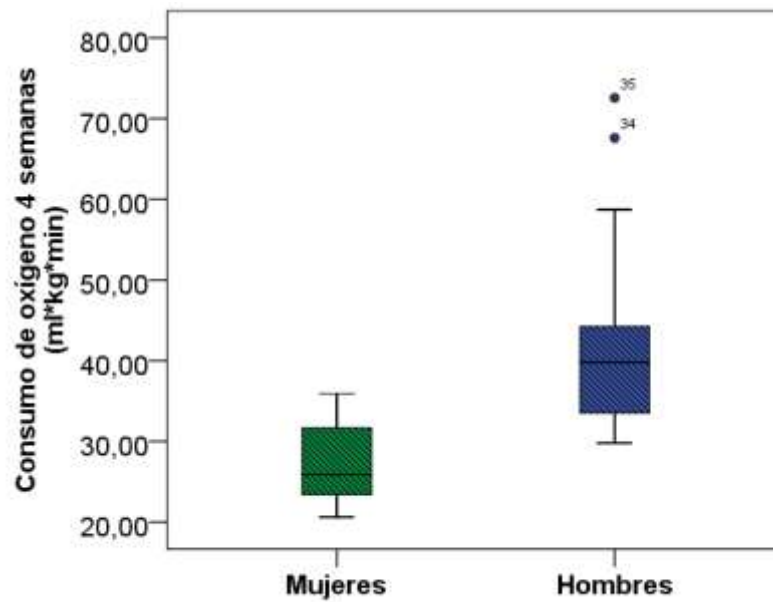
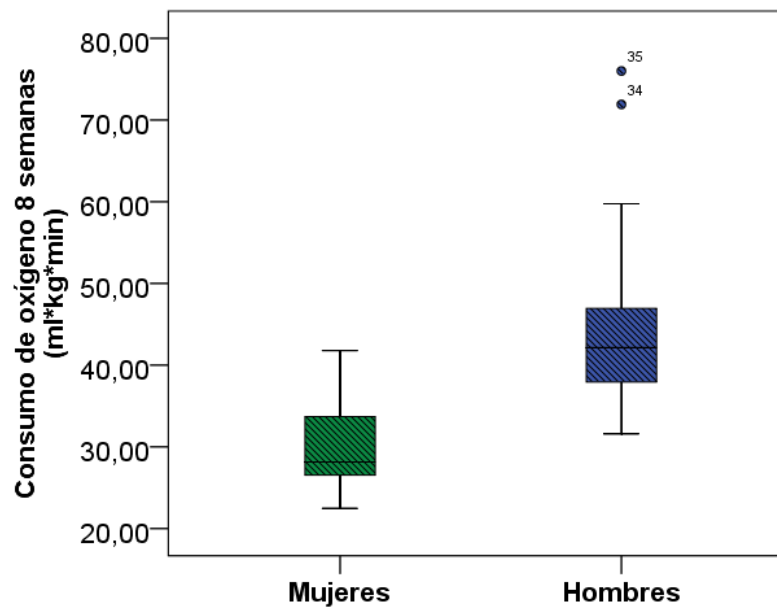


Gráfico 3 Comparación del consumo de oxígeno grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.



En los gráficos 1, 2 y 3 se observa descriptivamente el predominio de los hombres en las pruebas de consumo de oxígeno comparado con las mujeres a lo largo de los tres momentos de

evaluación. No obstante, es interesante marcar este comportamiento de ambos grupos en niveles bajos de capacidad aeróbica, exceptuando dos participantes que aparecen fuera del campo del box plot durante la cuarta y octava semana. Lo anterior, hace notar que pre-intervención es un grupo con todas las condiciones para mejorar su capacidad aeróbica.

En la **tabla 3** se indican los estadígrafos para la prueba de homogeneidad de varianzas. Se puede asumir que solo el momento pre-intervención presenta homogeneidad de varianzas con un valor de F (4,068) y p-valor 0,51 ($>0,05$).

Tabla 3 Pruebas de homogeneidad de varianzas para consumo de oxígeno.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Pre-intervención	4,068	1	35	,051
4 semanas	9,824	1	35	,003
8 semanas	7,039	1	35	,012

En la **tabla 4** y **gráfico 4** se observa la distribución por deciles de ambos grupos. Se muestra claramente que el 100% del grupo de mujeres se concentra en los 3 deciles más bajos. En el caso del grupo de hombres, 11 participantes (73,33%) se concentran en los 3 deciles más bajos con valores igual o menor a $41 \text{ ml/kg/min}^{-1}$.

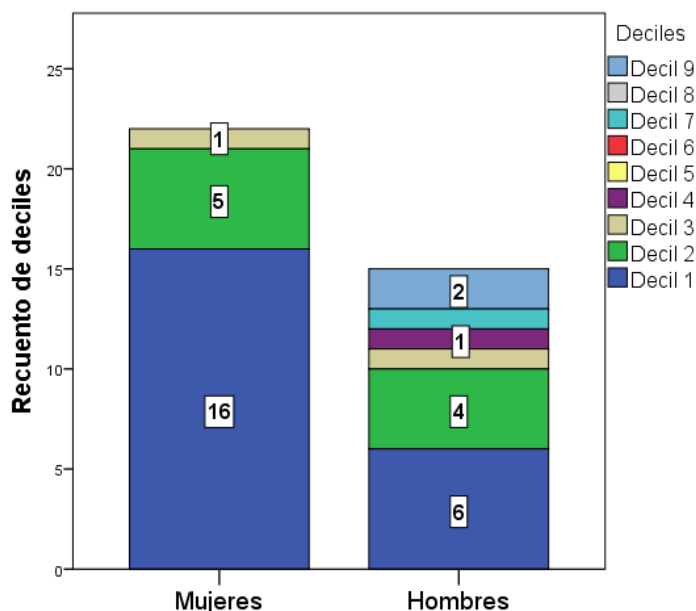
Tabla 4 Agrupación por sexo y distribución en deciles de valores pre-intervención de consumo de oxígeno.

GRUPO MUJERES			GRUPO HOMBRES		
Decil	N	*VO2 pre intervención (ml*kg*min)	Decil	N	*VO2 pre intervención (ml*kg*min)
9	-	49	9	2	55,1
8	-	44,2	8	-	52,1
7	-	41	7	1	49
6	-	39,4	6	-	47,4
5	-	37,8	5	-	44,2
4	-	36,2	4	1	42,6
3	1	33	3	1	41
2	5	31,4	2	4	37,8
1	16	28,3	1	6	34,6

* Valores referenciales extraídos de ACSM (2014).

En el grupo de mujeres, impresiona el número de 16 participantes (72,72%) en el decil 1, reafirmando la clara tendencia a tener un comportamiento inicial muy por debajo del límite de “pobre” de 35 ml/kg/min⁻¹.

Gráfico 4 Distribución por deciles al momento pre-intervención



En la **tabla 5** se observan los resultados del consumo de oxígeno obtenido luego de 4 semanas de iniciado el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica, mostrando cambios favorables en ambos grupos de participantes con relación al momento pre-intervención. De esta forma, el grupo de mujeres sube de 25,05 a 27,06 ml/kg/min⁻¹ en sus valores promedios, representado así un ascenso del 8,02%. Por otra parte, el grupo de hombres tiene un ascenso de 38,18 a 43,02 ml/kg/min⁻¹ con relación al valor promedio, representado en un 12,67% de mejoría en el consumo de oxígeno.

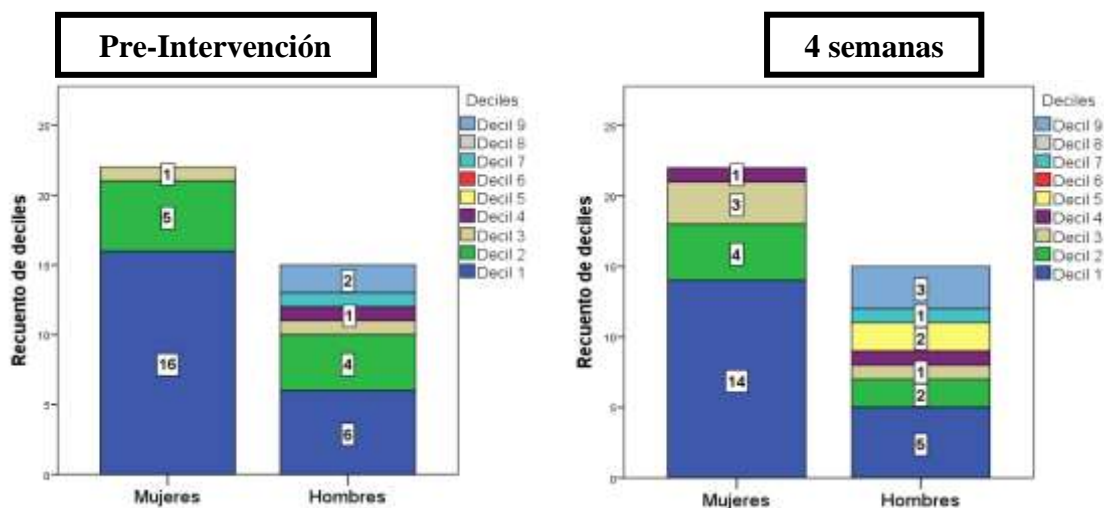
Tabla 5 Descripción del consumo de oxígeno luego de 4 semanas del PMCA.

Sexo	N	% de N total	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Mujeres	22	59,5%	27,0664	25,8950	4,50437	20,63	35,93
Hombres	15	40,5%	43,0293	39,7800	13,10603	29,79	72,56
Total	37	100,0%	33,5378	31,8400	11,90648	20,63	72,56

En el **gráfico 5** se observa la movilidad de deciles inferiores hacia deciles superiores luego de las primeras 4 semanas de iniciado el PMCA en ambos grupos de participantes. En el caso de las mujeres se constata como el decil 1 disminuye en 2 participantes, así como también el aumento del decil 3 a 3 participantes y la emergencia del decil 4. De igual forma, se puede

apreciar una movilidad similar en el grupo de hombres que disminuyen en los deciles 1 y 2, migrando hacia los deciles superiores.

Gráfico 5 Distribución de deciles del consumo de oxígeno y comparación de grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 4 semanas del PMCA.



En la **tabla 6** se muestran los valores de consumo de oxígeno luego de 8 semanas de intervención con del PMCA. Se evidencia como la mejoría del consumo de oxígeno continúa aumentando con respecto a los valores iniciales pre-intervención. De esta forma, para el grupo de mujeres el aumento de un 25,05 a un 29,76 ml/kg/min⁻¹ en el promedio refleja un 18,80% de mejoría en el consumo de oxígeno entre el momento pre-intervención y 8 semanas. A su vez, el análisis entre las 4 y 8 semanas demuestra también un ascenso, en este caso de un 9,97%.

Para los hombres, el aumento desde 38,18 a 45,85 ml/kg/min⁻¹ evidencia un crecimiento en el 20,08% entre los momentos pre-intervención y 8 semanas; y un aumento del 6,57% entre las 4 y 8 semanas.

Tabla 6 Descripción del consumo de oxígeno luego de 8 semanas del PMCA. Grupos mujeres, hombres y grupo total.

Sexo	N	% de N total	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
Mujeres	22	59,5%	29,7605	28,1400	5,23536	22,47	41,79
Hombres	15	40,5%	45,8560	42,1400	13,41396	31,60	76,00
Total	37	100,0%	36,2857	33,7000	12,25342	22,47	76,00

En el **gráfico 6** se representan las últimas 4 semanas del programa de mejoramiento constatándose de igual manera que la migración desde deciles más bajos hacia los más altos en ambos grupos de participantes sigue ocurriendo.

El contraste final se observa en el **gráfico 7** donde se constata la diferencia entre los momentos pre-intervención y 8 semanas, dando cuenta del cambio inicial de los 3 deciles de mujeres hacia el posicionamiento en deciles superiores a través del tiempo. El grupo de hombres de igual forma aumenta el número de participantes sobre el tercer decil.

Gráfico 6 Distribución en deciles del consumo de oxígeno y comparación grupos mujeres y hombres entre momentos 4 semanas y 8 semanas del PMCA.

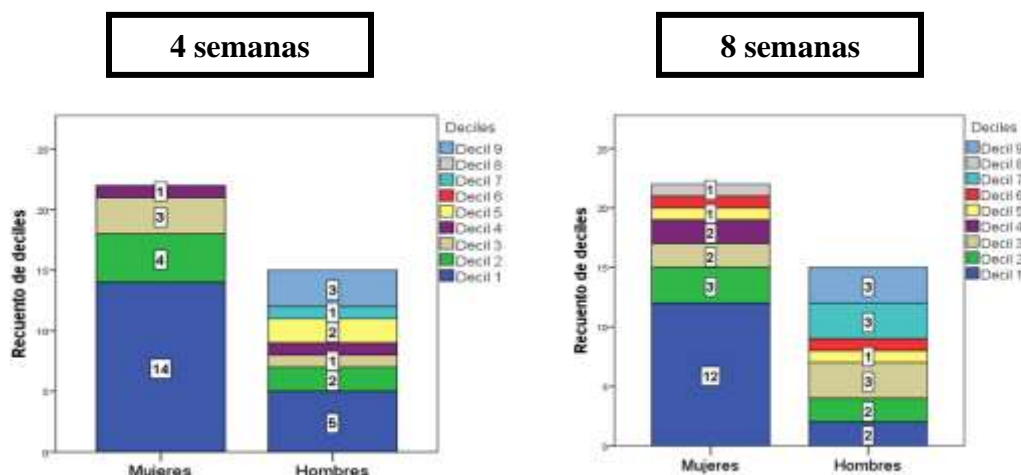
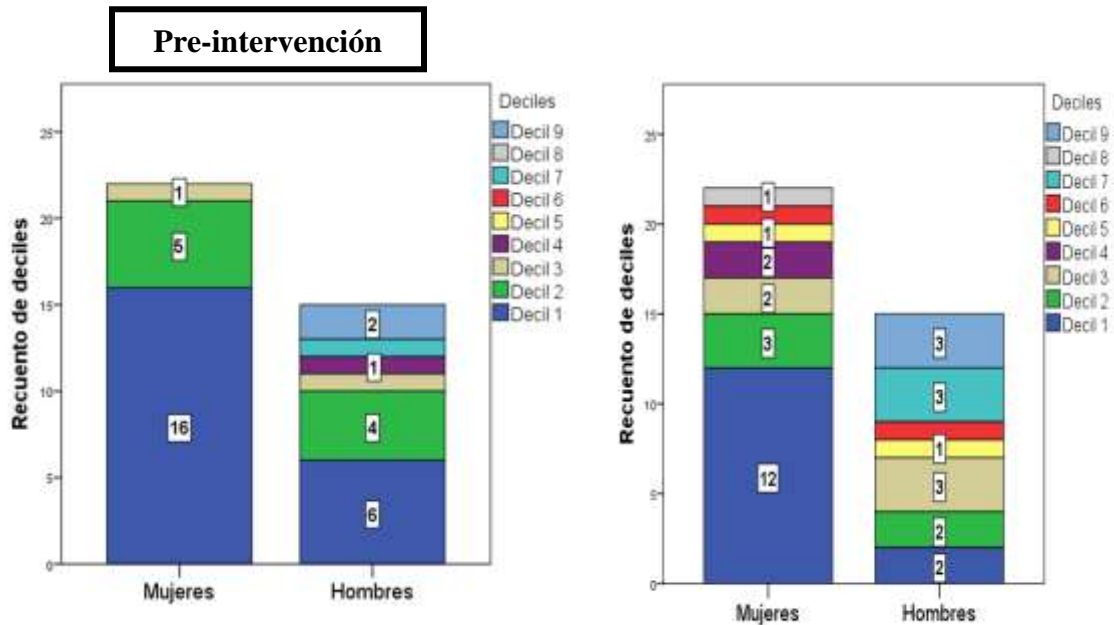


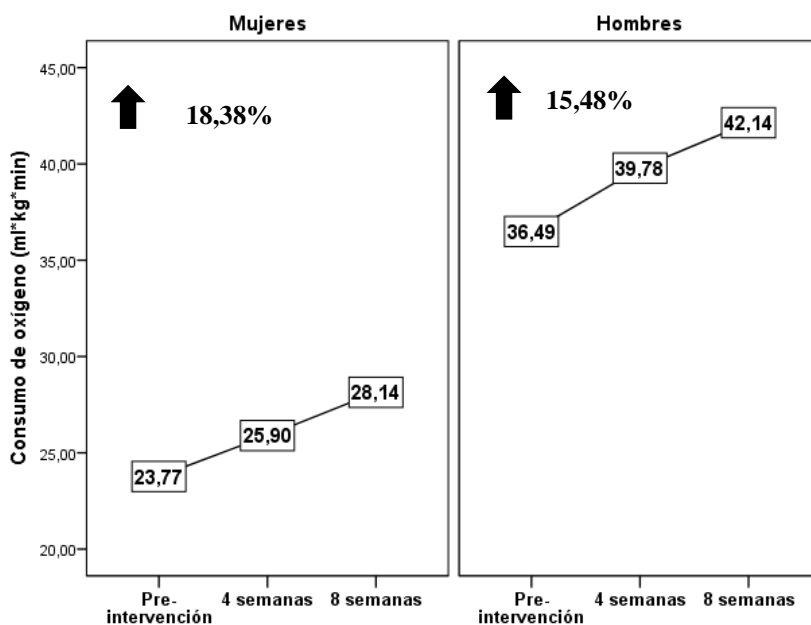
Gráfico 7 Distribución en deciles del consumo de oxígeno y comparación grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 8 semanas del PMCA.



El **gráfico 8** muestra la conducta en el tiempo del consumo de oxígeno tanto en mujeres como en hombres, dando cuenta de un aumento gradual en cada uno de los momentos de valoración, mostrando así, que a medida nos acercamos a las 8 semanas el aumento es cada vez mayor en relación con el punto de partida pre-intervención, ascendiendo de 23,77 a 28,14 ml*kg*min para el grupo de mujeres, y de 36,49 a 42,14 ml*kg*min para el grupo de hombres.

De esta forma, para el grupo de mujeres, el cambio ocurrido entre el momento pre-intervención y ocho semanas representa un aumento del 18,38% como mejoramiento de la capacidad aeróbica. Mientras que para los hombres en la misma situación representa un aumento del 15,48%.

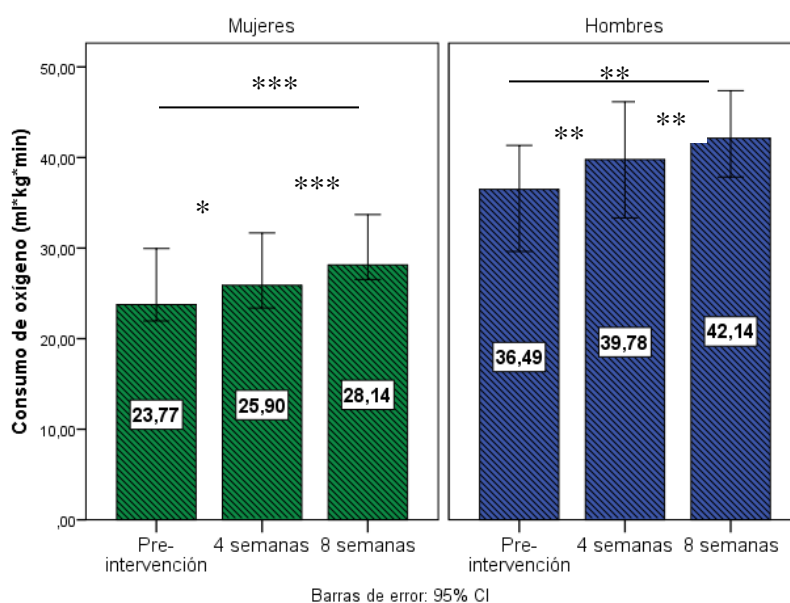
Gráfico 8 Evolución del consumo de oxígeno a lo largo de 8 semanas en grupos de mujeres y hombres.



Por otra parte, en el **gráfico 9** se observa en detalle dicha conducta señalando las diferencias estadísticamente significativas entre los distintos momentos de la evaluación. Para tal efecto, se utilizó la prueba de Friedman sobre las distribuciones del consumo de oxígeno en los distintos momentos para el grupo de mujeres y hombres. Posteriormente, como post hoc se realizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la determinación de la significancia entre momentos. En las mujeres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,18; 1,93; 2,89 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 33,247 con un p-valor de 0,000 ($< 0,05$). Lo anterior, indica que los valores obtenidos para los 3 momentos son diferentes. En este sentido, podemos afirmar que los cambios ocurridos en el consumo de oxígeno no son los mismos entre los momentos. Para el grupo de hombres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,03; 2,03; 2,93 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 27,559 con un p-valor de 0,000 ($< 0,05$). Lo anterior, indica que los valores obtenidos para los 3 momentos son diferentes. En este sentido, podemos afirmar que también en el grupo de hombres los cambios ocurridos en el consumo de oxígeno no son los mismos entre los momentos.

Para analizar la situación entre momentos, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Primero, en el grupo de mujeres se obtuvo para la pareja de momentos pre-intervención y cuatro semanas un valor de $Z = -3,036$ con un p valor de $0,002 (< 0,05)$; para la pareja de momentos cuatro y ocho semanas un valor $Z = -3,662$ con un p valor de $0,000 (< 0,05)$; finalmente para la pareja de momentos pre-intervención y ocho semanas se obtuvo un valor $Z = -4,107$ con un p valor de $0,000 (< 0,05)$. Su contraparte, el grupo de hombres, para el momento pre-intervención y cuatro semanas se obtuvo un valor para $Z = -3,296$ con un p valor de $0,001 (< 0,05)$; para los momentos cuatro y ocho semanas el valor de $Z = -3,351$ con un p valor de $0,001 (< 0,05)$; finalmente para los momentos pre-intervención y ocho semanas el valor $Z = -3,408$ con un p valor de $0,001 (< 0,05)$. Por tanto, también se puede afirmar que los valores entre grupo y entre momento son distintos.

Gráfico 9 Comparación y evolución del consumo de oxígeno a lo largo de 8 semanas.



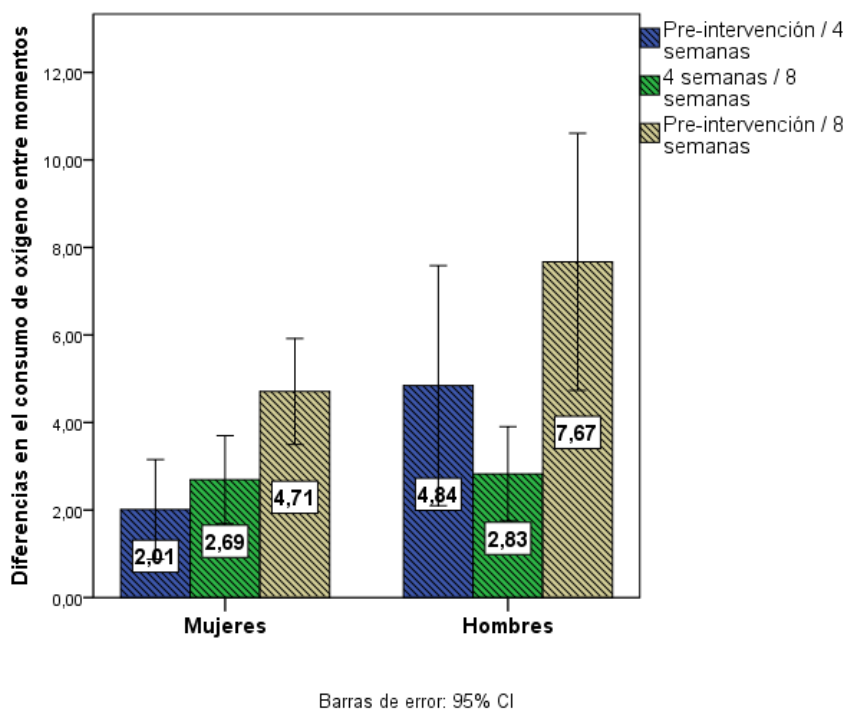
* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,000$

En el **gráfico 10** se puede observar las diferencias de consumo de oxígeno que se obtuvieron entre momentos. En este sentido todas las diferencias que ocurren son positivas, indicando que el consumo de oxígeno siempre aumentó. Para el grupo de las mujeres se observa como esta diferencia entre el momento pre-intervención y 4 semanas llega a un aumento de 2,01 puntos, mientras que para el momento 4 semanas y 8 semanas es de 2,69 puntos, contabilizando un total

de 4,71 puntos luego de 8 semanas de mejoramiento de la capacidad aeróbica. Para el grupo de hombres, el aumento obtenido entre el momento pre-intervención y 4 semanas fue de 4,84 puntos, mientras que entre el momento 4 semanas y 8 semanas fue de 2,83 puntos, contabilizando un total de 7,67 puntos durante las 8 semanas.

De esta forma, el grupo de los hombres tiene un ascenso mayor que las mujeres, pero con un mayor impacto en las primeras 4 semanas de iniciado el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica, mientras que para el grupo de las mujeres las últimas 4 semanas representan mayor cambio en el consumo de oxígeno.

Gráfico 10 Comparación y evolución del consumo de oxígeno durante 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.



Para el análisis entre sujetos, grupo mujeres y hombres, no se observó que sus cambios representen diferencias entre ellos. Para tal observación, se utilizó el estadístico de prueba U de Mann-Whitney, que, para el caso del grupo de mujeres, las diferencias acaecidas entre el momento pre-intervención y 4 semanas presenta un rango promedio de 16,55, mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 22,60 (suma de rangos 364 y 339 respectivamente), un

estadístico U de 111 con un p-valor 0,095 ($> 0,05$). Lo anterior, indicaría que la variable sexo no influye en el consumo de oxígeno para estos grupos de participantes.

Para el caso, 4 semanas y 8 semanas, el grupo de mujeres presenta un rango promedio de 18,68 mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 19,47 (suma de rangos 411 y 292 respectivamente), un estadístico U de 158 con un p-valor 0,829 ($> 0,05$). Lo anterior, indicaría que la variable sexo no influye en el consumo de oxígeno para estos grupos de participantes entre las 4 y 8 semanas.

Finalmente, en el momento pre-intervención y 8 semanas, el grupo de mujeres presenta un rango promedio de 16,57 mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 22,57 (suma de rangos 364,50 y 338,50 respectivamente), un estadístico U de 111,50 con un p-valor 0,098 ($> 0,05$). Lo anterior, indicaría de igual forma que la variable sexo no influye en el consumo de oxígeno para estos grupos de participantes entre el momento pre-intervención y 8 semanas.

7.2 Variable Memoria Episódica

En la **tabla 7** se puede apreciar los resultados pre-intervención del test de memoria episódica con sus 3 subítem recuerdo libre, reconocimiento si/no y reconocimiento elección forzada agrupados por sexo y grupo total. Para el “recuerdo libre” en el grupo de mujeres se puede constatar que de un máximo de 45 puntos se logró como media 26,32 aciertos (mediana = 27) con una desviación estándar de 2,73. Adicionalmente, el valor mínimo/máximo fue de 21/31. Para el caso de los hombres la media fue 22,87 aciertos (mediana =23) con una desviación estándar de 5,27 y valores mínimos/máximos de 15/34. Los valores en el reconocimiento si/no para mujeres y hombres fueron 14,23 y 14,33 respectivamente; en tanto el reconocimiento de elección forzada para mujeres y hombres fue 14,86 y 15 aciertos respectivamente, valores muy cercanos a los máximos establecidos.

Tabla 7 Análisis descriptivo de memoria episódica pre-intervención. Grupos mujeres, hombres y total.

Sexo		Recuerdo libre pre-intervención	Reconocimiento si o no correctas	Reconocimiento elección forzada correctas
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	26,32	14,23	14,86
	Mediana	27,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	2,732	1,066	,351
	Mínimo	21	12	14
	Máximo	31	15	15
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	22,87	14,33	15,00
	Mediana	23,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	5,276	1,047	,000
	Mínimo	15	12	15
	Máximo	34	15	15
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	24,92	14,27	14,92
	Mediana	26,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	4,258	1,045	,277
	Mínimo	15	12	14
	Máximo	34	15	15

Para demostrar el supuesto de normalidad en los momentos pre-intervención, 4 semanas y 8 semanas, tanto para el grupo de las mujeres como el de hombres, se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk, dichas pruebas fueron aplicadas solo a la dimensión recuerdo libre, que fue donde se centró el análisis. Las dimensiones de reconocimientos fueron desestimadas por su naturaleza distinta al recuerdo libre, ya que, se centran y son sensibles en personas con algún tipo disfunción de la memoria. En este sentido, tanto el reconocimiento si/no como el reconocimiento de elección forzada, en todos los momentos, tanto en mujeres como en hombres, se obtuvieron valores cercanos a su límite máximo.

En la tabla 8, se pueden observar las pruebas de normalidad para el ítem “recuerdo libre”. Adicionalmente, en el **gráfico 11, 12 y 13** se exponen descriptivamente la distribución del recuerdo libre en los tres momentos.

Tabla 8 Pruebas de normalidad del recuerdo libre para los tres momentos.

	Género	Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	p-valor
Recuerdo libre pre-intervención	Mujeres	,950	22	,315
	Hombres	,964	15	,758
Recuerdo Libre 4 semanas	Mujeres	,907	22	,042
	Hombres	,899	15	,092
Recuerdo libre 8 semanas	Mujeres	,972	22	,762
	Hombres	,964	15	,760

Gráfico 11 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.

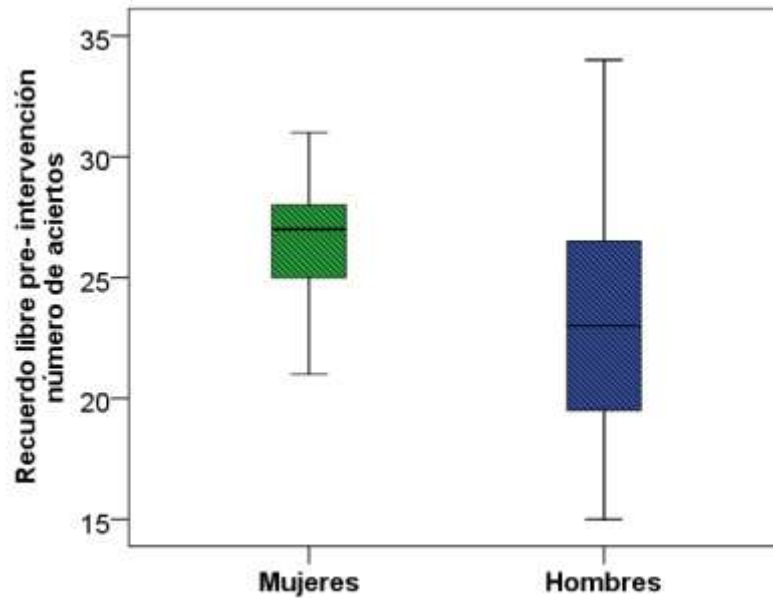


Gráfico 12 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres luego de 4 semanas de PMCA.

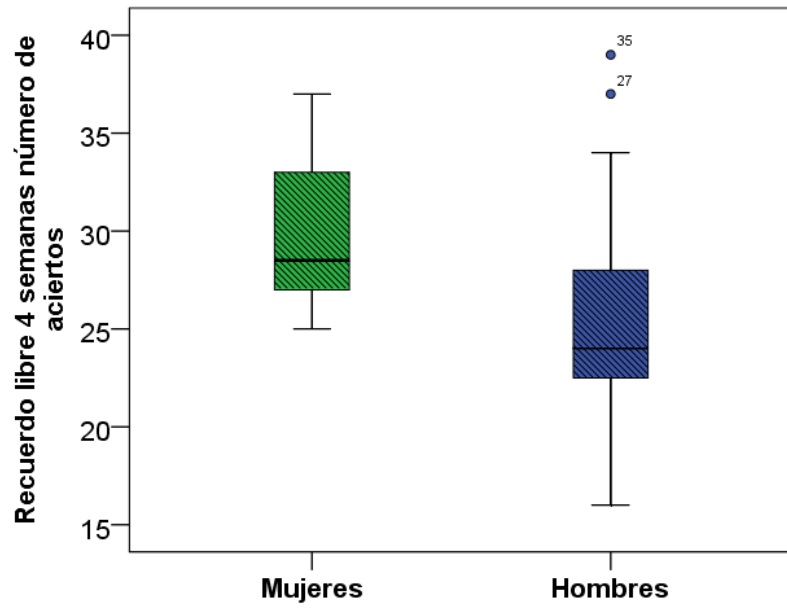
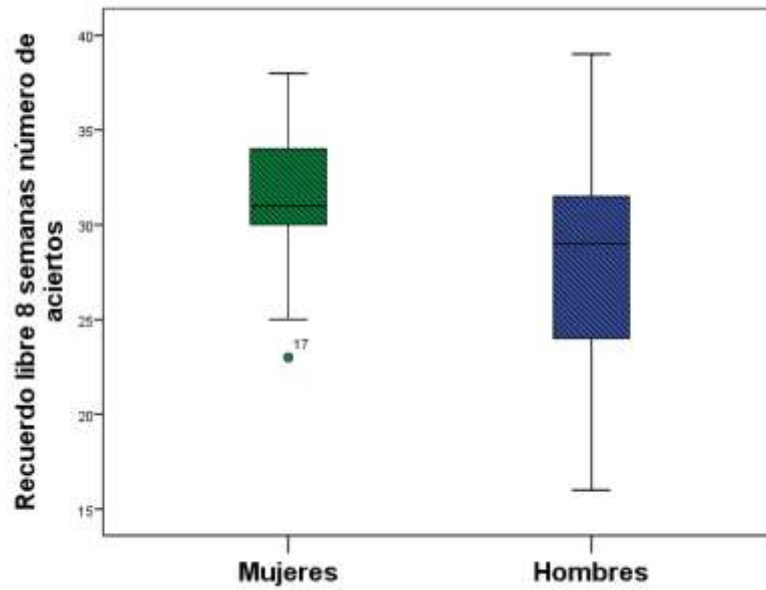


Gráfico 13 Box-plot de distribución del recuerdo libre. Comparación grupo mujeres y hombres luego de 8 semanas del PMCA.



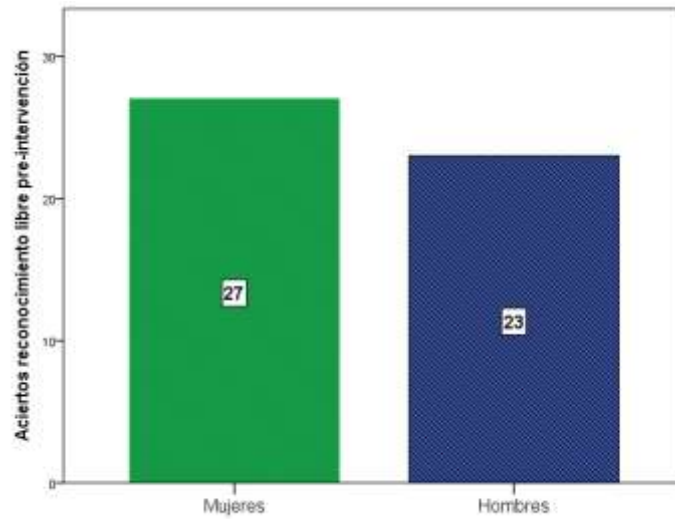
En la **tabla 9** se indican los estadísticos para la homogeneidad de varianza. Para el momento pre-intervención y 4 semanas se obtuvieron unos valores de F (8,115) y F (5,075) respectivamente. Lo anterior, indica el rechazo de hipótesis nula de igualdad de varianzas. Por otra parte, el momento 8 semanas logra un valor de F (3,517) indicando rechazo de hipótesis nula de igualdad de varianzas.

Tabla 9 Pruebas de homogeneidad de varianzas para recuerdo libre.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Recuerdo libre pre-intervención	8,115	1	35	,007
Recuerdo libre 4 semanas	5,075	1	35	,031
Recuerdo libre 8 semanas	3,517	1	35	,069

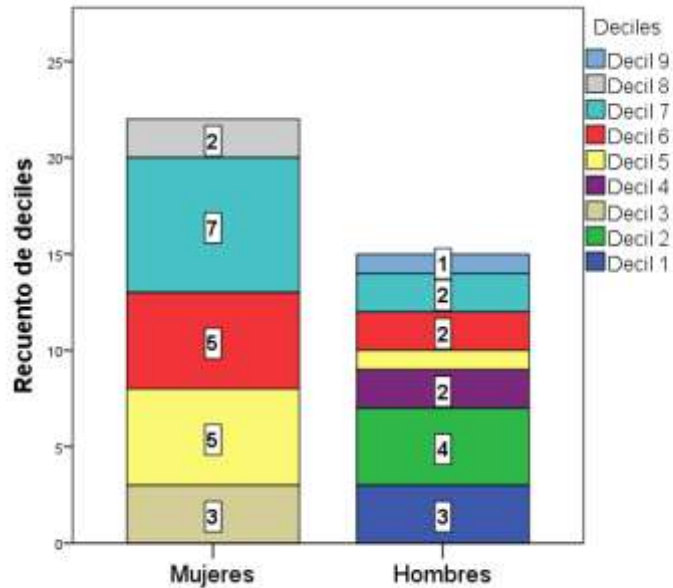
En el **gráfico 14** se muestra la condición inicial pre-intervención en los grupos de mujeres y hombres según el número de aciertos obtenidos en la prueba de recuerdo libre antes de comenzar el programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica. De esta forma, se puede constatar que bajo la prueba de U de Mann-Whitney en el recuerdo libre el grupo de mujeres presenta un rango promedio de 22,43, mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 13,97 (suma de rangos 493,50 y 209,50 respectivamente), con un estadístico U de 85,5 con un p-valor 0,019 ($< 0,05$). Lo anterior, indicaría que, para este grupo de participantes, las mujeres parten con un mejor nivel de recuerdo libre que los hombres.

Gráfico 14 Resultados pre-intervención de ítem recuerdo libre de la prueba de memoria episódica.



En el **gráfico 15** se observa la distribución por deciles del ítem recuerdo libre de memoria episódica agrupados por sexo. El grupo de mujeres impresiona con una distribución desde el decil 3 hacia deciles superiores concentrando incluso a participantes hasta el decil 8. Por el lado de los hombres, se observa como 7 participantes se distribuyen en los deciles 1 y 2, denotando a su vez el desempeño más deficiente en este grupo (valores de referencia de deciles según Rojas-Barahona, 2011).

Gráfico 15 Distribución de deciles recuerdo libre pre-intervención. Valores agrupados por sexo.



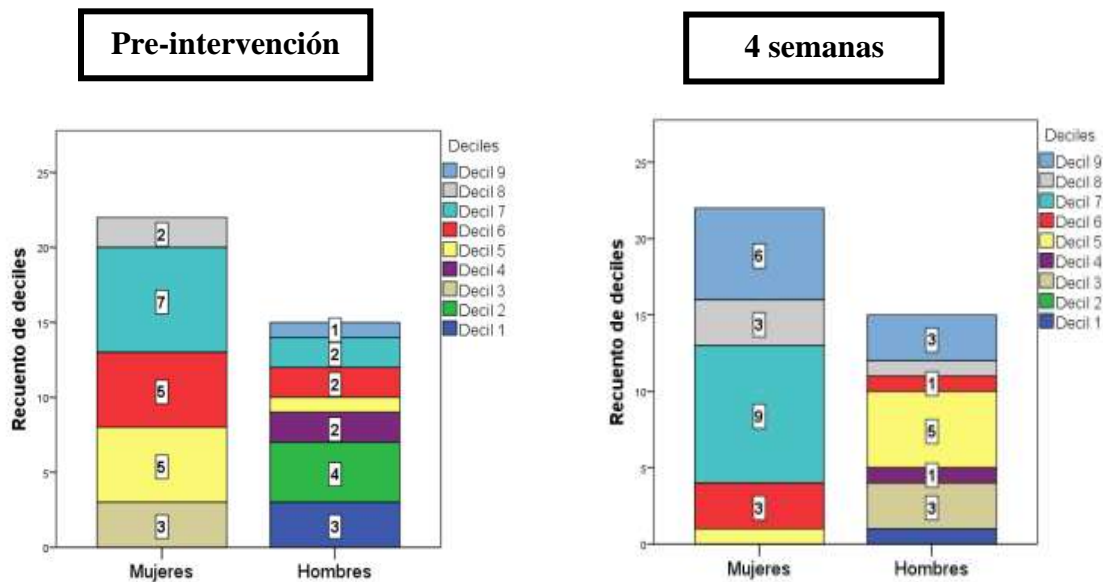
En la **tabla 10**, se observan los resultados para la prueba de memoria episódica luego de 4 semanas de aplicación del PMCA en sus 3 subítem recuerdo libre, reconocimiento si/no y reconocimiento elección forzada agrupados por sexo y grupo total. Para el caso del “recuerdo libre” en el grupo de mujeres se puede constatar que de un máximo de 45 puntos de acierto en este ítem se logró como media 29,59 (mediana = 28,5 aciertos) puntos con una desviación estándar de 3,21. Para el caso de los hombres la media fue 26,07 aciertos (mediana =24) con una desviación estándar de 6,31. Los valores en el reconocimiento si/no para mujeres y hombres fueron 14,64 y 14,73 respectivamente; en tanto el reconocimiento de elección forzada para mujeres y hombres fue 14,77 y 14,47 aciertos respectivamente.

Tabla 10 Análisis descriptivo de la memoria episódica luego de 4 semanas del PMCA.
Grupos mujeres, hombres y total.

Sexo		Reconocimiento Libre a las 4 semanas	Reconocimiento si o no correctas	Reconocimiento elección forzada correctas
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	29,59	14,64	14,77
	Mediana	28,50	15,00	15,00
	Desviación estándar	3,217	,727	,528
	Mínimo	25	12	13
	Máximo	37	15	15
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	26,07	14,73	14,47
	Mediana	24,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	6,319	,458	1,356
	Mínimo	16	14	10
	Máximo	39	15	15
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	28,16	14,68	14,65
	Mediana	28,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	4,964	,626	,949
	Mínimo	16	12	10
	Máximo	39	15	15

El **gráfico 16** se observa el movimiento de deciles hacia niveles superiores, posterior a las primeras 4 semanas de intervención. En el caso del grupo de mujeres, se observa como ahora el decil más bajo se encuentra en el quinto decil, y en donde seis participantes logran el noveno decil, demostrando una movilización claramente hacia rangos de mejoramiento del recuerdo libre en la memoria episódica. Para el grupo de los hombres, comienzan a evidenciarse la disminución y migración del primer y segundo decil que concentraban siete participantes en el momento pre-intervención ahora luego de 4 semanas solo lo integran un participante.

Gráfico 16 Distribución de deciles del recuerdo libre. Comparación grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 4 semanas.



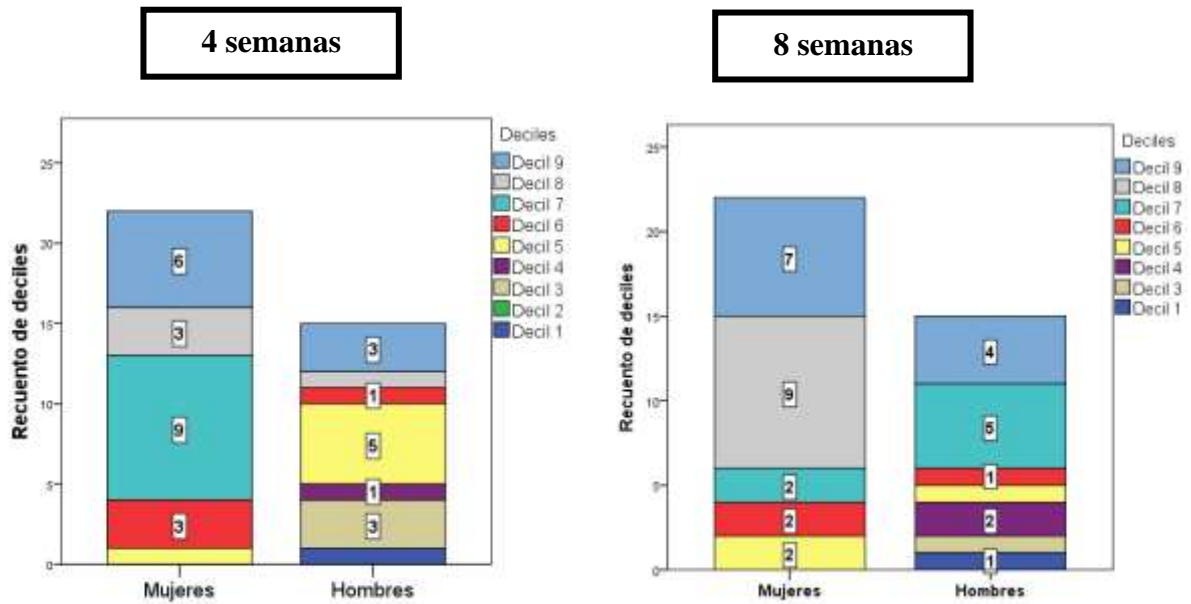
En la **tabla 11**, se observan los resultados para la prueba de memoria episódica luego de 8 semanas de aplicación del programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica en sus 3 subítem recuerdo libre, reconocimiento si/no y reconocimiento elección forzada agrupados por sexo y grupo total. Para el caso del “recuerdo libre” en el grupo de mujeres se puede constatar que de un máximo de 45 puntos de acierto en este ítem se logró como media 31,14 (mediana = 31 aciertos) puntos con una desviación estándar de 3,74. Para el caso de los hombres la media fue 28,27 aciertos (mediana =29) con una desviación estándar de 6,28. Los valores en el reconocimiento si/no para mujeres y hombres fueron 14,86 y 14 respectivamente; en tanto el reconocimiento de elección forzada para mujeres y hombres fue 14,95 y 14,60 aciertos respectivamente.

Tabla 11 Análisis descriptivo de la memoria episódica luego de 8 semanas del PMCA.
Grupos mujeres, hombres y total.

Sexo		Recuerdo libre 8 semanas	Reconocimiento si o no correctas	Recuerdo elección forzada correctas 3
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	31,14	14,86	14,95
	Mediana	31,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	3,745	,351	,213
	Mínimo	23	14	14
	Máximo	38	15	15
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	28,27	14,00	14,60
	Mediana	29,00	14,00	15,00
	Desviación estándar	6,285	1,254	,737
	Mínimo	16	11	13
	Máximo	39	15	15
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	29,97	14,51	14,81
	Mediana	30,00	15,00	15,00
	Desviación estándar	5,058	,932	,518
	Mínimo	16	11	13
	Máximo	39	15	15

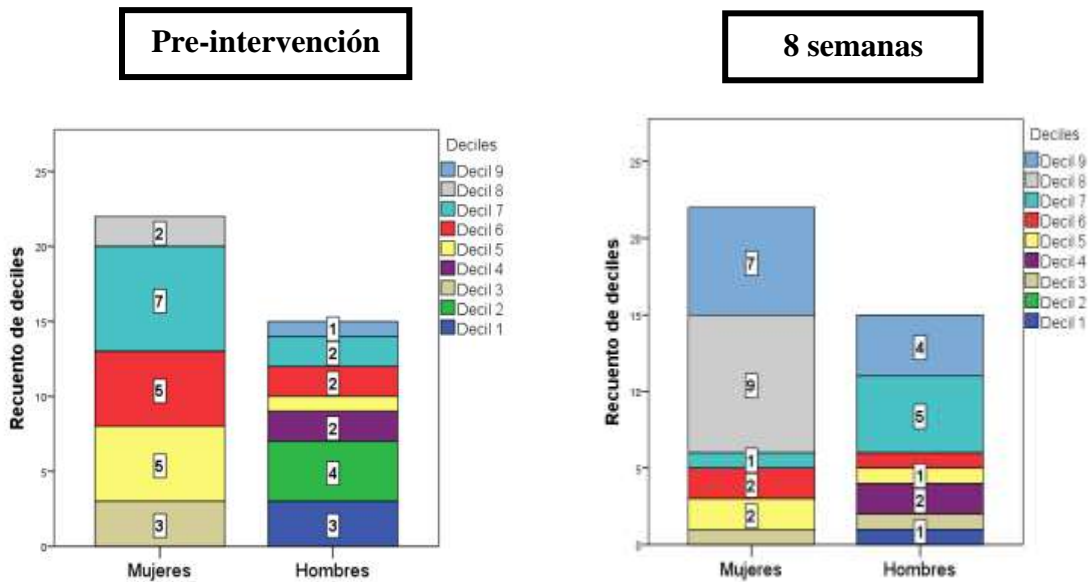
En cuanto a la migración de deciles, esta siguió sucediendo en las últimas cuatro semanas. En el **gráfico 17**, se observa para el caso de 4 y 8 semanas el cambio en la distribución de deciles para ambos grupos. Para el caso de las mujeres, los deciles superiores siguen poblándose, en especial el octavo decil que asciende de tres a nueve participantes. El grupo hombres, también irrumpe con un ascenso, sobre todo en el séptimo decil que logra aparecer con 5 participantes, indicando también una mejora en cuanto a distribución de participantes en deciles superiores.

Gráfico 17 Distribución de deciles del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica y comparación de grupos mujeres y hombres entre los momentos 4 y 8 semanas.



En el **gráfico 18**, se observa ahora de forma más categórica el desplazamiento de deciles usando como comparación la pre-intervención y la octava semana, al finalizar el periodo de mejoramiento de la capacidad aeróbica.

Gráfico 18 Distribución de deciles del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica y comparación de grupos mujeres y hombres entre momentos pre-intervención y 8 semanas del PMCA.



El **gráfico 19** muestra la conducta en el tiempo del recuerdo libre tanto en mujeres como en hombres, representando un aumento gradual en cada uno de los momentos de valoración, mostrando que a medida nos acercamos a las 8 semanas el aumento es cada vez mayor con respecto al punto de partida pre-intervención, ascendiendo de 27 a 31 aciertos para el grupo de mujeres, y de 23 a 29 aciertos en el grupo de hombres.

Para el grupo de mujeres, el cambio ocurrido entre el momento pre-intervención y ocho semanas representa un aumento del 14,81% en la eficacia de la prueba. Mientras que para los hombres en la misma situación representa un aumento del 26,08%.

Por otra parte, en el **gráfico 20** se observa en detalle dicha conducta señalando las diferencias estadísticamente significativas entre los distintos momentos de la evaluación. Para tal efecto, se utilizó la prueba de Friedman sobre las distribuciones de recuerdo libre en los distintos momentos de forma independiente para el grupo de mujeres y hombres, y como post hoc la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la determinación de la significancia entre momentos. En las mujeres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,16; 2,18; 2,16 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 27,732 con un p-valor de 0,000 (< 0,05). Lo anterior, indica que los valores obtenidos para los 3 momentos son diferentes. En este

sentido, podemos afirmar que los cambios ocurridos en el recuerdo libre no son los mismos entre los momentos. Para el grupo de hombres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,13; 2,17; 2,70 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 20,035 con un p-valor de 0,000 ($< 0,05$). Lo anterior, indica que los valores obtenidos para los 3 momentos son diferentes. En este sentido, podemos afirmar que también en el grupo de hombres los cambios ocurridos en el recuerdo libre no son los mismos entre los momentos. Para analizar la situación entre momentos, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Primero, en el grupo de mujeres se obtuvo para la pareja de momentos pre-intervención y cuatro semanas un valor de $Z = -3,347$ con un p valor de 0,001 ($< 0,05$).; para la pareja de momentos cuatro y ocho semanas un valor $Z = -2,085$ con un p valor de 0,037 ($< 0,05$); finalmente para la pareja de momentos pre-intervención y ocho semanas se obtuvo un valor $Z = -4,117$ con un p valor de 0,000 ($< 0,05$). Su contraparte, el grupo de hombres, para el momento pre-intervención y cuatro semanas se obtuvo un valor para $Z = -2,763$ con un p valor de 0,006 ($< 0,05$); para los momentos cuatro y ocho semanas el valor de $Z = -2,493$ con un p valor de 0,013 ($< 0,05$); finalmente para los momentos pre-intervención y ocho semanas el valor $Z = -3,414$ con un p valor de 0,001 ($< 0,05$). Por tanto, también se puede afirmar que los valores entre grupo y entre momento son distintos.

Gráfico 19 Comparación y evolución del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica a lo largo de 8 semanas.

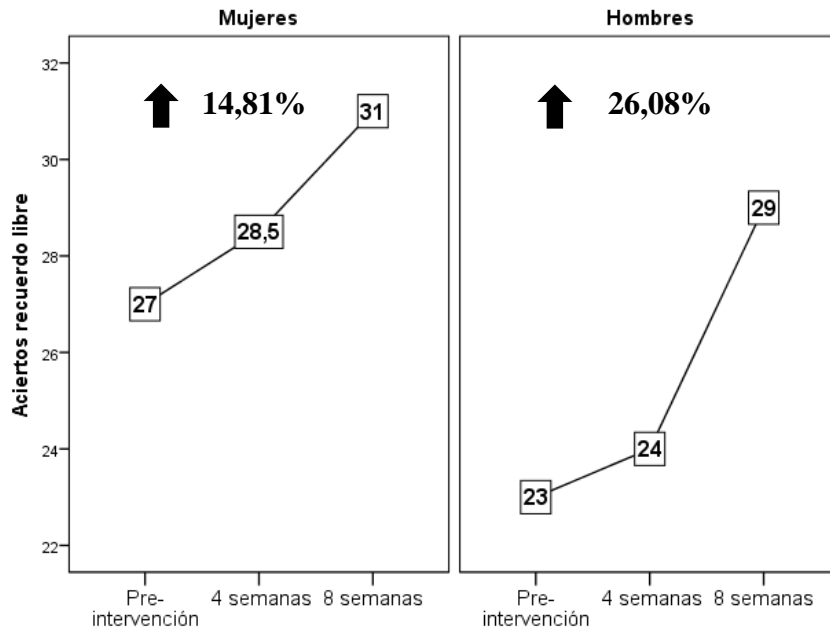
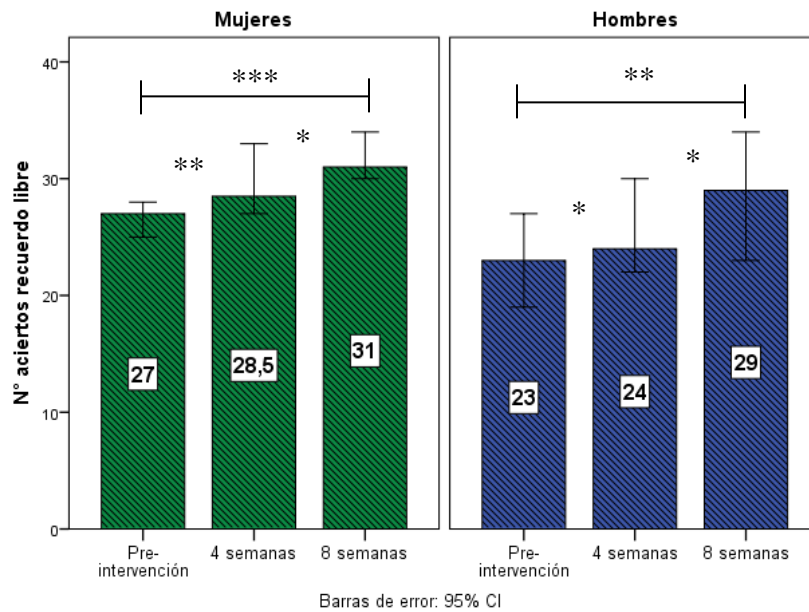


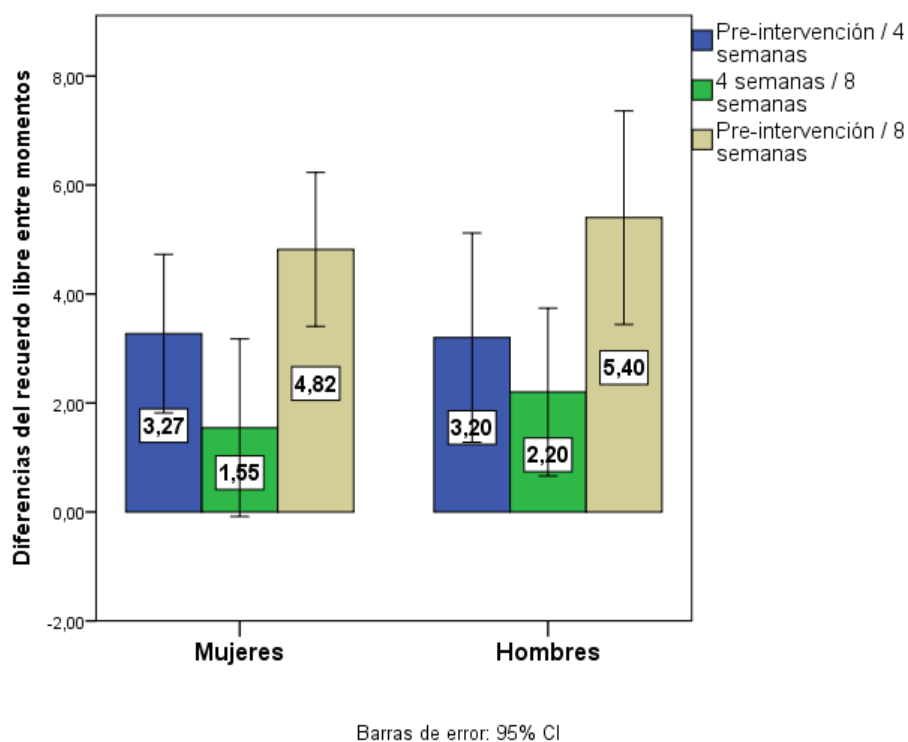
Gráfico 20 Comparación y evolución del “recuerdo libre” de la prueba de memoria episódica a lo largo de 8 semanas.



* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,000$

En el **gráfico 21** se puede observar las diferencias ocurridas sobre el recuerdo libre que se obtuvieron entre momentos. En este sentido, todas las diferencias que ocurren son positivas, indicando que el recuerdo libre siempre aumentó. Para el grupo de las mujeres se observa como esta diferencia entre el momento pre-intervención y cuatro semanas llega a un aumento de 3,27 puntos, mientras que para el momento 4 semanas y 8 semanas es de 1,55 puntos, contabilizando un total de 4,82 puntos luego de 8 semanas de mejoramiento de la capacidad aeróbica. Para el grupo de hombres, el aumento obtenido entre el momento pre-intervención y 4 semanas fue de 3,20 puntos, mientras que entre el momento 4 semanas y 8 semanas fue de 2,20 puntos, contabilizando un total de 5,40 puntos durante las 8 semanas.

Gráfico 21 Comparación y evolución del recuerdo libre de la memoria episódica a lo largo de 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.



7.3 Variable Redes Atencionales

Las redes atencionales (alerta, orientación y conflicto) fueron medidas en términos de los tiempos de reacción para los tres momentos (pre-intervención, 4 y 8 semanas). En las tablas 12, 13 y 14 se pueden observar el detalle de sus estadísticos descriptivos para el grupo mujeres, hombres y grupo total en sus 3 redes de forma individual.

Tabla 12 Análisis descriptivo de la red de alerta momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.

Sexo		Alerta pre-intervención	Alerta 4 semanas	Alerta 8 semanas
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	67,3250	67,7541	79,8018
	Mediana	64,7550	68,9850	77,4500
	Desviación estándar	23,55727	32,08141	24,64035
	Mínimo	30,03	9,56	28,89
	Máximo	131,77	141,90	127,15
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	50,2807	70,0807	64,4560
	Mediana	48,2000	75,0500	57,4000
	Desviación estándar	17,02519	34,36049	25,87852
	Mínimo	27,86	31,24	40,68
	Máximo	79,19	149,89	124,96
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	60,4151	68,6973	73,5805
	Mediana	58,4100	73,0400	72,6300
	Desviación estándar	22,54802	32,57079	25,94129
	Mínimo	27,86	9,56	28,89
	Máximo	131,77	149,89	127,15

Tabla 13 Análisis descriptivo de la red de orientación momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.

Sexo		Orientación pre-intervención	Orientación 4 semanas	Orientación 8 semanas
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	49,7105	52,5177	59,5423
	Mediana	49,9750	47,0200	59,6050
	Desviación estándar	22,80850	21,85400	22,08718
	Mínimo	15,02	19,15	23,21
	Máximo	92,69	97,03	97,40
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	50,1220	59,5873	56,6473
	Mediana	57,3000	51,7800	54,7900
	Desviación estándar	21,97033	27,29348	27,53525
	Mínimo	6,39	19,71	9,91
	Máximo	74,06	129,22	118,75
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	49,8773	55,3838	58,3686
	Mediana	53,8200	49,4700	57,6500
	Desviación estándar	22,16355	24,09725	24,11438
	Mínimo	6,39	19,15	9,91
	Máximo	92,69	129,22	118,75

Tabla 14 Análisis descriptivo de la red de conflicto momento pre-intervención, 4 y 8 semanas.

Sexo		Conflicto pre-intervención	Conflicto 4 semanas	Conflicto 8 semanas
Mujeres	N	22	22	22
	% de N total	59,5%	59,5%	59,5%
	Media	102,1455	86,7532	78,7650
	Mediana	95,8750	87,7700	77,5100
	Desviación estándar	27,74373	22,86340	25,02971
	Mínimo	62,20	39,59	46,99
	Máximo	167,77	120,22	140,22
Hombres	N	15	15	15
	% de N total	40,5%	40,5%	40,5%
	Media	90,7240	79,4133	74,2007
	Mediana	84,6400	77,7000	65,8600
	Desviación estándar	29,84506	22,33359	25,69818
	Mínimo	49,82	37,58	45,63
	Máximo	162,58	115,58	125,54
Total	N	37	37	37
	% de N total	100,0%	100,0%	100,0%
	Media	97,5151	83,7776	76,9146
	Mediana	93,0400	82,1000	72,9000
	Desviación estándar	28,77000	22,63293	25,04860
	Mínimo	49,82	37,58	45,63
	Máximo	167,77	120,22	140,22

En la tabla 15 se presentan los estadísticos para prueba de normalidad de la red de alerta pre-intervención, 4 semanas y 8 semanas, tanto para el grupo de las mujeres como el de hombres a través de la prueba de Shapiro-Wilk. Adicionalmente, en el **gráfico 23, 24 y 22** se exponen descriptivamente la distribución de la red de alerta en los tres momentos.

Tabla 15 Pruebas de normalidad para la red de alerta.

	Género	Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	p-valor
Red de alerta pre-intervención	Mujeres	,954	22	,379
	Hombres	,922	15	,208
Red de alerta 4 semanas	Mujeres	,984	22	,964
	Hombres	,907	15	,124
Red de alerta 8 semanas	Mujeres	,973	22	,779
	Hombres	,832	15	,010

Gráfico 22 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.

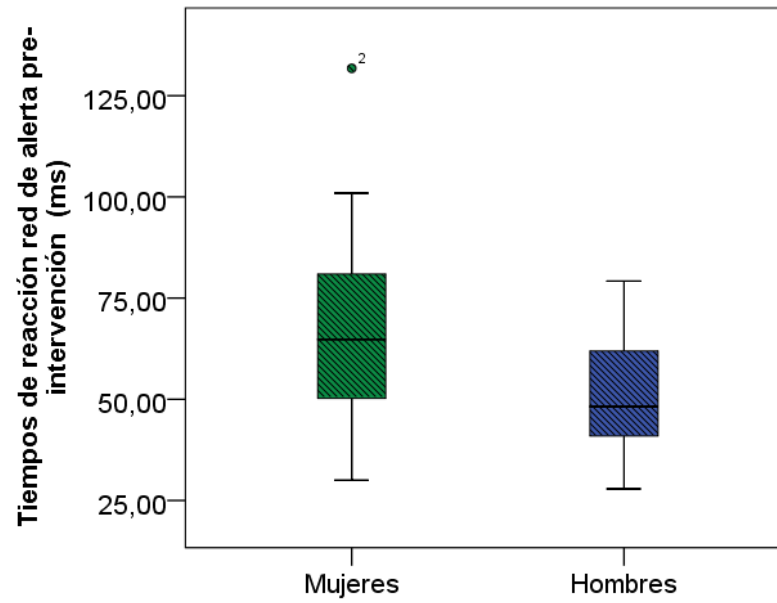


Gráfico 23 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.

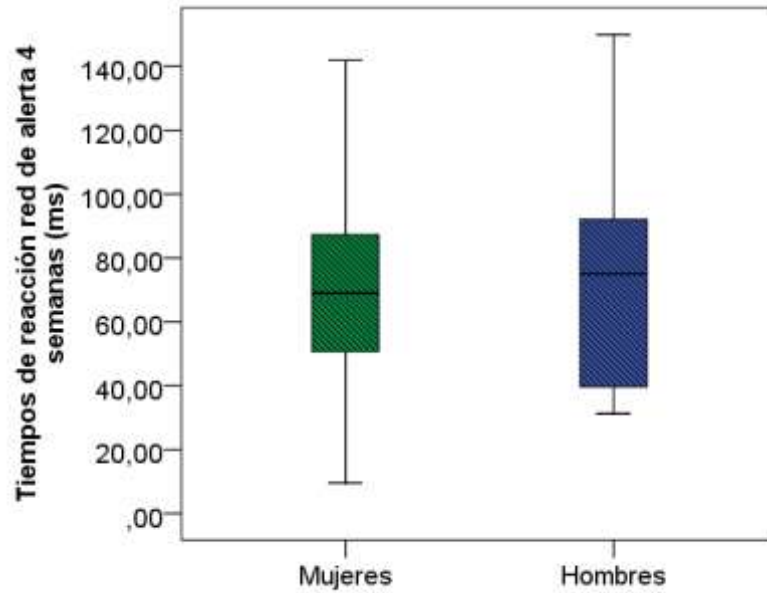
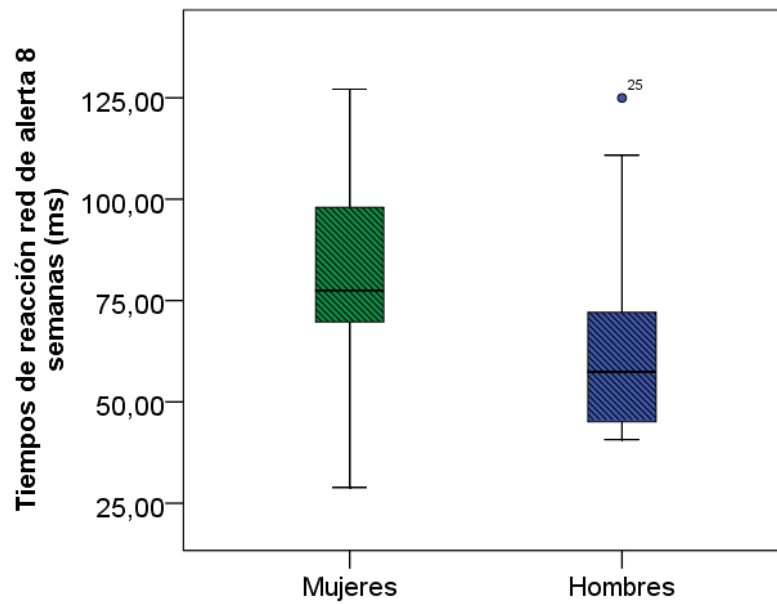


Gráfico 24 Box-plot de distribución red de alerta. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.



En la tabla 16, se indica los estadísticos para la homogeneidad de varianzas para la red de alerta utilizando como factor el sexo. Tanto el momento pre-intervención como 4 y 8 semanas con un valor de F (0,884), F (0,187) y F (0,049) respectivamente, indicando la aceptación de hipótesis nula de igualdad de varianzas.

Tabla 16 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de alerta.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Red de alerta pre-intervención	,884	1	35	,354
Red de alerta 4 semanas	,187	1	35	,668
Red de alerta 8 semanas	,049	1	35	,825

En la tabla 17 se presentan los estadísticos para prueba de normalidad de la red de orientación pre-intervención, 4 semanas y 8 semanas, tanto para el grupo de las mujeres como el de hombres por intermedio de la prueba de Shapiro-Wilk. Adicionalmente, en el **gráfico 25, 26 y 27** se exponen descriptivamente la distribución de la red de orientación en los tres momentos.

Tabla 17 Pruebas de normalidad para la red de orientación

	Género	Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	p-valor
Red de orientación pre-intervención	Mujeres	,957	22	,437
	Hombres	,877	15	,042
Red de orientación 4 semanas	Mujeres	,958	22	,444
	Hombres	,916	15	,168
Red de orientación 8 semanas	Mujeres	,957	22	,438
	Hombres	,971	15	,867

Gráfico 25 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.

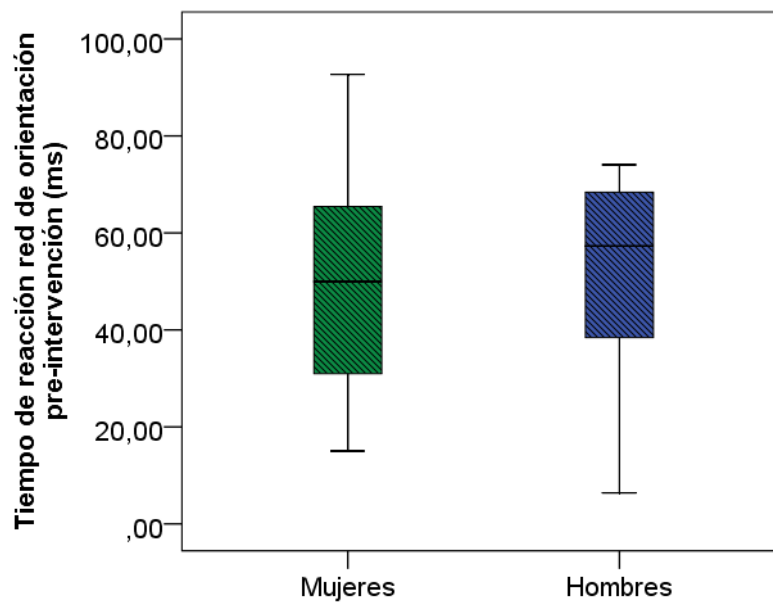


Gráfico 26 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.

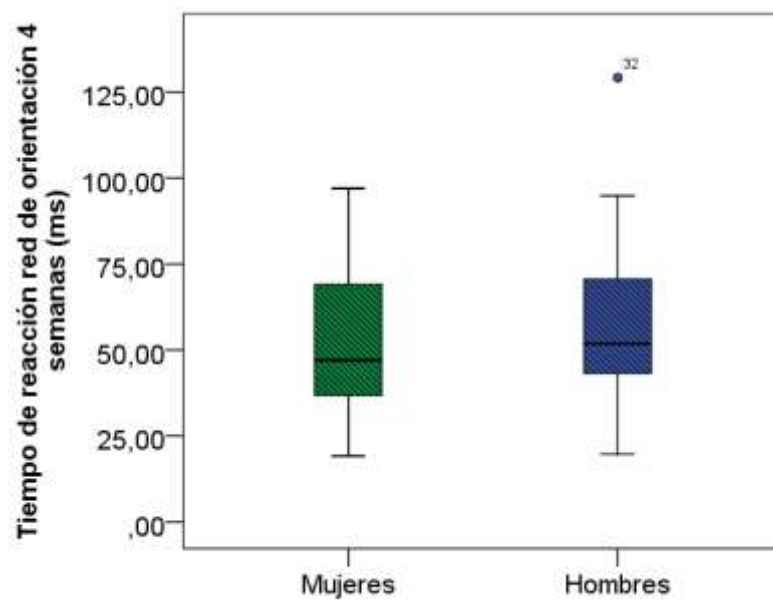
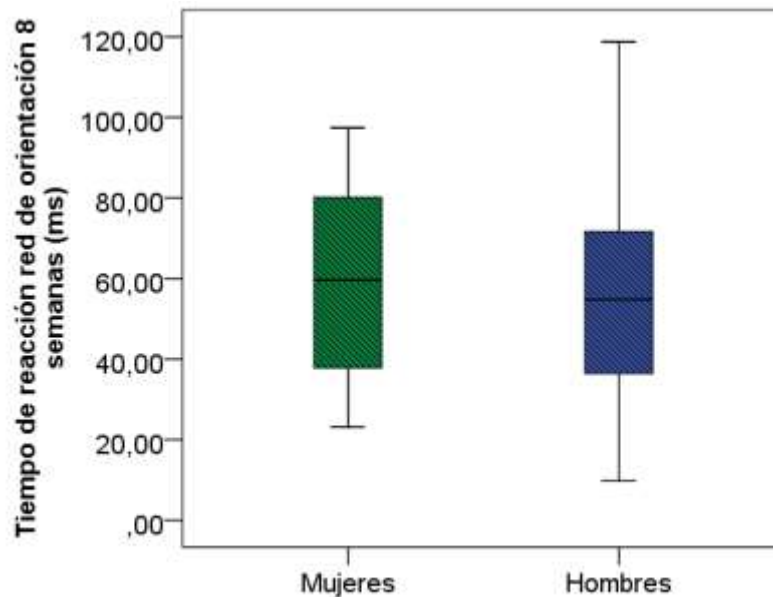


Gráfico 27 Box-plot de distribución red de orientación. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.



En la **tabla 18** se indican los estadísticos para la homogeneidad de varianza para la red de orientación utilizando como factor el sexo. El momento pre-intervención, 4 y 8 semanas se presentan con un valor de $F(0,215)$, $F(0,258)$ y $F(0,287)$ respectivamente, indicando la homogeneidad de varianzas para los tres momentos.

Tabla 18 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de orientación.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Red de orientación pre-intervención	,215	1	35	,646
Red de orientación 4 semanas	,258	1	35	,615
Red de orientación 8 semanas	,287	1	35	,596

En la tabla 19 se presentan los estadísticos para prueba de normalidad de la red de conflicto pre-intervención, 4 semanas y 8 semanas, tanto para el grupo de las mujeres como el de hombres por intermedio de la prueba de Shapiro-Wilk. Adicionalmente, en el **gráfico 28, 29 y 30** se exponen descriptivamente la distribución de la red de conflicto en los tres momentos.

Tabla 19 Pruebas de normalidad para la red de conflicto.

	Género	Shapiro-Wilk		
		estadístico	gl	p-valor
Red de conflicto pre-intervención	Mujeres	,955	22	,391
	Hombres	,945	15	,453
Red de conflicto 4 semanas	Mujeres	,946	22	,263
	Hombres	,960	15	,694
Red de Conflicto 8 semanas	Mujeres	,904	22	,036
	Hombres	,853	15	,019

Gráfico 28 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento pre-intervención.

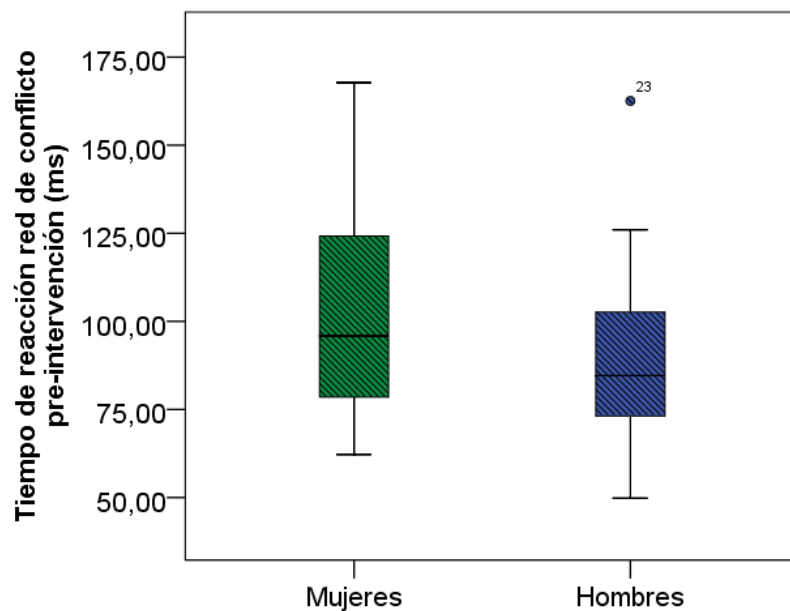


Gráfico 29 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento 4 semanas.

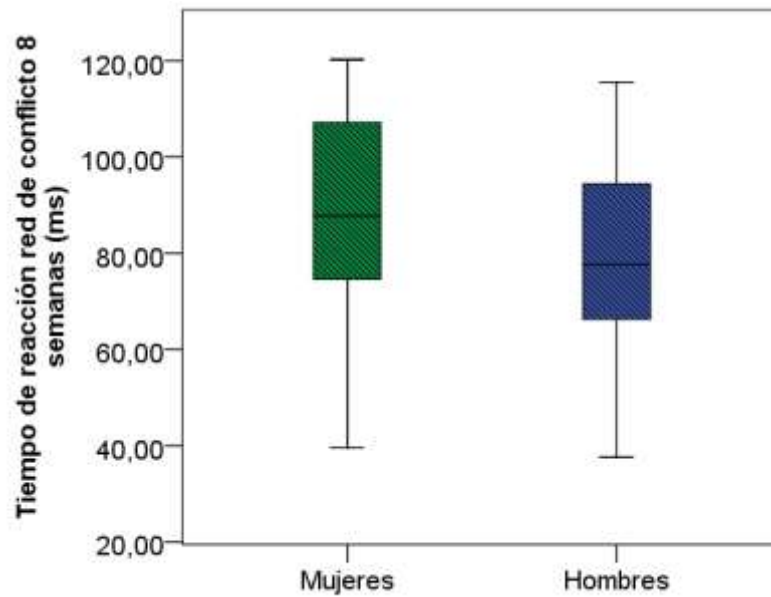
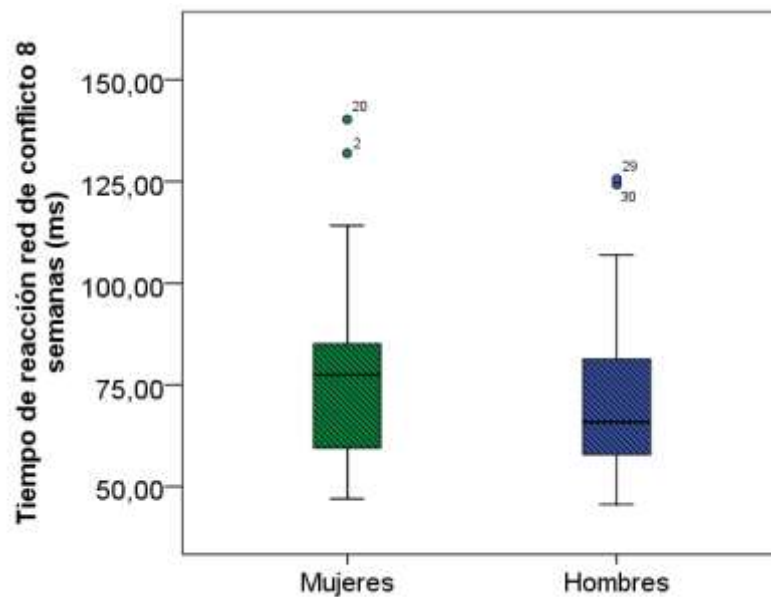


Gráfico 30 Box-plot de distribución red de conflicto. Comparación grupo mujeres y hombres momento 8 semanas.



En la **tabla 20** se indican los estadísticos para la homogeneidad de varianza para la red de conflicto utilizando como factor el sexo. El momento pre-intervención, 4 y 8 semanas se

presentan con un valor de F (0,021), F (0,091) y F (0,125) respectivamente, indicando la homogeneidad de varianzas para los tres momentos.

Tabla 20 Prueba de homogeneidad de varianzas para la red de conflicto.

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Red de conflicto pre-intervención	,021	1	35	,884
Red de conflicto 4 semanas	,091	1	35	,765
Red de conflicto 8 semanas	,125	1	35	,725

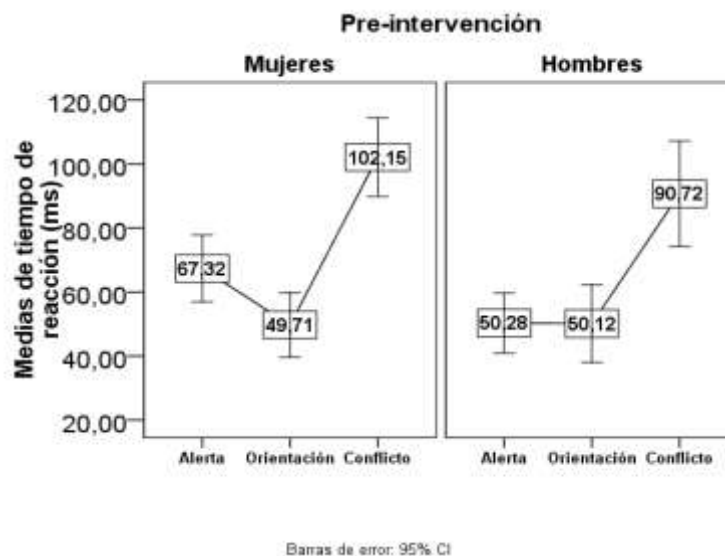
En la tabla 21 se muestra el porcentaje de aciertos, desviaciones estándar y agrupación por sexo obtenidos en las redes de atención en su conjunto en cada uno de los 3 momentos. Como sugiere Fan (2007, 2011) un criterio de aceptación para el análisis de las redes atencionales es tener al menos un 93% de acierto como promedio. En este sentido, las 3 redes obtienen valores mayores a 98% en los tres momentos, tanto para hombres como mujeres.

Tabla 21 Porcentajes de acierto para la prueba de redes atencionales.

Género		% acierto pre-intervención	% acierto 4 semanas	% acierto 8 semanas
Mujeres	Media	98,0114	99,0695	99,3050
	N	22	22	22
	Desviación estándar	4,14742	,72156	,62453
Hombres	Media	98,5887	98,7280	98,6580
	N	15	15	15
	Desviación estándar	1,11796	1,64849	1,74161
Total	Media	98,2454	98,9311	99,0427
	N	37	37	37
	Desviación estándar	3,25616	1,17873	1,22915

En el **gráfico 31** se observa como tendencia central las medias de los tiempos de reacción de las redes atencionales (alerta, orientación y conflicto) obtenidos tanto por el grupo de mujeres como de hombres previo a la intervención de actividad física aeróbica. Para la red de alerta el grupo de mujeres alcanzan un valor de 67,32 ms, en el caso de los hombres fue de 50,28 ms. Para la red de orientación las mujeres logran 49,71 ms, y los hombres 50,12 ms. Finalmente, para la red de conflicto las mujeres lograron 102,15 ms, mientras que los hombres alcanzaron 90,72 ms. En este sentido, en el momento pre-intervención para ambos grupos el tiempo de reacción en la red de conflicto fue el que utilizó mayor cantidad de recursos.

Gráfico 31 Presentación de valores de redes atencionales en el momento pre-intervención agrupados por sexo. Se muestran valores de red de alerta, orientación y conflicto.



El **gráfico 32** muestra la conducta en el tiempo de la red de alerta tanto en mujeres como en hombres, presentadas en los tres momentos de evaluación. Las diferencias ocurridas se valoraron a través de la prueba de Friedman sobre las distribuciones de la red de alerta de forma independiente para el grupo de mujeres y hombres, y como post hoc la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para la determinación de la significancia entre momentos. Lo anterior, se repitió para el análisis de las redes de orientación y conflicto. En las mujeres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,86; 1,86; 2,27 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 2,455 con un p-valor de 0,293 ($> 0,05$). Lo anterior, permite conservar la hipótesis nula estadística de que dichas distribuciones son las mismas. Así, se puede concluir que los cambios o las fluctuaciones de la red de alerta, no son estadísticamente significativos para el grupo de mujeres.

Para el grupo de hombres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,37; 2,37; 2,27 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 9,254 con un p-valor de 0,01 ($< 0,05$). Lo anterior, permite rechazar la hipótesis nula, asumiendo que las distribuciones obtenidas para los 3 momentos son diferentes. En este sentido, podemos afirmar que para el grupo de hombres los cambios ocurridos en la red de alerta no son los mismos entre los momentos.

En el **gráfico 33** se puede observar que, para analizar la situación entre momentos, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, que fue aplicada solo para el caso de hombres, por no encontrarse diferencias significativas en el grupo de mujeres. Por tanto, para el grupo hombres el momento pre-intervención y cuatro semanas se obtuvo un valor para $Z = -2,480$ con un p valor de $0,013 (< 0,05)$; para los momentos cuatro y ocho semanas el valor de $Z = -0,227$ con un p valor de $0,820 (> 0,05)$; finalmente para los momentos pre-intervención y ocho semanas el valor $Z = -2,215$ con un p valor de $0,027 (< 0,05)$. Lo anterior, por tanto, refleja una diferencia estadísticamente significativa a lo largo de las 8 semanas, y en las primeras 4 semanas en el grupo de hombres, dejando las últimas 4 semanas con cambios hacia la disminución de los tiempos de reacción, pero no significativos.

Gráfico 32 Evolución de la red de alerta a lo largo de 8 semanas.

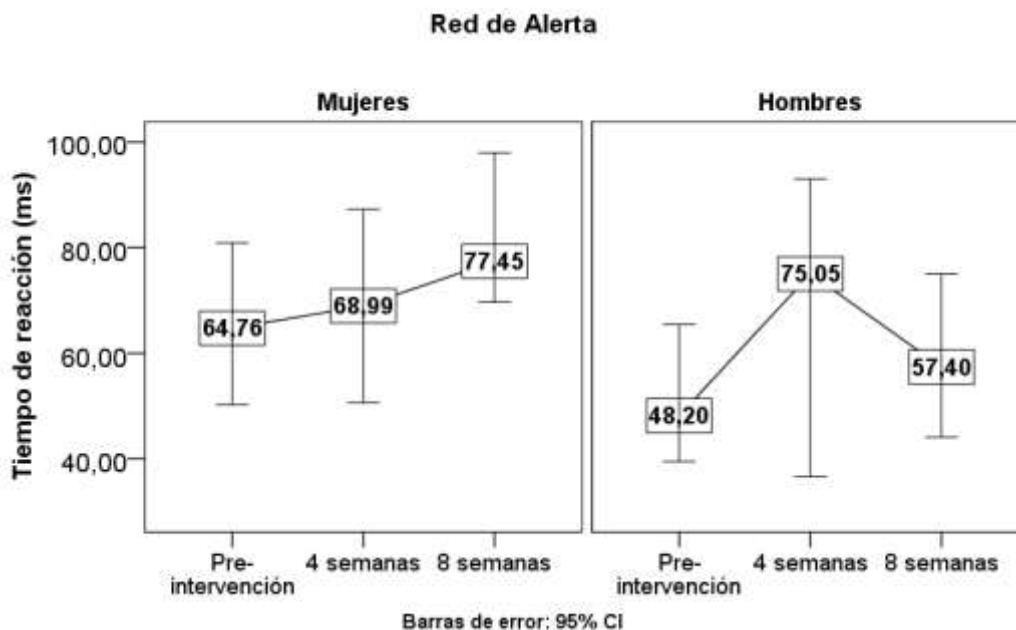
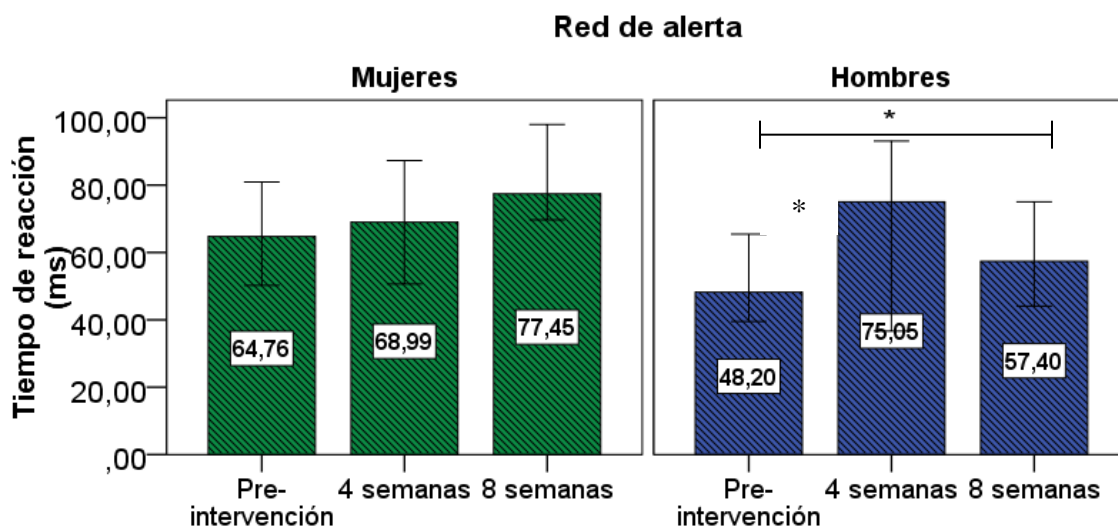


Gráfico 33 Diferencias significativas en red de alerta a lo largo del programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.



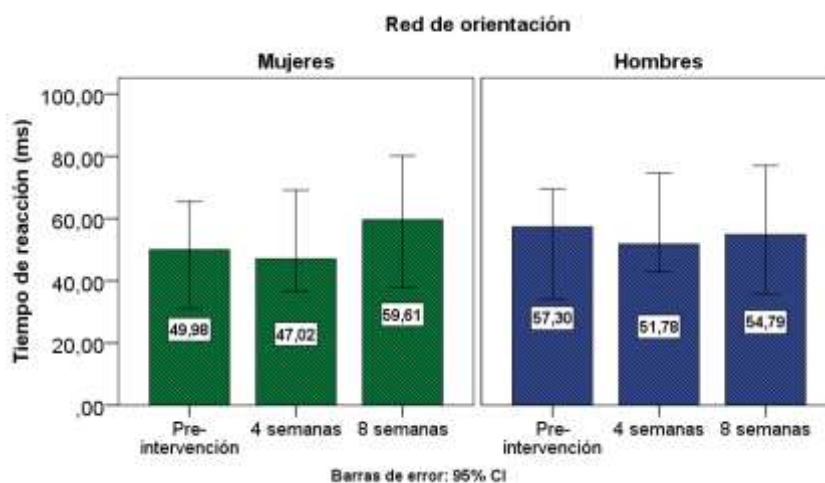
Barras de error: 95% CI

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,000$

El **gráfico 34** muestra la conducta en el tiempo de la red de orientación tanto en mujeres como en hombres, presentadas en los tres momentos de evaluación. En las mujeres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,77; 2,00; 2,23 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 2,273 con un p-valor de 0,21 ($> 0,05$). Lo anterior, permite conservar la hipótesis nula estadística de que dichas distribuciones son las mismas. Así, se puede concluir que los cambios o las fluctuaciones de la red de orientación, no son estadísticamente significativos para el grupo de mujeres.

Para el grupo de hombres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 1,90; 2,37; 1,73 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 3,288 con un p-valor de 0,193 ($> 0,05$). Lo anterior, y al igual que el grupo de mujeres, permite conservar la hipótesis nula estadística de que dichas distribuciones son las mismas. Así, se puede concluir que los cambios o las fluctuaciones de la red de orientación, no son estadísticamente significativos para el grupo de hombres.

Gráfico 34 Comparación y evolución de la red atencional de orientación a lo largo de 8 semanas.



El **gráfico 35 y 36** muestra la conducta en el tiempo de la red de conflicto tanto en mujeres como en hombres, presentadas en los tres momentos de evaluación. En las mujeres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 2,59; 1,91; 1,50 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 13,364 con un p-valor de 0,001 ($< 0,05$). Lo anterior, permite rechazar la hipótesis nula estadística de que dichas distribuciones son las mismas. Así, se puede concluir que los cambios o las fluctuaciones de la red de conflicto son estadísticamente significativas para el grupo de mujeres.

Para el grupo de hombres, los rangos promedios obtenidos en los 3 momentos fueron 2,57; 1,83; 1,60 (pre-intervención; 4 semanas; 8 semanas, respectivamente). Los estadísticos de prueba estimados para Friedman fueron un Chi-cuadrado 7,763 con un p-valor de 0,021 ($< 0,05$). Lo anterior, también permite rechazar la hipótesis nula estadística de que dichas distribuciones son las mismas. Así, se puede concluir que los cambios o las fluctuaciones ocurridos en la red de conflicto son estadísticamente significativas para el grupo de mujeres.

Para la situación entre momentos en el grupo de mujeres el momento pre-intervención y cuatro semanas obtuvo un valor para $Z = -3,165$ con un p valor de 0,002 ($< 0,05$); para los momentos cuatro y ocho semanas el valor de $Z = -1,575$ con un p valor de 0,115 ($> 0,05$); finalmente para

los momentos pre-intervención y ocho semanas el valor $Z = -3,782$ con un p valor de $0,000 (< 0,05)$. Lo anterior refleja, por tanto, una diferencia estadísticamente significativa a lo largo de las 8 semanas, y en las primeras 4 semanas en el grupo de mujeres, dejando las últimas 4 semanas con cambios hacia la disminución de los tiempos de reacción, pero no significativos. El grupo de hombres el momento pre-intervención y cuatro semanas obtuvo un valor para $Z = -2,166$ con un p valor de $0,030 (< 0,05)$; para los momentos cuatro y ocho semanas el valor de $Z = -1,250$ con un p valor de $0,211 (> 0,05)$; finalmente para los momentos pre-intervención y ocho semanas el valor $Z = -2,442$ con un p valor de $0,015 (< 0,05)$. Lo anterior refleja, al igual que el grupo mujeres, una diferencia estadísticamente significativa a lo largo de las 8 semanas, y en las primeras 4 semanas en el grupo de hombres, dejando las últimas 4 semanas con cambios hacia la disminución de los tiempos de reacción, pero no significativos.

Gráfico 35 Comparación y evolución de la red atencional de conflicto a lo largo de 8 semanas.

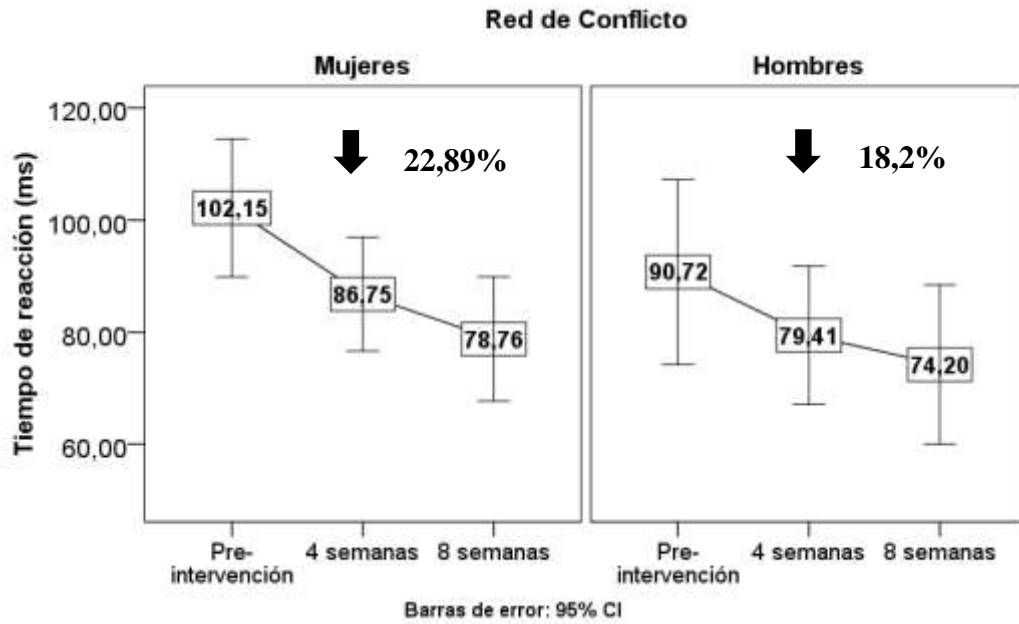
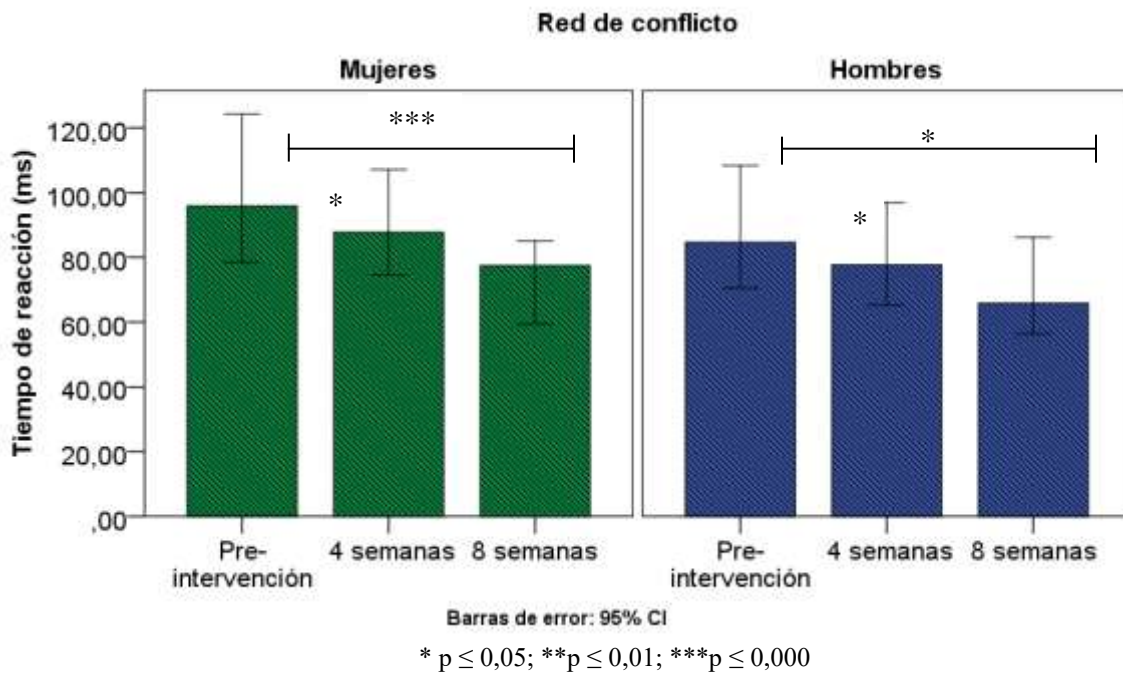


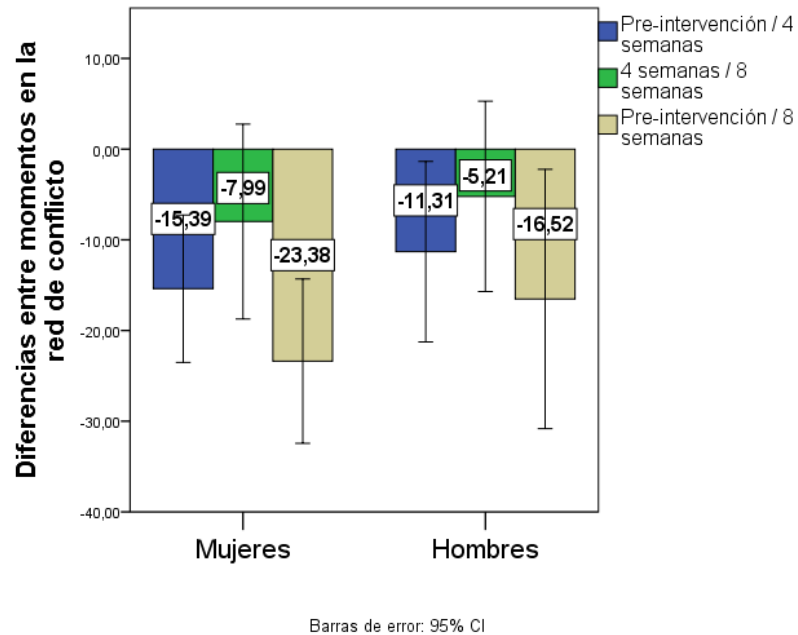
Gráfico 36 Diferencias significativas en red de conflicto a lo largo del programa de mejoramiento de la capacidad aeróbica.



Para el análisis entre sujetos, grupo mujeres y hombres, no se observó que sus cambios representen diferencias entre ellos. Para tal observación, se utilizó el estadístico de prueba U de Mann-Whitney, el que para el caso del grupo de mujeres, las diferencias acaecidas entre el momento pre-intervención y 4 semanas presenta un rango promedio de 18,00, mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 20,47 (suma de rangos 396 y 307 respectivamente), un estadístico U de 143 con un p-valor 0,496 ($> 0,05$). Lo anterior, indicaría que la variable sexo no influye en los tiempos de reacción en la red de conflicto para estos grupos de participantes. Para el caso del momento pre-intervención y 8 semanas, el grupo de mujeres presenta un rango promedio de 17,50 mientras que el grupo de hombres un rango promedio de 21,20 (suma de rangos 385 y 318 respectivamente), un estadístico U de 132 con un p-valor 0,307 ($> 0,05$). Lo anterior, indicaría que la variable sexo no influye en los tiempos de reacción en la red de conflicto para estos grupos de participantes.

En el **gráfico 37** se puede observar las diferencias ocurridas sobre la red de conflicto que se obtuvieron entre momentos. En este sentido, todas las diferencias que ocurren son negativas, indicando que los tiempos de reacción disminuyeron en el transcurso de las 8 semanas. Para el grupo de las mujeres se observa como esta diferencia entre el momento pre-intervención y cuatro semanas disminuyó en 15,39 ms, mientras que para el momento 4 semanas y 8 semanas es de 7,99 ms, contabilizando un total de 23,38 ms luego de 8 semanas. Para el grupo de hombres, la disminución entre el momento pre-intervención y 4 semanas fue de 11,31ms, mientras que entre el momento 4 semanas y 8 semanas fue de 5,21 puntos, contabilizando un total de 16, 52 puntos durante las 8 semanas.

Gráfico 37 Comparación y evolución de la red de conflicto atencional a lo largo de 8 semanas. Análisis de las diferencias entre momentos.



En la **tabla 22** se observan las asociaciones entre las variables consumo de oxígeno y recuerdo libre para el grupo de mujeres en los 3 momentos evaluados, donde se puede constatar el rechazo de la hipótesis de que el aumento del oxígeno está asociado al aumento de los resultados del recuerdo libre.

Tabla 22 Asociación consumo de oxígeno y recuerdo libre en grupo mujeres.

		Recuerdo libre pre-intervención	Recuerdo libre 4 semanas	Recuerdo libre 8 semanas
Consumo de oxígeno pre-intervención	coeficiente de correlación	-,033		
	p-valor	,884		
	N	22		
Consumo de oxígeno 4 semanas	coeficiente de correlación		,090	
	p-valor		,691	
	N		22	
Consumo de oxígeno 8 semanas	coeficiente de correlación			,059
	p-valor			,795
	N			22

Por otra parte, en la **tabla 23**, la cual muestra la asociación para las variables consumo de oxígeno y recuerdo libre para los 3 momentos en los cuales fueron evaluados en el grupo de hombres. En este caso, se puede constatar una correlación estadísticamente significativa para los 3 momentos. De esta forma, podemos afirmar que se cumple la hipótesis de que el aumento del oxígeno está asociado al aumento de los resultados del recuerdo libre para el grupo de hombres no solo al inicio, sino que a lo largo de las 8 semanas de intervención. Para el momento pre-intervención la asociación se da con un Rho de Spearman de 0,550 y p-valor 0,032 (<0,05); en el momento 4 semanas la asociación se da con un Rho de Spearman de 0,576 y p-valor 0,024 (<0,05); y, en el momento 8 semanas la asociación se da con un Rho de Spearman de 0,581 y p-valor 0,023 (<0,05)

Tabla 23 Asociación consumo de oxígeno y recuerdo libre en grupo hombres.

		Recuerdo libre pre-intervención	Recuerdo libre 4 semanas	Recuerdo libre 8 semanas
Consumo de oxígeno pre-intervención	coeficiente de correlación	,550		
	p-valor	*0,032		
	N	15		
Consumo de oxígeno 4 semanas	coeficiente de correlación		,576	
	p-valor		*0,024	
	N		15	
Consumo de oxígeno 8 semanas	coeficiente de correlación			,581
	p-valor			*0,023
	N			15

La **tabla 24**, muestra el grado de asociación entre el consumo de oxígeno y la red de alerta en el grupo de hombres, que fue donde las diferencias ocurridas fueron significativas. En este sentido, no se puede asegurar que dicho cambio en el tiempo de la red de alerta esté asociada al cambio del consumo de oxígeno.

Tabla 24 Asociación consumo de oxígeno y red de alerta en grupo hombres.

		Alerta pre-intervención	Alerta 4 semanas	Alerta 8 semanas
Consumo de oxígeno pre-intervención	coeficiente de correlación	-,418		
	p-valor	,121		
	N	15		
Consumo de oxígeno 4 semanas	coeficiente de correlación		-,314	
	p-valor		,254	
	N		15	
Consumo de oxígeno 8 semanas	coeficiente de correlación			-,311
	p-valor			,260
	N			15

En la **tabla 25**, se representan los coeficientes de correlación que indican la asociación entre las variables consumo de oxígeno en los 3 momentos y los tiempos de reacción de la red de conflicto para el grupo de mujeres. En este sentido, se puede inferir que previo a la intervención existe un grado de asociación significativo con un p-valor de 0,028 (Rho Spearman -0,466), sugiriendo que dicha asociación para este grupo implica que a mayor consumo de oxígeno se logran menos tiempos de reacción. Luego de 4 semanas, esta asociación se mantiene con un p-valor 0,002 (Rho Spearman -0,619) siendo también estadísticamente significativo. A las 8 semanas, si bien continua la tendencia hacia la asociación mejores respuesta en el consumo de oxígeno y menores tiempos de reacción, el coeficiente de correlación no logra dar cuenta de una asociación estadísticamente significativa.

Tabla 25 Asociación consumo de oxígeno y red de conflicto en grupo mujeres.

		Conflicto pre-intervención	Conflicto 4 semanas	Conflicto 8 semanas
Consumo de oxígeno pre-intervención	coeficiente de correlación	-,466		
	p-valor	*0,028		
	N	22		
Consumo de oxígeno 4 semanas	coeficiente de correlación		-,619	
	p-valor		*0,002	
	N		22	
Consumo de oxígeno 8 semanas	coeficiente de correlación			-,155
	p-valor			0,490
	N			22

Para el grupo de los hombres, la asociación entre consumo de oxígeno y red de conflicto se puede apreciar en la **tabla 26**, la cual indica aceptación de hipótesis nula de que no existe asociación estadísticamente significativa entre dichas variables.

Tabla 26 Asociación consumo de oxígeno y red de conflicto en grupo hombres.

		Conflicto pre-intervención	Conflicto 4 semanas	Conflicto 8 semanas
Consumo de oxígeno pre-intervención	coeficiente de correlación	,004		
	p-valor	,990		
	N	15		
Consumo de oxígeno 4 semanas	coeficiente de correlación		-,211	
	p-valor		,451	
	N		15	
Consumo de oxígeno 8 semanas	coeficiente de correlación			-,014
	p-valor			,960
	N			15

Adicionalmente, en la **tabla 27** se muestra la asociación entre las diferencias del consumo de oxígeno y las diferencias de aciertos del recuerdo libre ocurridas entre momentos. De esta forma, para el grupo de mujeres, no se registraron asociaciones estadísticamente significativas para las distintas parejas de momentos.

Tabla 27 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia del recuerdo libre en grupo mujeres. Correlaciones entre momentos.

		Diferencia recuerdo libre pre-intervención - 4 semanas	Diferencia recuerdo libre 4 - 8 semanas	Diferencia recuerdo libre pre-intervención - 8 semanas
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 4 semanas	coeficiente de correlación	-,208		
	p-valor	,352		
	N	22		
Diferencia consumo de oxígeno 4 - 8 semanas	coeficiente de correlación		-,383	
	p-valor		,079	
	N		22	
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 8 semanas	coeficiente de correlación			-,173
	p-valor			,441
	N			22

Por otra parte, en la **tabla 28** se muestra la asociación entre las diferencias del consumo de oxígeno y las diferencias de aciertos del recuerdo libre ocurridas entre momentos para el grupo de hombres. En este caso, se registraron asociaciones estadísticamente significativas para entre la cuarta y octava semana con un p-valor de 0,024 ($<0,05$) (Rho Spearman 0,576)

Tabla 28 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia del recuerdo libre en grupo hombres. Correlaciones entre momentos.

		Diferencia recuerdo libre pre-intervención - 4 semanas	Diferencia recuerdo libre 4 - 8 semanas	Diferencia recuerdo libre pre-intervención - 8 semanas
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 4 semanas	coeficiente de correlación	-,038		
	p-valor	,894		
	N	15		
Diferencia consumo de oxígeno 4 - 8 semanas	coeficiente de correlación		,576	
	p-valor		*0,024	
	N		15	
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 8 semanas	coeficiente de correlación			,104
	p-valor			,711
	N			15

La **tabla 29** muestra la asociación entre las diferencias del consumo de oxígeno y las diferencias de en los tiempos de reacción en la red de conflicto ocurridas entre momentos para el grupo de mujeres. En este caso, se registraron asociaciones estadísticamente significativas para el periodo comprendido entre el momento pre-intervención y ocho semanas con un p-valor de 0,049 ($<0,05$) (Rho Spearman -0,424).

Tabla 29 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia de la red de conflicto en grupo mujeres. Correlaciones entre momentos.

		Diferencia red de conflicto pre-intervención - 4 semanas	Diferencia red de conflicto 4 - 8 semanas	Diferencia red de conflicto pre-intervención - 8 semanas
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 4 semanas	coeficiente de correlación	-,082		
	p-valor	,717		
	N	22		
Diferencia consumo de oxígeno 4 - 8 semanas	coeficiente de correlación		-,316	
	p-valor		,152	
	N		22	
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 8 semanas	coeficiente de correlación			-,424
	p-valor			*0,049
	N			22

Finalmente, la **tabla 30** muestra la asociación entre las diferencias del consumo de oxígeno y las diferencias de en los tiempos de reacción en la red de conflicto ocurridas entre momentos para el grupo de hombres. En este caso, no se registraron asociaciones estadísticamente significativas para ninguno de los momentos.

Tabla 30 Asociación de la diferencia de consumo de oxígeno y diferencia de la red de conflicto en grupo hombres. Correlaciones entre momentos.

		Diferencia red de conflicto pre-intervención - 4 semanas	Diferencia red de conflicto 4 - 8 semanas	Diferencia red de conflicto pre-intervención - 8 semanas
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 4 semanas	coeficiente de correlación	-,018		
	p-valor	,950		
	N	15		
Diferencia consumo de oxígeno 4 - 8 semanas	coeficiente de correlación		-,100	
	p-valor		,723	
	N		15	
Diferencia consumo de oxígeno pre-intervención - 8 semanas	coeficiente de correlación			,121
	p-valor			,666
	N			15

8. Discusión

8.1 Capacidad Aeróbica de los Jóvenes Universitarios

Los resultados para el grupo de mujeres y hombres, obtenidos en este estudio muestran a un grupo particularmente con bajos niveles de capacidad aeróbica, lo que puede estar provocando su respuesta elevada ante una situación de mejoramiento de la capacidad aeróbica (Potteiger, 2018) dado por este 18% y 15% de mejora en mujeres y hombres respectivamente, y sobre todo en el grupo de mujeres que respondió con un progreso de 3 puntos superiores, ya que, este grupo era notablemente más bajo en consumo de oxígeno inicial. Este bajo nivel aptitudinal, en cuanto a su condición aeróbica no era raro de esperar, considerando las cifras alarmantes que tiene Chile en inactividad física en este grupo etario y mujeres sobre todo, sumado a la poca promoción y estimulación del componente físico en las universidades (INJUV, 2012, 2014; Instituto Nacional de la Juventud, 2014; Instituto Nacional del Deporte, 2003; Ministerio del Deporte, 2016). Durante las primeras cuatro y luego 8 semanas de iniciado el PMCA se logra obtener un ascenso escalonado en la capacidad aeróbica del grupo de mujeres y hombres, mejorando a medida pasan las semanas. Lo anterior, fue corroborado no solo descriptiva, sino que también estadísticamente, lo que sostiene la idea que la aplicación del PMCA fue efectivo y eficiente, dado por una modalidad totalmente aplicable en términos de tiempo y duración en los contextos universitarios donde muchas veces el tiempo asignado para estas actividades puede ser muy limitado. En este caso la modalidad HIIT resulto eficaz para mejorar la condición aeróbica de los participantes (Costigan, Eather, Plotnikoff, Taaffe, & Lubans, 2015; Macinnis & Gibala, 2017; Schoenmakers, Reed, Woude, & Hettinga, 2016). Si bien, esta investigación no centraba su foco en la modalidad ni dosificación del PMCA, es importante remarcar que solo bastaron 4 semanas y una frecuencia de 3 veces por semana, de 20 minutos cada sesión, para introducir cambios significativos en la capacidad aeróbica de todos los participantes. Lo que, a juicio de estos resultados es algo que perfectamente podría incorporarse en los programas académicos, ya que, como lo demuestran otros estudios podría también tener un impacto positivo no solo en ciertos procesos cognitivos sino que también en el logro académico (Lees & Hopkins, 2013a; Paschen et al., 2019). Un elemento importante que emerge desde la cuarta semana reportado por los participantes, es que percibieron beneficios de índole subjetivo que relataron como “estar más atentos y conectados durante las clases

posteriores”, sentirse con más energía”, “sentirse más alegre”, entre otras manifestaciones de valencia positiva sobre su estado emocional. Esto no fue foco de la investigación, pero claramente resulta interesante debido a que nace desde los participantes comunicar espontáneamente estos efectos. Lo anterior, deja la puerta abierta a futuras investigaciones que también se preocupen de la respuesta relacionada con emociones y estados internos, considerando, la evidencia neurobiológica que existe al respecto con la producción de neurotransmisores como la dopamina, noradrenalina, serotonina, péptidos opioides endógenos, entre otros, relacionados con la salud mental (Dishman et al., 2006; Heijnen et al., 2016)

Otro elemento a considerar, fueron los cambios ocurridos en las primeras 4 semanas en comparación con las últimas 4 semanas del PMCA. Mientras que para las mujeres el último tramo fue de mayor cambio, para el grupo de los hombres lo significó el primer tramo. De acuerdo con esto, no queda claro la evolución o comportamiento que podría tener el aumento de la capacidad aeróbica en semanas posteriores a las 8 semanas, o si las condiciones iniciales de los participantes supeditaron este tipo de conducta, o también el tipo de AFA realizada. Nuevas investigaciones, con diferentes modelos de práctica de AFA, como caracterización de distintos participantes podrían realizarse para dilucidar esta pregunta.

Algunas investigaciones han clarificado el problema de los efectos agudos (efectos producidos por la práctica inmediata o a corto plazo) y crónicos (efectos derivados de la práctica por largos periodos de tiempo) de la AFA (Y. Chang et al., 2014; de Greeff et al., 2018; Guiney & Machado, 2013; Wilke et al., 2019). Sin embargo, aún no queda claro que es lo que sucede en un periodo más largo de tiempo, o en periodos donde se suspende la AFA, o disminuye su práctica. Lo anterior, se discute a raíz que la duración de un programa podría influir en los resultados. Es en este sentido, que muchas veces en el año académico, hay periodos de pausa académica como vacaciones, o en su defecto cuando existen periodos de evaluaciones muchas veces los estudiantes no asisten a las actividades extraprogramáticas. En esta investigación, se buscó un periodo de tiempo en que se afectará al mínimo la deserción al programa, no obstante, el problema de la constancia y disposición permanente fue una dificultad, que se puede evidenciar al analizar la muestra inicial y final de los participantes que pudieron completar las 24 sesiones. Este es un problema metodológico, que debe abordarse en futuras investigaciones longitudinales o con diseños especiales de presentación experimental.

8.2 Memoria y Atención Como Procesos Cognitivos a la Base del Aprendizaje

En el caso de la memoria episódica, y según lo reportado por Rojas-Barahona (2011) a través del USC-REMT, los datos obtenidos indican que ambos grupos de mujeres y hombres se comportan dentro de parámetros esperados para su rango etario y sexo, muy similares a los reportados anteriormente (Rojas-Barahona et al., 2011). Esto mismo, ahora si lo vemos a través del transcurso de las 8 semanas de iniciado el PMCA, se puede afirmar que efectivamente ambos grupos mejoraron su memoria episódica en términos del “recuerdo libre”. Las pruebas de “reconocimiento” Si/No o “elección forzada” no se consideraron dentro del análisis, ya que, ambas pruebas llegaron a valores máximos, producto que son constructos sensibles a condiciones disfuncionales.

El recuerdo libre del grupo de las mujeres en el transcurso de las 8 semanas del PMCA obtuvo un ascenso en los puntajes de 27 a 31 lo que representa un 14,81% de mejoramiento con respecto al inicio, es decir, a 4 puntos superiores que el momento pre-intervención, y a solo 4 puntos del puntaje máximo obtenidos Rojas-Barahona (2011), lo que claramente indica que el grupo de mujeres terminó su *performance* de recuerdo libre en una mejor condición, lo que se puede comprobar estadísticamente. En el grupo de hombres, el recuerdo libre se comportó en 23 puntos, uno menos que lo reportado por Rojas-Barahona (2011), y logró un ascenso hasta los 29 puntos lo que representa un 26,08% de mejoramiento, concentrándose a solo 2 puntos de los puntajes máximos reportados. Esto indica, que luego de 8 semanas, y en ausencia de otra variable interviniente, la memoria episódica en su constructo recuerdo libre es sensible a la intervención con un PMCA. Esta investigación plantea este argumento, del vínculo del mejoramiento de la memoria episódica asociado a la AFA, ya que, en trabajos anteriores tanto en modelos animales como en humanos se ha encontrado una sensibilidad mayor en regiones cerebrales encargadas de la memoria (hipocampo, corteza prefrontal y regiones subcorticales fundamentalmente) que se optimizan con los mecanismos de neuromodulación que operan bajo el estrés, sobre todo posterior a la actividad física de carácter aeróbico (de Greeff et al., 2018; Roig et al., 2013). Adicionalmente, estos resultados apoyan la idea que los jóvenes tienen un potencial constante de poder optimizar su memoria, y que no solo el entrenamiento cognitivo puede mejorarla, sino que la AFA interactúa como un modulador potencial de esta función. Entonces, describir como la memoria episódica cambia con estas intervenciones, puede ser un buen punto de partida para insistir en la discusión que estrategias como la AFA son una buena

alternativa, sobre todo desde la perspectiva que particularmente la memoria episódica es clave en el accionar que opera bajo el aprendizaje asimilando información y conceptos con el contexto interno de la persona (Praag, Christie, Sejnowski, & Gage, 1999; Saadati, Esmaili-mahani, Esmailpour, & Nazeri, 2014; Vaynman et al., 2004).

Por otra parte, las redes atencionales en sus tres dominios: alerta, orientación y conflicto sufrieron distintas respuestas al estrés físico. Dentro de los resultados esperados, era que todas las redes atencionales se vieran favorecidas por la interacción de esta variable AFA. En estos términos, la atención, medida por los tiempos de reacción se esperaba que disminuyeran, favorecidos por los procesos de neuromodulación mediados por la AFA. De forma particular se esperaba que la red de conflicto fuera una de las más afectadas, debido a que su correlato neural se encuentra en la región prefrontal de la corteza cerebral, sitio o locus de acción de los mecanismos neurales que subyacen a la AFA (Colcombe et al., 2006; Del Valle & Urquijo, 2015; Dishman et al., 2006; Gordon et al., 2008; C. H. Hillman et al., 2008; Posner, Rothbart, & Tang, 2015). Posner & Petersen (2012) son dos neurocientíficos que han estudiado por más de 20 años las redes neuronales implicadas en la atención, y han definido distintos niveles de dominio para cada red que se articula entre sí, y operan coordinadamente. La red de alerta estaría influenciada por un dominio inferior asociado con el sistema reticular activador y locus coeruleus, mediadas por redes neuronales de norepinefrina (Petersen & Posner, 2012). No obstante, esta red de alerta también incorpora regiones frontales y parietales, las cuales se vinculan con la AFA. Los resultados de la red de alerta mostraron un comportamiento no esperado. Mientras que en las mujeres las diferencias marcan una tendencia descriptiva hacia aumentar los tiempos de reacción, dicho aumento no se pudo afirmar estadísticamente. En cambio, en el caso del grupo de hombres, marcaron una tendencia estadística hacia el aumento de los tiempos de reacción durante las 8 semanas del PMCA, pudiéndose afirmar que dicho aumento fue estadísticamente significativo. Si, bien la circuitería neural de la red de alerta, no está asociada típicamente a la AFA, si lo está en su articulación con otros procesos cognitivos más complejos que pudiesen utilizar más recursos de alerta para resolver, por ejemplo, conflictos mediante una circuitería ejecutiva.

La red de orientación, también se expresó con resultados confusos, sin embargo, dichos cambios no representaron una diferencia estadísticamente significativa. Su conducta a lo largo de las 8 semanas mostro una tendencia al alza en los tiempos de reacción, si bien menor, pero

dichos aumentos de los valores también de alguna manera podrían estar vinculados a esta teoría de aumento de recursos para otras funciones más complejas. Si bien, sus mecanismos están modulados colinérgicamente, su articulación se focaliza en áreas cerebrales relacionadas el seguimiento visual, como los colículos superiores, regiones frontales posteriores y parietales (Thiele & Bellgrove, 2018). Estas regiones no han sido vinculadas en extenso con AFA, sin embargo, se piensa puedan tener algún rol modulador de otros procesos cognitivos que requieren el uso de la visión críticamente (Prakash et al., 2011).

La red de conflicto, una de las redes que desde el argumento vinculante con la AFA se esperaba que tuviera un gran impacto posterior al PMCA. La red de conflicto, o también denominada red ejecutiva, está relacionada con actividad neuronal de las regiones prefrontales, cíngulares anteriores y fronto parietales, todos sitios neuroanatómicos que responden muy bien a los efectos de la AFA, sobre todo lo prefrontal. Dentro de las tareas que resuelve esta red de conflicto, está precisamente la inhibición de respuesta, y la autorregulación ante una tarea cognitiva. Esto implica, una mayor utilización de recursos cognitivos que resuelvan un problema determinado, como por ejemplo la congruencia o incongruencia de los *flanker* en el ANT, por lo que requiere la participación de redes de funcionamiento prefrontal ejecutivo. Esto podría vincularse con la teoría de mayor solicitud de recursos desde las redes de alerta y orientación para resolver el problema en cuestión. De esta forma, a lo largo de las 4 y 8 semanas de iniciado el PMCA, se puede constatar una disminución del 22,89% en el grupo de mujeres, como también una disminución en un 18,2% en el caso de los hombres, sobre los valores de tiempos de reacción. Esto indica que, de manera sistemática, y estadísticamente significativa, la red de conflicto se hace más eficiente a medida que finaliza el PMCA en mujeres y hombres.

No cabe duda que durante los tres momentos de medición, es decir, durante el transcurso de le PMCA, ocurren 4 sucesos estadísticamente significativos y claves para comprender el fenómeno asociativo entre las variables de estudio: 1) el mejoramiento sistemático de la capacidad aeróbica en mujeres y hombres, 2) el mejoramiento del recuerdo libre de la memoria episódica en mujeres y hombres, 3) la tendencia a la mayor utilización de recursos de la red de alerta en hombres, y 4) la eficiencia de la red de conflicto en mujeres y hombres. La asociación entre estas variables, por tanto, releva que la AFA es un mediador de dichos procesos, al menos, en un inicio sobre procesos básicos y motores del aprendizaje. Una de estas asociaciones encontradas estadísticamente, es la capacidad aeróbica y recuerdo libre de la memoria episódica

en el grupo de hombres, la cual ocurre en todos los momentos del PMCA. Esto reafirma la idea de que en jóvenes universitarios dicha relación se mantiene, y puede representar una vía de potenciación de este recurso cognitivo. Si bien, sus coeficientes de correlación se encuentran entre los 0,55 y 0,58, no deja de llamar su vínculo, afirmando que la AFA realmente influye, al menos preliminarmente, en esta realidad presentada. Finalmente, la asociación inversa entre AFA y red de conflicto es posible afirmarla estadísticamente solo en el grupo de mujeres, aunque en el grupo de hombres se puede describir también esta tendencia inversa, es decir a mayor capacidad aeróbica, menores tiempo de reacción con coeficientes de correlación de bajo a moderados.

El epifenómeno que pudiera ponerse como argumento en el debate, se relativiza debido a la evidencia contundente en esta línea investigativa que apoya la idea de estos potenciales beneficios cognitivos derivados de un poderoso argumento filogenético como la AFA. (Chaddock-heyman et al., 2013; Guiney & Machado, 2013; C. H. Hillman et al., 2019a; C. H. Hillman, Logan, & Shigeta, 2019b; Roig et al., 2013; Scudder et al., 2014).

8.3 Limitaciones de la Investigación

Es importante remarcar que el diseño de investigación es complejo debido a la necesidad de adherencia de los participantes. En este sentido, una limitación clara es el tamaño muestral, sugiriendo un mayor número de participantes para futuras investigaciones, sin embargo, investigaciones de este tipo experimental se asemejan en número. Una idea interesante de proponer, es la implementación de proyectos en base a AFA durante el año académico. Esta investigación propuso 8 semanas en relación a lo sugerido en investigaciones anteriores (Dauwan et al., 2019; Donnelly et al., 2017).

Otra limitación metodológica, susceptible de analizar es la valoración indirecta del consumo de oxígeno por medio de la frecuencia cardiaca, sin embargo, con sensibilidad y especificidad como lo propone la ACSM (2018). El uso de instrumentos directos, como el ergo espirometría, podría colaborar a comprender de forma más precisa las variables asociadas al consumo de oxígeno.

Finalmente, la ausencia de un grupo control puede entregar información adicional y enriquecedora para la comprensión y validez de los resultados. No obstante, el análisis intra sujeto y entre sujetos por sexo, apoya la rigurosidad metodológica.

9. Conclusiones

La actividad física aeróbica en estudiantes universitarios, en especial en jóvenes sedentarios y con pobres niveles de capacidad aeróbica parece ser un buen complemento para el mejoramiento no solo de la salud física, sino que también para el mejoramiento de la salud cognitiva. Más específicamente, y respondiendo la pregunta ¿cuál es el efecto de la práctica de actividad física aeróbica sobre las redes atencionales y memoria episódica?, se puede describir y afirmar que al finalizar el PMCA de 8 semanas ocurrieron cambios no solo en esta capacidad aeróbica dada por un mejoramiento del consumo de oxígeno (tal como se esperaba), sino que también ocurrieron cambios estadísticamente significativos en el desarrollo de la memoria episódica y en la red atencional de conflicto, en ausencia de algún entrenamiento cognitivo específico o sistemático. Esto en parte, apoya la hipótesis que el mejoramiento de la capacidad aeróbica se relaciona con el mejoramiento de la memoria episódica en su constructo “recuerdo libre” y redes atencionales en su constructo “red de conflicto”, al menos, en términos descriptivos y en control de posibles variables intervinientes. Algo interesante de remarcar, es que estos cambios descritos tanto en la memoria episódica como en la red de conflicto comienzan a suceder tempranamente desde la cuarta semana, y por supuesto de una forma más notable hasta la octava semana de iniciado el PMCA. Lo anterior, parece no ser un factor determinado por el sexo, sino más bien por la interacción con el mejoramiento de la capacidad aeróbica. A pesar de que se pudo afirmar que el aumento de la capacidad aeróbica acompaña al aumento paralelo que ocurre en la memoria episódica y red de conflicto, solo se pudo comprobar una asociación estadística entre las variables capacidad aeróbica y memoria episódica en el grupo de hombres a lo largo de todo el PMCA, y no así en el grupo de mujeres, que de igual forma mejoró su desempeño en un 14,81%. Por otra parte, la asociación entre las variables capacidad aeróbica y red de conflicto fue significativa e inversa en el grupo de las mujeres, pero solo hasta el momento de la cuarta semana, y si bien, se mantiene hasta la octava semana, no resulta ser significativa estadísticamente en este último tramo. Para el caso de los hombres una situación similar ocurre, pero no se pudo comprobar estadísticamente dicha asociación en ninguno de los tramos evaluados. Si bien estos resultados, pueden estar influenciados por otros motivos, como la capacidad aeróbica inicial, el tipo de ejercicio o el tiempo de mejoramiento de la condición aeróbica, lo anterior, hace suponer que es una estrategia perfectamente razonable de utilizar en ambientes educativos como complemento para el sustrato neurobiológico que subyace a

fenómenos cognitivos tan complejos como el aprendizaje. Esto, no solo porque se mejoran ciertos procesos, sino que releva que el cuerpo y los fenómenos cognitivos, se optimizan y mejoran mutuamente. Finalmente, es importante mencionar la idea de lo pertinente que pueden ser estas intervenciones sistemáticas en contextos educativos, y no considerarlas, por tanto, es aceptar la idea que los procesos cognitivos se conducen por un camino distinto a los procesos del cuerpo. En este sentido, esta investigación ha contribuido a poner en la discusión la posible necesidad de incorporar programas de AFA focalizados sobre los efectos en nuestro cerebro dentro del contexto educativo y sugerir su aplicación dentro de los recursos estratégicos con esa intencionalidad adicional cuerpo-mente.

9.1 Futuras Proyecciones

Lo anterior, deja la puerta abierta para seguir explorando este grupo de estudiantes de educación superior, tradicionalmente despojado de estas iniciativas, probablemente por el hecho de que la actividad física es considerada algo no académico. No obstante, y a juzgar por los resultados obtenidos en esta investigación surgen preguntas como ¿Los cambios logrados en memoria episódica y red de conflicto se mantienen luego de finalizado el PMCA? ¿es posible lograr cambios significativos más contundentes en todos los procesos evaluados si el PMCA es más extenso? ¿Otros procesos cognitivos se ven influenciado por este mejoramiento de la condición aeróbica, por ejemplo, algunos relacionados con las emociones? Estas preguntas podrían ser respondidas con diseños de investigación más complejos que contribuyan a explicar el fenómeno de una forma más integral.

10. Referencias Bibliográficas

- ACSM. (2018). *American College of Sports Medicine, Exercise Testing and Prescription*. (M. Paternostro & A. Swank, Eds.) (First). Wolters Kluwer.
- Adólfssdóttir, S., Sørensen, L., & Lundervold, A. J. (2008). The attention network test: A characteristic pattern of deficits in children with ADHD. *Behavioral and Brain Functions*, 4(2), 1–9. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-4-9>
- Aedo, C., & González, L. E. (2004). La educación superior en Chile. *Revista Calidad En La Educación*, 21, 61–85.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2015). *Estudio Nacional de Educación Física 2015*. Chile. Reporte Ministerio de Educación de Chile.
- Alarcón, V. C., Salazar, C. M., Vargas, A. C., & Bustos, E. D. (2014). Caracterización de la capacidad aeróbica de una muestra de estudiantes universitarios. *Revista de Ciencias de La Actividad Física UCM*, 15, 7–12.
- Albinet, C. T., Abou-Dest, A., André, N., & Audiffren, M. (2016). Executive functions improvement following a 5-month aquaerobics program in older adults: Role of cardiac vagal control in inhibition performance. *Biological Psychology*, 115, 69–77. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2016.01.010>
- Aránguiz, H., García, V., Rojas, S., Salas, C., Martínez, R., & Millan, N. Mac. (2010). Estudio descriptivo, comparativo y correlacional del estado nutricional y condición cardiorrespiratoria en estudiantes universitarios de Chile. *Revista Chilena de Nutrición*, 37, 70–78.
- Arrau, F. (2003). *Deserción en la educación superior en Chile*. Serie de informes AÑO XIII, N° 128. *Biblioteca del congreso nacional de Chile departamento de estudios, extensión y publicaciones*.
- Atria, R. (1989). La Educación superior desde el mundo de la vida. *Revista de Sociología*, 8, 81–94.
- Baddeley, A. (2001). The concept of episodic memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 356, 1345–1350. <https://doi.org/10.1098/rstb.2001.0957>
- Bailey, R., Hillman, C., Arent, S., & Petitpas, A. (2015). Physical Activity : An

- Underestimated Investment in Human Capital ? *Journal of Physical Activity & Health*, 10, 289–308.
- Banco Mundial, OCDE, & Ministerio de Educación de Chile. (2009). *La Educación Superior en Chile*. Paris: OCDE y Banco Mundial.
- Baquet, G., Van Praagh, E., & Berthoin, S. (2003). Endurance Training and Aerobic Fitness in Young People. *Sports Medicine*, 33, 1127–1143. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00004>
- Barrios, A. (2011). Deserción universitaria en Chile: Incidencia del financiamiento y otros factores asociados. *Revistacis*, 9, 59–72.
- Bartés-Serrallonga, M., Adan, A., Solé-Casals, J., Caldú, X., Falcón, C., Pérez-Pàmies, M., Serra-Grabulosa, J. M. (2014). Bases cerebrales de la atención sostenida y la memoria de trabajo: Un estudio de resonancia magnética funcional basado en el continuous performance test. *Revista de Neurologia*, 58, 289–295.
- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M., & Reilly, J. J. (2014). Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *Journal Br Sports Medicine*, 48, 265–270. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092334>
- Bramble, D. M., & Lieberman, D. E. (2004). Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*, 432, 345–352.
- Campo Martínez-Lage, P., Maestú Unturbe, F., Fernández González, S., & Ortiz Alonso, T. (2008). Memoria. *Neuroimagen, técnicas y procesos cognitivos* (pp. 389–414). <https://doi.org/10.1016/B978-84-458-1776-6.50017-4>
- Carrillo-Mora, P. (2010). Sistemas de memoria: Reseña histórica, clasificación y conceptos actuales. Segunda parte: Sistemas de memoria de largo plazo: Memoria episódica, sistemas de memoria no declarativa y memoria de trabajo. *Salud Mental*, 33, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.06.001>
- Caspersen, C. J., & Christenson, G. M. (1985). Physical Activity , Exercise , and Physical Fitness : Definitions and Distinctions for Health-Related Research. *Public Health Reports*, 100, 126–132.
- Centro de Microdatos. (2008). Reporte: Estudio sobre causas de la deserción universitaria. Universidad de Chile, Departamento de Economía.

- Chaddock-heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M. W., Knecht, A. M., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Kramer, A. F. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children : a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, *7*, 1–13.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072>
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function in Children. *Journal of International Neuropsychological Society*, *17*, 1–11.
<https://doi.org/10.1017/S1355617711000567>
- Chang, Y., Chi, L., Etnier, J. L., Wang, C., Chu, C., & Zhou, C. (2014). Effect of acute aerobic exercise on cognitive performance : Role of cardiovascular fitness. *Psychology of Sport & Exercise*, *15*(5), 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.04.007>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance : A meta-analysis. *Brain Research*, *1453*(250), 87–101.
<https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Chennaoui, M., Arnal, P. J., & Sauvet, F. (2014). Sleep and exercise : A reciprocal issue ? *Sleep Medicine Reviews*, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.06.008>
- Chile Deportes. (2007). Informe final de Resultados de la Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deporte en la Población Chilena igual o mayor a 18 años. *Ministerio del Deporte*.
- Cid, F. M., Mallea, I. D., Espuña, P. F., Alarcón, C. I., Carrión, D. M., Muñoz, F. A., Menares, B. (2014). Relación de la práctica de actividad física y el rendimiento académico en escolares de Santiago de Chile. *Revista Ciencias de La Actividad Física UCM*, *15*, 43–50.
- Colcombe, S. J., Erickson, K. I., Scalf, P. E., Kim, J. S., Prakash, R., McAuley, E. Kramer, A. F. (2006). Brain Volume in Aging Humans. *Journal of Gerontology*, *61*, 1166–1170.
- Coolidge, F. L., Wynn, T., & Overmann, K. A. (2013). The evolution of working memory. *Working Memory: The Connected Intelligence*, *110*, 37–60.
<https://doi.org/10.4324/9780203094600>
- Costigan, S. A., Eather, N., Plotnikoff, R. C., Taaffe, D. R., & Lubans, D. R. (2015). High-intensity interval training for improving health-related fitness in adolescents : a systematic review and meta-analysis. *Journal Br Sports Medicine*, *0*, 1–9.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2014-094490>

Dauwan, M., Begemann, M. J. H., Slot, M. I. E., Lee, E. H. M., Scheltens, P., & Sommer, I. E. C. (2019). Physical exercise improves quality of life, depressive symptoms, and cognition across chronic brain disorders: a transdiagnostic systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neurology*, *266*, 1-25.

<https://doi.org/10.1007/s00415-019-09493-9>

de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *21*, 501–507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>

Del Valle, M. V., & Urquijo, S. (2015). Relaciones de las estrategias de codificación mnésica y la capacidad de aprendizaje con el desempeño académico de estudiantes universitarios. *Psicología Educativa*, *21*, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.02.004>

Dishman, R. K., Berthoud, H., Booth, F. W., Cotman, C. W., Edgerton, V. R., Fleshner, M. R., Zigmond, M. J. (2006). Neurobiology of Exercise. *Obesity*, *14*, 345–356.

Domjan, M. (2010). *Principios de Aprendizaje y Conducta* (Sexta). Wadsworth Cengage Learning.

Donnelly, J. E., Ed, D., Co-chair, F., Hillman, C. H., Co-chair, P. (2017). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *48*, 1-17.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>.Physical

Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity , cognition , and academic achievement. *Preventive Medicine*, *52*, S36–S42.

<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>

Dudley, R. (2001). Limits to human locomotor performance : phylogenetic origins and comparative perspectives. *The Journal of Experimental Biology*, *204*, 3235–3240.

Dzib Goodin, A. (2013). La evolución del aprendizaje: más allá de las redes neuronales.

Revista Chilena de Neuropsicología, *8*, 20–25. <https://doi.org/10.5839/rcnp.2013.0801.04>

Ellis, A. W., & Young, A. W. (1992). *Neuropsicología Cognitiva Humana*. Massons.

<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

Erickson, K. I., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2015). Physical activity , brain , and

- cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 27–32.
<https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>
- Espinoza, Ó., González-Fiegehen, L.-E., & Granda, M.-L. (2019). Avances y desafíos que enfrentan los procesos reformistas en la educación superior de Chile y Ecuador: La perspectiva sobre el acceso y el financiamiento. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, X, 25–50. <https://doi.org/10.22201/iissue.20072872e.2019.27.339>
- Eusop-Roussel, E., & Colliot, P. (2014). Evaluación neuropsicológica en adultos. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*, 35, 1–13. [https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(13\)66659-1](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(13)66659-1)
- Fan, J., McCandliss, B. D., Sommer, T., Raz, A., & Posner, M. I. (2002). Testing the efficiency and independence of attentional networks. *Journal of Cognitive Neuroscience. Journal of Cognitive Neuroscience*, 14, 340–347.
- Fan, Jin, Wu, Y., Fossella, J. A., & Posner, M. I. (2001). Assessing the heritability of attentional networks. *BMC Neuroscience*, 2, 1–7. Retrieved from <http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed18b&NEWS=N&AN=614138350>
- Ferreira, J. E., Di Santo, M., Morales, M. M. del V., Sosa, M. A., Mottura, E., & Figueroa, C. (2011). Efecto agudo y crónico del ejercicio físico sobre la percepción-atención en jóvenes universitarios. *Calidad de Vida*, 6, 103–136.
- Fisher, A., Boyle, J. M. E., Paton, J. Y., Tomporowski, P., Watson, C., Mccoll, J. H., & Reilly, J. J. (2011). Effects of a physical education intervention on cognitive function in young children : randomized controlled pilot study. *BMC Pediatrics*, 11, 1–9.
- Fossella, J., Posner, M. I., Fan, J., Swanson, J. M., & Pfaff, D. W. (2002). Attentional phenotypes for the analysis of higher mental function. *TheScientificWorldJournal*, 2, 217–223. <https://doi.org/10.1100/tsw.2002.93>
- Fossella, J., Sommer, T., Fan, J., Wu, Y., Swanson, J. M., Pfaff, D. W., & Posner, M. I. (2002). Assessing the molecular genetics of attention networks. *BMC Neuroscience*, 3, 1–11. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-3-14>
- Gillund, G. (2012). Episodic Memory. In *Encyclopedia of Human Behavior: Second Edition* (pp. 68–72). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375000-6.00152-X>
- Gluck, M., Mercado, E., & Myers, C. (2009). *Aprendizaje y Memoria: del Cerebro al*

Comportamiento. Mc Graw Hill.

- Gomez-pinilla, F., & Hillman, C. (2013). The Influence of Exercise on Cognitive Abilities. *Comprehensive Physiology*, 3, 403–428. <https://doi.org/10.1002/cphy.c110063>
- Gómez, E., Jaimes, J., & Severiche, C. (2017). Estilos de aprendizaje en universitarios, modalidad de educación a distancia. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 50, 383–393.
- Gordon, B. A., Rykhlevskaia, E. I., Brumback, C. R., Lee, Y., Elavsky, S., Konopack, J. F., ... Gratton, G. (2008). Neuroanatomical correlates of aging , cardiopulmonary fitness level , and education. *Psychophysiology*, 45, 825–838. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00676.x>
- Gray, J. M., Vecchiarelli, X. H. A., Morena, M., Lee, T. T. Y., Hermanson, D. J., Kim, X. A. B., ... Hill, M. N. (2015). Corticotropin-Releasing Hormone Drives Anandamide Hydrolysis in the Amygdala to Promote Anxiety. *The Journal of Neuroscience*, 35, 3879–3892. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2737-14.2015>
- Groot, C., Hooghiemstra, A. M., Raijmakers, P. G. H. M., van Berckel, B. N. M., Scheltens, P., Scherder, E. J. A., Ossenkoppele, R. (2016). The effect of physical activity on cognitive function in patients with dementia: A meta-analysis of randomized control trials. *Ageing Research Reviews*, 25, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2015.11.005>
- Guiney, H., & Machado, L. (2013). Benefits of regular aerobic exercise for executive functioning in healthy populations. *Theoretical Review*, 20, 73–86. <https://doi.org/10.3758/s13423-012-0345-4>
- Heijnen, S., Hommel, B., Kibele, A., & Colzato, L. S. (2016). Neuromodulation of Aerobic Exercise: A Review. *Frontiers in Psychology*, 6, 1–6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.01890>
- Henke, K. (2011). A model for memory systems based on processing modes rather than consciousness. *Nature Review*, 11, 523–533.
- Herculano-Houzel, S. (2012). The remarkable, yet not extraordinary, human brain as a scaled-up primate brain and its associated cost. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 10661–10668. <https://doi.org/10.1073/pnas.1201895109>
- Herculano-Houzel, S. (2018). The Evolution of Human Capabilities and Abilities. *Cerebrum* :

- The Dana Forum on Brain Science, 2018, 1–10.*
- Herlitz, A., & Rehnman, J. (2008). Sex differences in episodic memory. *Current Directions in Psychological Science, 17*, 52–56. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2008.00547.x>
- Heyward, V. H., & Gibson, A. L. (2014). *Cardiorespiratory Fitness Assessment and Prescription*. Human Kinetics.
- Hillman, C. H. (2014). *An introduction to the relation of physical activity to cognitive and brain health, and scholastic achievement*.
- Hillman, C. H., Belopolsky, A. V., Snook, E. M., Kramer, A. F., & Mcauley, E. (2004). Physical Activity and Executive Control : Implications for Increased Cognitive Health During Older Adulthood. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 75*, 176–185.
- Hillman, C. H., Castelli, D. M., & Buck, S. M. (2005). Aerobic Fitness and Neurocognitive Function in Healthy Preadolescent Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 37*, 1–9. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000176680.79702.ce>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature, 9*, 58–65.
- Hillman, C. H., Logan, N. E., & Shigeta, T. T. (2019). A Review of Acute Physical Activity Effects on Brain and Cognition in Children. *Translational Journal of ACSM, 4*, 132–136.
- Hillman, C., Kamijo, K., & Scudder, M. (2011). A Review of Chronic and Acute Physical Activity Participation on Neuroelectric Measures of Brain Health and Cognition during Childhood. *Prevention Medicine, 52*, 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.024.A>
- Humberto, M. (1996). *El Sentido de lo Humano*. Santiago: Dolmen Ediciones.
- Ibáñez, N. (2002). Las Emociones En El Aula. *Estudios Pedagógicos, 28*, 31–45. http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07052002000100002&script=sci_arttext
- INJUV. (2012). *Encuesta nacional de la juventud 2012: Informe región metropolitana*. Santiago.
- INJUV. (2014). *Opinión Pública Joven*. Santiago.
- Instituto Nacional de la Juventud. (2014). *Boletín Área de Estudios Boletín Área de Estudios Actividad Física y Deporte*. Santiago.
- Instituto Nacional del Deporte. (2003). *La Actividad Física y el Deporte en el Ámbito Universitario*. Santiago.

- Johnson, M. K., & Hasher, L. (1987). *Human Learning and Memory. Annual Review of Psychology* (Vol. 38). <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.38.020187.003215>
- Karssemeijer, E., Aaronson, J., Bossers, W., Smits, T., Olde Rikkert, M. & Kessels, R. (2017). Positive effects of combined cognitive and physical exercise training on cognitive function in older adults with mild cognitive impairment or dementia: A meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, *40*, 75–83. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2017.09.003>
- Khan, N., & Hillman, C. (2014). The Relation of Childhood Physical Activity and Aerobic Fitness to Brain Function and Cognition : A Review. *Pediatric Exercise Science*, *26*, 138–146.
- Kwak, L., Kremers, S. P. J., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., & Sjo, M. (2009). Associations between Physical Activity, Fitness, and Academic Achievement. *The Journal of Pediatrics*, *155*, 914–918. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2009.06.019>
- Lange, I., & Fernando Vio. (2006). *Guía para Universidades Saludables y otras Instituciones de Educación Superior*. Chile.
- Lebeau, J., & Rissman, E. F. (2013). Running-induced epigenetic and gene expression changes in the adolescent brain. *International Journal of Developmental Neuroscience*, *31*, 382–390. <https://doi.org/10.1016/j.ijdevneu.2012.11.002>. Running-induced
- Leckie, R. L., Oberlin, L. E., Voss, M. W., Prakash, R. S., Szabo-reed, A., Chaddock-heyman, L., Lin, M. (2014). BDNF mediates improvements in executive function following a 1-year exercise intervention. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *8*, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00985>
- Lees, C., & Hopkins, J. (2013). Effect of Aerobic Exercise on Cognition , Academic Achievement , and Psychosocial Function in Children : A Systematic Review of Randomized Control Trials. *Preventing Chronic Disease*, *10*(10), 1–8.
- LeMond, G., & Hom, M. (2015). *The Science of Fitness: Power, Performance and Endurance. The Science of Fitness*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2013-0-00680-9>
- Liu-Ambrose, T. (2017). Physical Activity and Brain Health. *Innovation in Aging*, *1*(suppl_1), 40–40. <https://doi.org/10.1093/geroni/igx004.159>
- Macinnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, *9*, 2915–2930. <https://doi.org/10.1113/JP273196>

- MacLeod, J. W., Lawrence, M. A., McConnell, M. M., Eskes, G. A., Klein, R. M., & Shore, D. I. (2010). Appraising the ANT: Psychometric and Theoretical Considerations of the Attention Network Test. *Neuropsychology, 24*, 637–651.
<https://doi.org/10.1037/a0019803>
- Marco, E. M., García-gutiérrez, M. S., & Moreira, F. A. (2011). Endocannabinoid system and psychiatry : in search of a neurobiological basis for detrimental and potential therapeutic effects. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 5*, 1–23.
<https://doi.org/10.3389/fnbeh.2011.00063>
- Martin, R., & Clémenc, M. (2014). Fisiología cardiorrespiratoria del movimiento, *35*, 1–10.
[https://doi.org/10.1016/S1293-2965\(14\)69148-9](https://doi.org/10.1016/S1293-2965(14)69148-9)
- Martínez, E. B., & Harb, S. L. (2006). Funciones ejecutivas en estudiantes universitarios que presentan bajo y alto rendimiento académico. *Psicología Desde El Caribe, 18*, 109–136.
- Matta, E., Cevada, T., & Monteiro-junior, S. (2013). Neuroscience of Exercise : From Neurobiology Mechanisms to Mental Health. *Neuropsychobiology, 1–14*.
<https://doi.org/10.1159/000350946>
- McConnell, M. M., & Shore, D. I. (2011). Mixing measures: Testing an assumption of the attention network test. *Attention, Perception, and Psychophysics, 73* , 1096–1107.
<https://doi.org/10.3758/s13414-010-0085-3>
- McEwen, B. S., Bowles, N. P., Gray, J. D., Hill, M. N., Hunter, R. G., Karatsoreos, I. N., & Nasca, C. (2015). Mechanisms of stress in the brain. *Nature Neuroscience, 18*, 1353–1363. <https://doi.org/10.1038/nn.4086>
- Merleau-Ponty, M. (1994). *Fenomenología de la Percepción*. Editorial Planeta.
- Ministerio de Desarrollo Social. (2012). *Encuesta Nacional de Juventud 2012*.
- Ministerio de Educación de Chile. (2014). *Retención de primer año en educación superior*. Santiago.
- Ministerio de Salud. (2017). *Encuesta de Calidad de Vida y Salud (ENCAVI) 2015-2016*. Santiago.
- Ministerio del Deporte. (2016). *Encuesta Nacional de Hábitos de Actividad Física y Deportes en la Población de 18 años y más*.
- Morin, E. (1999). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO.
<https://doi.org/10.35197/rx.01.03.2005.14.ha>

- Morrison, J., & Mayer, L. (2017). Physical Activity and Cognitive Function in Adults with Multiple Sclerosis: An Integrative Review. *Disability Rehabilitation*, *39*, 1909–1920. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1213900>. Physical
- Neuhaus, A. H., Urbanek, C., Opgen-Rhein, C., Hahn, E., Ta, T. M. T., Koehler, S., ... Dettling, M. (2010). Event-related potentials associated with Attention Network Test. *International Journal of Psychophysiology*, *76*, 72–79. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2010.02.005>
- Nieto, A., Hernández-Rodríguez, E., Hernández-Torres, A., Velasco Rodríguez-Solís, P., Hess-Medler, S., Machado-Fernández, A. Barroso, J. (2014). Alternate form of the test de aprendizaje verbal España-Complutense (TAVEC). *Revista de Neurología*, *58*, 389–395. <https://doi.org/rn2013568> [pii]
- Nithianantharajah, J., & Hannan, A. J. (2009). Progress in Neurobiology The neurobiology of brain and cognitive reserve : Mental and physical activity as modulators of brain disorders. *Progress in Neurobiology*, *89*, 369–382. <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2009.10.001>
- Ojea Ortega, T., González Álvarez de Sotomayor, M. M., Pérez González, O., & Fernández Fernández, O. (2013). A new assessment for episodic memory. Episodic memory test and caregiver's episodic memory test. *Neurología*, *28*, 488–496. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2012.10.004>
- OMS. (2010). Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/es/
- OMS. (2019). Actividad Física: Datos y Cifras. Recuperado en <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y la Organización Panamericana de la Salud. (2017). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional*. Santiago.
- Paolo, E. A. Di. (2013). Enactivismo y naturalización de la mente. In P. y V. Editores (Ed.), *Nueva ciencia cognitiva* (pp. 1–39).
- Parker, E. S., Eaton, E. M., Whipple, S. C., Heseltine, P. N. R., & Bridge, T. P. (1995). University of Southern California Repeatable Episodic Memory Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *17*, 926–936.

<https://doi.org/10.1080/01688639508402441>

- Parker, E. S., Landau, S. M., Whipple, S. C., & Schwartz, B. L. (2004). Aging, recall and recognition: A study on the sensitivity of the University of Southern California Repeatable Episodic Memory Test (USC-REMT). *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *26*, 428–440. <https://doi.org/10.1080/13803390490510130>
- Paschen, L., Lehmann, T., Kehne, M., & Baumeister, J. (2019). Effects of Acute Physical Exercise With Low and High Cognitive Demands on Executive Functions in Children: A Systematic Review. *Pediatric Exercise Science*, 1–15. <https://doi.org/10.1123/pes.2018-0215>
- Pause, B. M., Zlomuzica, A., Kinugawa, K., Mariani, J., Pietrowsky, R., & Dere, E. (2013). Perspectives on Episodic-Like and Episodic Memory. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, *7*, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2013.00033>
- Pérez, L., Padilla, C., Parmentier, F. B. R., & Andrés, P. (2014). The Effects of Chronic Exercise on Attentional Networks. *PLoS ONE*, *9*, e101478. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101478>
- Petersen, S., & Posner, M. I. (2012). The Attention System of the Human Brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, *21*, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>.The
- Pontzer, H. (2017). Economy and Endurance in Human Evolution. *Current Biology*, *27*, R613–R621. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.031>
- Posner, M. I., Rothbart, M. K., & Tang, Y. Y. (2015). Enhancing attention through training. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, *4*, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2014.12.008>
- Potteiger, J. (2018). *ACSM Introduction to Exercise Science* (Third). Wolters Kluwer.
- Praag, H. Van, Christie, B. R., Sejnowski, T. J., & Gage, F. H. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *PNSA*, *96*, 13427–13431.
- Prakash, R. S., Voss, M. W., Erickson, K. I., Lewis, J. M., Chaddock, L., Malkowski, E., ... Kramer, A. F. (2011). Cardiorespiratory Fitness and Attentional Control in the Aging Brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*, 1–12. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2010.00229>
- Raichlen, D., & Alexander, G. (2015). Exercise, APOE genotype, and the evolution of the

- human lifespan. *Trends in Neuroscience*, 37, 247–255.
<https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.03.001.Exercise>
- Raine, L. B., Lee, H. K., Saliba, B. J., Chaddock-heyman, L., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2013). The Influence of Childhood Aerobic Fitness on Learning and Memory, 8.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072666>
- Ramírez, W., Vinaccia, S., & Ramón, G. (2004). El Impacto de la Actividad Física y el Deporte sobre la Salud, Cognición, la Socialización y el Rendimiento Académico: Una Revisión Teórica. *Revista de Estudios Sociales*, 18, 67–75.
- Ranabir, S., & Reetu, K. (2011). Review Article Stress and hormones. *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 15, 18–22. <https://doi.org/10.4103/2230-8210.77573>
- Rebollo, M. A., & Montiel, S. (2006). Atención y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(Supl 2), 3–7.
- Red Nacional de Universidades Promotoras de Salud. (2013). Guía para la Autoevaluación y Reconocimiento de Instituciones de Educación Superior Promotoras de la Salud Red Chilena de Universidades Promotoras de la Salud. Santiago.
- Roig, M., Nordbrandt, S., Geertsen, S. S., & Nielsen, J. B. (2013). The effects of cardiovascular exercise on human memory: A review with meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, 1645–1666.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.012>
- Roig Rovira, T., Ríos Lago, M., & Paúl Lapedriza, N. (2011). Funciones Cognitivas y Rehabilitación Neuropsicológica. In *Rehabilitación Neuropsicológica* (pp. 29-e6).
<https://doi.org/10.1016/B978-84-458-2066-7.00003-3>
- Rojas-Barahona, C. A., Prado, B. Z., & Förster Marín, C. E. (2011). Validación de la prueba de memoria episódica de repetición de la universidad del sur de california (USC-REMT). *Revista Medica de Chile*, 139, 340–347. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872011000300009>
- Saadati, H., Esmaeili-mahani, S., Esmaeilpour, K., & Nazeri, M. (2014). Exercise improves learning and memory impairments in sleep deprived female rats. *Physiology & Behavior*, 138, 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2014.10.006>
- Sánchez, I. (2011). *Los desafíos de la educación superior en Chile*. Santiago.
- Schoenmakers, P., Reed, K., Woude, L. Van Der, & Hettinga, F. J. (2016). High Intensity

- Interval Training in Handcycling : The Effects of a 7 Week Training Intervention in Able-bodied Men. *Frontiers in Psychology*, 7, 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00638>
- Scudder, M. R., Federmeier, K. D., Raine, L. B., Direito, A., Boyd, J. K., & Hillman, C. H. (2014). Brain and Cognition The association between aerobic fitness and language processing in children : Implications for academic achievement. *Brain and Cognition*, 87, 140–152. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.03.016>
- Scudder, M. R., Lambourne, K., Drollette, E. S., Herrmann, S. D., Washburn, R. A., Donnelly, J. E., & Hillman, C. H. (2013). Aerobic Capacity and Cognitive Control in Elementary School-Age Children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45, 1025–1035. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000199>
- SIES. (2008). *Deserción y Reingreso a Educación Superior en Chile*. Recuperado en <https://www.mifuturo.cl/sies/>
- SIES. (2014). *Panorama de la Educación Superior en Chile 2014*. Santiago. Recuperado en <https://www.mifuturo.cl/sies/>
- SIES. (2018). *Informe de retención de 1 er año de pregrado, cohortes 2013 - 2017*. Recuperado en <https://www.mifuturo.cl/sies/>
- Solis-Urra, P., Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Rodriguez-Ayllon, M., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., ... Ortega, F. B. (2019). Early life factors, gray matter brain volume and academic performance in overweight/obese children: The ActiveBrains project. *NeuroImage*, 202, 116130. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116130>
- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., Erickson, K. I., & Stillman, C. M. (2016). Mediators of Physical Activity on Neurocognitive Function : A Review at Multiple Levels of Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 1–17. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00626>
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153–156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- The American College of Sports Medicine. (2019). ACSM.
- Themanson, J., Pontifex, M. B., & Hillman, C. H. (2009). Fitness and action monitoring: evidence for improved cognitive flexibility in young adults. *Neuroscience*, 157, 319–328.

- <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2008.09.014>.FITNESS
- Thiele, A., & Bellgrove, M. A. (2018). Neuromodulation of Attention. *Neuron*, *97*, 769–785.
<https://doi.org/10.1016/j.neuron.2018.01.008>
- Thomas, A. G., Dennis, A., Bandettini, P. A., & Johansen-berg, H. (2012). The effects of aerobic activity on brain structure. *Frontiers in Psychology*, *3*, 1–9.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00086>
- Tomprowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, *112*, 297–324.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In *Organization of memory* (pp. 382–402). Oxford, England: Academic Press. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00047257>
- UNESCO. (2014). *Enseñanza y aprendizaje lograr la calidad para todos*. Paris: Ediciones UNESCO.
- UNESCO. (2015). *Educación física de calidad: Guía para los responsables políticos*. Paris: Ediciones UNESCO.
- Universidad Adolfo Ibáñez. (2018). *Modelo educativo Universidad Adolfo Ibáñez*. Santiago. Retrieved from www.uai.cl
- Universidad Técnica Federico Santa María. (2018). Nuestra Institución - Universidad Técnica Federico Santa María. <https://usm.cl/universidad/mision-vision-valores/>
- Usselman, C. (2017). Characterizing attention with predictive network models. *Physiology & Behavior*, *176*(3), 139–148. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2017.03.040>
- Vacas, J., Mérida, R., Molina, G., & Vacas, L. (2016). Las estrategias de enseñanza como factor de cambio en los estilos de aprendizaje. Un estudio longitudinal. *Revista Estilos de Aprendizaje*, *9*, 135–164.
- Varela, F., & Thompson, E. (1993). *The Embodied Mind. The Embodied Mind*.
- Varela, F., Thompson, E., & Thompson, E. (2016). *The Embodied Mind: Cognitive Science and human Experience*.
- Vaynman, S., Ying, Z., & Gomez-pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *Europe Journal of Neuroscience*, *20*, 2580–2590. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2004.03720.x>
- Wagner, G., Herbsleb, M., Cruz, F. De, Schumann, A., Brünner, F., & Schachtzabel, C. (2015). Hippocampal structure , metabolism , and inflammatory response after a 6-week

- intense aerobic exercise in healthy young adults : a controlled trial. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 1(February), 1–9. <https://doi.org/10.1038/jcbfm.2015.125>
- Wilke, J., Giesche, F., Klier, K., Vogt, L., Herrmann, E., & Banzer, W. (2019). Acute Effects of Resistance Exercise on Cognitive Function in Healthy Adults: A Systematic Review with Multilevel Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 49, 905–916. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01085-x>
- Williams, R. S., Biel, A. L., Wegier, P., Lapp, L. K., Dyson, B. J., & Spaniol, J. (2016). Age differences in the Attention Network Test: Evidence from behavior and event-related potentials. *Brain and Cognition*, 102, 65–79. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2015.12.007>
- Wilson, B. A. (2011). Memoria. In *Rehabilitación Neuropsicológica* (1st ed., pp. 53–59). Elsevier España, S.L. <https://doi.org/10.1016/B978-84-458-2066-7.00004-5>
- Zagaar, M., Alhaider, I., Dao, A., Levine, A., Alkarawi, A., Alzubaidy, M., & Alkadhi, K. (2012). Neurobiology of Disease The beneficial effects of regular exercise on cognition in REM sleep deprivation : Behavioral , electrophysiological and molecular evidence. *Neurobiology of Disease*, 45, 1153–1162. <https://doi.org/10.1016/j.nbd.2011.12.039>
- Zou, L., Loprinzi, P. D., Yeung, A. S., Zeng, N., & Huang, T. (2019). The Beneficial Effects of Mind-Body Exercises for People With Mild Cognitive Impairment: a Systematic Review With Meta-analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.03.009>

11. Anexos

Anexo 1 Cuestionario de Aptitud para la Práctica de Actividad Física

PAR-Q

La actividad física regular es divertida y saludable, y más personas cada día llegan a ser más activas. Ser más activo es seguro para la mayoría de las personas. Sin embargo, algunas personas deben consultar con su médico antes de empezar un programa físico de la actividad.

Si usted planea tomar parte en más actividades físicas de lo que está ahora, conteste las siguientes preguntas notadas abajo. Si usted tiene entre 15 a 69 años, con el cuestionario PAR-Q le dirá si necesita recibir consejo con su médico antes de empezar un programa físico. Si usted tiene más de 69 años, y no está acostumbrado a estar activo, entonces averigüe con su médico. El sentido común es la mejor guía para responder a estas preguntas. Por favor de leer las preguntas con cuidado y responder cada una honestamente: marque SI o NO.

Sí	No	PREGUNTAS
		1. ¿Alguna vez el médico le ha dicho si usted tiene un problema en el corazón, y solo debería hacer actividad física recomendado por un médico?
		2. ¿Usted siente dolor en el pecho cuando hace actividad física?
		3. ¿Le ha dolido el pecho en el último mes, cuando no está haciendo ejercicio?
		4. ¿Usted pierde el balance a causa que se marea, y alguna vez ha perdido el conocimiento?
		5. ¿Tiene algún problema en las articulaciones (por ejemplo, espalda, rodillas, o cadera) que pueda empeorar por las actividades físicas propuestas?
		6. ¿El medico actualmente le ha indicado tomar medicinas para la presión arterial o el corazón?
		7. ¿Sabe usted, de <u>cualquier otra razón</u> por la cual usted no debería hacer actividad física?
		8.

SI contesto SÍ, a una o más preguntas.

Hable con su médico por teléfono o en persona ANTES de que usted empiece a ser mucho más físicamente activo ó ANTES que usted tenga una evaluación de salud. Informe a su médico sobre el cuestionario PAR-Q y las preguntas que respondió con un SÍ. Usted podría hacer cualquier actividad que usted quiera – pero comenzando lentamente y aumentando gradualmente. O, tal vez necesitara restringir sus actividades a ésas que son más seguras para usted. Hable con su médico acerca de las actividades que a usted le gustaría participar y siga su consejo.

Averigüe cuáles programas de la comunidad son seguras y útiles para usted.

SI CONTESTÓ NO, A TODAS LAS PREGUNTAS,

SI USTED CONTESTA NO HONESTAMENTE A TODAS LAS PREGUNTAS, SEA RAZONABLE Y ESTÉ SEGURO DE QUE USTED PUEDE:

- **Comenzar a ser más activo:** Comience lentamente y aumente gradualmente. Esta es la forma más segura y fácil.
- **Realizar una prueba de ejercicio:** Esta es una forma excelente para determinar su condición física y poder planear el mejor plan para aumentar su actividad física. Es altamente recomendable que sea evaluada la presión de su sangre. Si su lectura es más de 144/94, hable con su médico antes de empezar a hacer más actividad física



Posponga el comenzar su actividad:

- Si no se siente bien debido a una enfermedad temporal tal como resfrío, gripe, o fiebre. Espere a sentirse mejor; o
- Si está o puede estar embarazada. Hable con su médico antes de comenzar.

Nota:

Si su salud cambia, y alguna de las preguntas se convierte en SÍ, debe informarle a su instructor o a su médico: Pregunte si debe cambiar su plan de actividad física.

Información del uso del PAR-Q: La Sociedad Canadiense de Fisiología de ejercicios, Health Canadá y sus agentes no, asumen responsabilidad sobre las personas que inicien una actividad física a pesar de tener dudas sobre las respuestas del cuestionario, consulte a su médico antes de empezar hacer actividad física.

Nota: Si el cuestionario PAR-Q se entrega a una persona antes de participar en un programa de actividad física o una evaluación de actividad física, esta sección podría usarse para fines legales o propósitos administrativos

Nota: Esta autorización para actividad física es válida por el máximo de 12 meses, empezando el día que se complete, y se convierte en inválido si su condición cambia a cualquiera de las siete preguntas que contesto Sí.

“Yo he leído, entendido y completado este cuestionario. Todas las preguntas han sido contestadas con mi completa satisfacción.”

NOMBRE: _____

FIRMA: _____ FECHA: _____

Origen: PAR-Q was developed by the British Columbia Ministry of Health/Canadian Society for Exercise Physiology, 202-185 Somerset St. West Ottawa, ON K2P 012 www.csep.ca
Adoptado por: Región LA County PH Nutrition Program/Network for a Healthy California.
www.lapublichealth.gov/nutrition

Anexo 2 Formulario de Historial Médico

EVALUACIÓN FÍSICA – PRE-PARTICIPACIÓN FORMULARIO DE HISTORIAL MÉDICO

(Nota: Este formulario debe ser rellenado por el paciente y padre/madre antes de ver al doctor. El doctor debe mantener este formulario en el expediente)

Fecha del examen _____

Nombre _____ Fecha de nacimiento _____

Sexo _____ Edad _____ Grado _____ Escuela _____ Deporte(s) _____

Medicamentos y Alergias: Por favor, indica todos los medicamentos con y sin receta médica y suplementos (herbales y nutricionales) que estás tomando actualmente

Tienes alergias Sí No Si la respuesta es sí, por favor identifica abajo la alergia específica.

Medicamentos Polen Comida Picaduras de insecto

Explica abajo las preguntas respondidas con un "sí". Pon un círculo alrededor de las preguntas cuyas respuestas desconoces.

PREGUNTAS GENERALES	Sí	No	PREGUNTAS SOBRE LA SALUD DEL CORAZÓN DE TU FAMILIA	Sí	No
1. ¿Alguna vez un doctor te ha prohibido o limitado tu participación en deportes por alguna razón?			13. ¿Has tenido algún familiar que ha fallecido a causa de problemas de corazón o que haya fallecido de forma inexplicable o inesperada antes de la edad de 50 años (incluyendo ahogo, accidente de tráfico inesperado, o síndrome de muerte súbita infantil)?		
2. ¿Tienes actualmente alguna condición médica? Si es así, por favor identifícala abajo: <input type="checkbox"/> Asma <input type="checkbox"/> Anemia <input type="checkbox"/> Diabetes <input type="checkbox"/> Infecciones Otro: _____			14. ¿Sufrir alguien en tu familia de cardiomiopatía hipertrófica, síndrome Marfan, cardiomiopatía arritmogénica ventricular derecha, síndrome de QT corto, síndrome de Brugada, o taquicardia ventricular polimórfica catecolaminérgica?		
3. ¿Has sido ingresado alguna vez en el hospital?			15. ¿Alguien en tu familia tiene problemas de corazón, un marcapasos o un desfibrilador implantado en su corazón?		
4. ¿Has tenido cirugía alguna vez?			16. ¿Ha sufrido alguien en tu familia un desmayo inexplicable, convulsiones inexplicables, o casi se ha ahogado?		
PREGUNTAS SOBRE LA SALUD DE TU CORAZÓN	Sí	No	PREGUNTAS SOBRE HUESOS Y ARTICULACIONES	Sí	No
5. ¿Te has desmayado alguna vez o casi te has desmayado DURANTE o DESPUÉS de hacer ejercicio?			17. ¿Alguna vez has perdido un entrenamiento o partido porque te habías lesionado un hueso, músculo, ligamento o tendón?		
6. ¿Has tenido alguna vez molestias, dolor o presión en el pecho cuando haces ejercicio?			18. ¿Te has roto o fracturado alguna vez un hueso o dislocado una articulación?		
7. ¿Alguna vez has sentido que tu corazón se acelera o tiene latidos irregulares cuando haces ejercicio?			19. ¿Has sufrido alguna vez una lesión que haya requerido radiografías, resonancia (MRI) tomografía, inyecciones, terapia, un soporte ortopédico/tablilla, un yeso, o muletas?		
8. ¿Te ha dicho alguna vez un doctor que tienes un problema de corazón? Si es así, marca el que sea pertinente <input type="checkbox"/> Presión alta <input type="checkbox"/> Un soplo en el corazón <input type="checkbox"/> Nivel alto de colesterol <input type="checkbox"/> Una infección en el corazón <input type="checkbox"/> Enfermedad de Kawasaki <input type="checkbox"/> Otro: _____			20. ¿Has sufrido alguna vez una fractura por estrés?		
9. ¿Alguna vez un doctor te ha pedido que te hagas pruebas de corazón? (Por ejemplo, ECG/EKG, ecocardiograma)			21. ¿Te han dicho alguna vez que tienes o has tenido una radiografía para diagnosticar inestabilidad del cuello o inestabilidad atlantoaxial? (Síndrome de Down o enanismo)		
10. ¿Te sientes mareado o te falta el aire más de lo esperado cuando haces ejercicio?			22. ¿Usas regularmente una tablilla/soporte ortopédico, ortesis, u otro dispositivo de asistencia?		
11. ¿Has tenido alguna vez una convulsión inexplicable?			23. ¿Tienes una lesión en un hueso, músculo o articulación que te esté molestando?		
12. ¿Te cansas más o te falta el aire con más rapidez que a tus amigos cuando haces ejercicio?			24. ¿Algunas de tus articulaciones se vuelven dolorosas, inflamadas, se sienten calientes, o se ven enrojecidas?		
			25. ¿Tienes historial de artritis juvenil o enfermedad del tejido conectivo?		

Anexo 3 Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ) Versión Corta

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa → *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

Ninguna actividad física moderada → *Pase a la pregunta 5*

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los últimos 7 días. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ días por semana

No caminó → *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los últimos 7 días. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un día en la semana?

_____ horas por día

_____ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Anexo 4 Set de Ejercicios Utilizados en el PMCA

a) Burpees y b) Squat Jump



c) Jumping Jacks, d) Salto de cuerda y e) Skipping



e) Mountain Climbers y d) Lateral Squat

