

CONTROL DE LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO FÍSICO ACUÁTICO A TRAVÉS DEL POLAR OH1. COMPARACIÓN ENTRE UNA METODOLOGÍA TRADICIONAL VS INNOVADORA EN PRACTICANTES UNIVERSITARIOS

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEL DEPORTE
UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ



CURSO ACADÉMICO 2022/2023

ALUMNO: ADRIÁN GALLEGO GARRIDO

TUTOR ACADÉMICO: RICARDO ZAZO SÁNCHEZ-MATEOS

ÍNDICE

Introducción	3
Método	6
Participantes:	6
Materiales/Instrumentos:.....	6
Diseño y procedimiento:	7
Análisis de datos:	8
Resultados:.....	8
Conclusiones:	11
Referencias:.....	13
Anexos:	15

CONTROL DE LA INTENSIDAD DEL EJERCICIO FÍSICO ACUÁTICO A TRAVÉS DEL POLAR OH1. COMPARACIÓN ENTRE UNA METODOLOGÍA TRADICIONAL VS INNOVADORA EN PRACTICANTES UNIVERSITARIOS

Adrián Gallego Garrido y Ricardo Zazo Sánchez-Mateos

Resumen

*Correspondencia:

Adrián Gallego
Garrido

Universidad Miguel
Hernández de Elche

[Adrian.gallego@
goumh.umh.es](mailto:Adrian.gallego@goumh.umh.es)

Antecedentes: Actualmente, la participación en programas de ejercicio físico en el medio acuático como mejora de la condición física y de la salud ha incrementado notablemente, y con ella la necesidad de controlar las diferentes variables del entrenamiento, como es la intensidad de éste, para una correcta prescripción.

Objetivo: El objetivo de este estudio es comprobar si tras la realización de dos programas de ejercicio físico en el medio acuático para población en edad universitaria, cada uno con una metodología distinta, estos han cumplido con las exigencias cardiosaludables recomendadas (65-85% de la FC_{máx}), consiguiendo así el estímulo deseado para la mejora de su condición física, y con ella su calidad de vida.

Método: La muestra estaba compuesta por un total de 12 participantes, 5 hombres y 7 mujeres, en edad universitaria (22.75 ± 2.05 años), con una experiencia en el medio acuático de al menos 6 meses. Se realizaron 2 sesiones, la primera correspondiente a una modalidad de Aquarunning, empleando una metodología tradicional; mientras que la segunda utilizaba una metodología innovadora al tratarse de una sesión de Aquagym con base rítmica y musical. La monitorización de la FC se realizó mediante el dispositivo OH1 de Polar.

Resultados: Tras la intervención realizada, ambas sesiones obtuvieron valores promedio inferiores al 50% del tiempo total de las mismas dentro de la zona cardiosaludable (65-85% de la FC_{máx}), siendo algo inferior en la sesión con una metodología innovadora (47.8%) que la tradicional (48.3%).

Conclusiones: El objetivo no se ha cumplido en ninguna de las dos metodologías, siendo los tiempos en la zona cardiosaludable en la mayoría de los participantes inferior a los 30' recomendados.

Palabras clave: Ejercicio físico, medio acuático, frecuencia cardíaca, Intensidad, monitorización, prescripción, Polar OH1.

Abstract

CONTROLLING THE INTENSITY OF AQUATIC PHYSICAL EXERCISE THROUGH THE POLAR OH1. A COMPARISON BETWEEN A TRADITIONAL VS INNOVATIVE METHODOLOGY IN UNIVERSITY PRACTICENS.

Introduction: Nowadays, participation in physical exercise programs in the aquatic environment to improve fitness and health has increased significantly, and with it the need to control the different training variables, such as intensity, for a correct prescription.

Goals: The aim of this study is to verify if, after carrying out two physical exercise programs in the aquatic environment for a university-age population, each one with a different methodology, they have reached the recommended heart-healthy demands (65-85% of HR_{max}), achieving the desired stimulus to improve their physical condition and their quality of life.

Method: The sample had a total of 12 participants, 5 men and 7 women, of university age (22.75 ± 2.05 years), with an experience of at least 6 months practising physical exercise in the aquatic environment. 2 sessions were carried out, the first corresponding to an Aquarunning modality, a traditional methodology was used; while the second used an innovative methodology as it was an Aquagym session with a rhythmic and musical base. HR monitoring was performed using the Polar OH1 device.

Results: After the intervention carried out, both sessions obtained average values lower than 50% of their total time within the heart-healthy zone (65-85% of HR_{max}), being lower in the session with an innovative methodology (47.8%) than the traditional (48.3%).

Conclusions: The objective has not been reached in either of the two methodologies, the times in the Heart-healthy area in most participants was less than the recommended 30'.

Keywords: Physical exercise, aquatic environment, heart rate, Intensity, monitoring, prescription, Polar OH1.

Introducción

El ejercicio físico en el medio acuático ha ganado cada vez un mayor protagonismo en la actualidad, aumentando notablemente el número de participantes de diferentes grupos de edades, niveles de condición física y necesidades clínicas (Colado & Brasil, 2019).

Uno de los principales motivos de este auge son las propiedades únicas que nos ofrece este medio, las cuales es necesario conocer, con el fin de aprovecharlas al máximo modificando los diferentes ejercicios en función de las necesidades de los participantes. En primer lugar, nos encontramos la hipogravidez o flotación, que reduce los efectos de la gravedad y con ello la presión ejercida sobre las articulaciones, permitiendo realizar movimientos más amplios y seguros. En segundo lugar, la presión hidrostática, encargada de ejercer presión sobre los cuerpos sumergidos, ayuda a estabilizar las diferentes articulaciones, mejora la propiocepción y la capacidad ventilatoria de los sujetos. En tercer lugar, la viscosidad del medio, entendida como la fricción entre las moléculas, que es mayor en el medio acuoso, por lo que éste ejercerá mayor resistencia a nuestros movimientos, haciéndolos más lentos. Además, la tensión superficial del agua, que es la fuerza ejercida por las moléculas de la superficie del fluido, es mayor que en el gas, por lo que romper su capa superficial resultará más costoso, existiendo el riesgo de hacerse daño, principalmente cuando se quiere entrar desde el exterior. Por último, el medio acuático permite modificar su temperatura, con el fin de obtener diferentes efectos como la reducción de la percepción del dolor a bajas temperaturas (Aquatic Exercise Association [AEA], 2017).

Gracias a estas propiedades, las actividades físicas en el medio acuático ofrecen a los individuos una alternativa segura al ejercicio en el medio terrestre, aportando numerosos beneficios a nivel aeróbico, metabólico, musculoesquelético,

cardiorrespiratorio y fisiológico a sus participantes; lo que puede ayudar a reducir las diferentes barreras que puedan tener muchas personas a la hora de participar, como el miedo a hacerse daño o a las caídas. Como resultado, el ejercicio físico acuático puede ser percibido como menos estresante, motivando a los participantes a experimentar una mayor intensidad y/o duración que en el medio terrestre (Nagle et al., 2013).

Tanto para el ejercicio físico en el medio terrestre como en el medio acuático, todos los programas están formados por 3 componentes: frecuencia, duración e intensidad. Los dos primeros son relativamente sencillos de monitorizar, mientras que la intensidad presenta más dificultades y métodos diferentes. Es importante la monitorización de estos 3 componentes para asegurar que el programa produce adaptaciones positivas en los participantes y, por tanto, no efectos negativos que puedan desencadenar en el síndrome de sobreentrenamiento (Achten & Jeukendrup, 2003). Además, las propiedades del agua mencionadas anteriormente afectan a cada participante de manera distinta, en función de la longitud de sus extremidades, composición corporal o su distribución de la grasa, lo que hace aún más necesaria la monitorización individualizada del entrenamiento para una correcta prescripción (Demarie et al., 2022).

En cuanto a la intensidad, ésta se puede definir de diferentes formas, entre las que se encuentran el porcentaje del máximo consumo de oxígeno (% VO₂máx), el porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (% FCmáx) y MET's (Unidad Metabólica de reposo), entre otras. A su vez, la intensidad puede ser medida empleando diferentes técnicas, como la calorimetría indirecta, la monitorización de la frecuencia cardíaca, el análisis de gases o mediante la percepción subjetiva de esfuerzo. La calorimetría indirecta puede considerarse como el gold standard, pero ésta requiere

de un equipamiento costoso a nivel económico, por lo que no es tan utilizada. Por otra parte, la monitorización de la frecuencia cardíaca es más económica y puede aportar información detallada, siendo un método bastante más empleado (Raffaelli et al., 2012).

Por tanto, la frecuencia cardíaca resulta relativamente fácil de monitorizar (FC_{máx} se obtiene mediante ecuaciones) y muestra un patrón bastante estable durante el ejercicio, permitiendo a los practicantes usar los datos en tiempo real para ajustar la intensidad de su entrenamiento si es necesario. Además, se ha comprobado que la frecuencia cardíaca (FC) y el consumo de oxígeno (VO₂) mantienen una relación casi lineal a intensidades submáximas, por lo que monitorizando la FC se podría estimar el VO₂, relacionado también con la intensidad. Sin embargo, cabe destacar que esta relación es individual, por lo que deberá determinarse para cada individuo (Achten & Jeukendrup, 2003).

Respecto a las ecuaciones empleadas para la estimación de la FC_{máx}, mencionadas en el párrafo anterior, existen múltiples fórmulas para ello. Una de las habitualmente empleadas es la de 220-Edad, sin embargo, según el estudio de Tanaka et al., (2001), esta fórmula tiende a subestimar la FC_{máx} en personas mayores y a sobreestimarla en adultos jóvenes, debido a que los estudios en los que se determinó esta fórmula emplearon una población menor de 65 años, además de no tener en cuenta posibles enfermedades cardiovasculares, hábitos como fumar o medicaciones de los participantes. Motivos por los que se planteó en este estudio una nueva fórmula válida para una población adulta y sana. Dicha fórmula es 208-0,7*Edad.

Utilizar la frecuencia cardíaca para prescribir y monitorizar la intensidad del ejercicio también tiene sus limitaciones, ya que los problemas cardiovasculares (ej. arritmia), alta temperatura ambiente, estrés emocional, alta humedad, consumo de cafeína, medicaciones, deshidratación o

fatiga, entre otros, son factores que influyen. Además, pequeños cambios en la FC pueden provocar grandes cambios en la carga de trabajo. A pesar de las limitaciones mencionadas, este método es válido, fiable y práctico para prescribir y monitorizar la intensidad del ejercicio (Reed & Pipe, 2016).

En el medio acuático, cabe destacar que, debido a sus propiedades, existen diferentes factores para tener en cuenta ya que influyen en la FC, haciendo que ésta sea menor que en el medio terrestre (Alberton et al., 2014).

Con respecto a esta disminución de la frecuencia cardíaca en el medio acuático en comparación con el terrestre, según el artículo de Hoeger et al., (1992), la FC cuando el ejercitante se encuentra sentado, en reposo y en situación de inmersión es de cerca de 10 pulsaciones por minuto debajo de la FC en las mismas condiciones que en seco. Este es un factor para tener muy en cuenta a la hora de monitorizar y prescribir ejercicio físico en el medio acuático en función de la FC de los participantes de forma correcta.

Los diferentes factores que influyen en la FC en el medio acuático son la temperatura, gravedad, compresión, presión parcial y masa corporal reducida (ver en Tabla 1).

Tabla 1. Factores que influyen en la frecuencia cardíaca en el medio acuático

Temperatura	La capacidad de reducir la temperatura corporal del agua es superior a la del aire, por lo que el estrés térmico será menor, resultando en una reducción de la frecuencia cardíaca al no tener que disipar tanto calor.
Gravidez	El agua reduce el efecto de la gravedad sobre el cuerpo, esto facilita el fluido de la sangre por los vasos con un menor esfuerzo, resultando en una menor frecuencia cardíaca
Compresión	La presión ejercida por el agua sobre los cuerpos también afecta al sistema vascular, provocando un menor retorno venoso, por lo que el corazón deberá trabajar menos.
Presión Parcial	La presión ejercida por el agua hace que aumente el intercambio gaseoso, gracias al mayor gradiente de presiones entre la sangre y el gas (oxígeno) provocado al ejercer compresión sobre los cuerpos.
Masa corporal reducida	La reducción de la masa corporal dentro del agua puede ser parcialmente responsable de esta reducción de la frecuencia cardíaca

Nota: esta información ha sido extraída del libro de AEA (2017).

Por último, para poder realizar una buena prescripción, es necesario definir el fitness o condición física, puesto que la mínima intensidad requerida para obtener beneficios con la actividad física está relacionada con el estado inicial de los sujetos (Demarie et al., 2022). El fitness o condición física se define como una serie de características o atributos que las personas tienen o consiguen, que se relacionan con la capacidad de realizar actividad física.

En el ámbito de la salud, las recomendaciones de prescripción de ejercicio diseñadas por el American College of Sports Medicine (ACSM) para la población general sana y físicamente activa son una intensidad moderada (64-76% FC_{máx}) a vigorosa (77-95% de la frecuencia cardíaca máxima) y una duración de 30 a 60 minutos diarios de 3 a 5 días por semana. Además, también se establecen recomendaciones en función del nivel de actividad física de cada persona, diferenciando entre "Sedentary" (57-67%), "Minimal" (64-74% FC_{máx}), "Sporadic" (74-84%), "Habitual" (80-91%) y "High amounts of habitual activity" (84-94%). Para una población sana y físicamente activa con un objetivo de salud el objetivo a conseguir es encontrarse entre los 3

niveles centrales, siendo el 64% de la FC_{máx} la intensidad mínima requerida (ACSM, 2018).

Asimismo, en el estudio de Taylor et al., (2019), se plantea una guía para la prescripción de los entrenamientos de alta intensidad (HIIT) en el medio acuático, donde el umbral de intensidad establecido es entre el 85 y 95% de la FC_{máx}; por lo que adoptamos el 85% de la frecuencia cardíaca máxima como límite superior para establecer la zona cardiosaludable en una población físicamente activa con un objetivo enfocado en la salud y en la mejora de su fitness.

El objetivo de este estudio es comprobar si tras la realización de dos programas de ejercicio físico en el medio acuático para población en edad universitaria, cada uno con una metodología distinta, estos han cumplido con las exigencias cardiosaludables recomendadas (65-85% de la FC_{máx}), consiguiendo así el estímulo deseado para la mejora de su condición física, y con ella su calidad de vida.

Método

Participantes:

Este estudio está compuesto por un total de 12 participantes universitarios, de los cuales 5 son hombres y 7 mujeres, todos ellos físicamente activos y sanos. Sus edades están comprendidas desde los 21 hasta los 27 años, con una experiencia en el medio acuático de al menos 6 meses. En la Tabla 2, se muestran los estadísticos descriptivos (media y desviación típica) de esta población.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la muestra de estudio (N=12).

Características	M + SD
Edad (años)	22.75 ± 2.05
Peso (kg)	66.71 ± 10.46
Altura (cm)	170.33 ± 9.52
Experiencia (meses)	63.08 ± 83.33
IMC	23.05 ± 4.03

Abreviaturas: M = Media; SD = Desviación típica

Como se ha indicado anteriormente, la población estudiada está compuesta tanto por hombres como mujeres, por lo que se ha tenido en cuenta esto, obteniendo los estadísticos descriptivos de cada género. En cuanto a los hombres, sus características son las siguientes (M + SD): 22.8 ± 1.095 años; 72 ± 9.03 kg; 178.2 ± 4.76 cm; IMC = 22.65 ± 2.78 y experiencia en el medio acuático = 56.4 ± 71.2 meses.

Por su parte, las mujeres presentan las siguientes características (M + SD): 22.71 ± 2.63 años; 62.93 ± 10.3 kg; 164.71 ± 7.91 cm; IMC = 23.33 ± 4.94 y experiencia en el medio = 67.86 ± 93.37 meses.

Materiales/Instrumentos:

Para la monitorización de la frecuencia cardíaca en este estudio se empleó el dispositivo de Polar OH1, este instrumento emplea la técnica de la fotopletimografía (PPG) para la medición de la frecuencia cardíaca. Esta técnica no invasiva se basa en la emisión de luz

LED a la piel, para que sus sensores puedan captar los cambios en el flujo sanguíneo de la zona “iluminada” y con ello, registrar la frecuencia cardíaca del sujeto (Schubert et al., 2018).

La zona más común de colocación de los sensores PPG es la muñeca (Relojes deportivos), sin embargo, en un estudio en el medio terrestre se mostró la gran precisión del OH1 colocado en la sien, comparándolo con un electrocardiograma durante ejercicio de intensidad moderada a vigorosa (Hettiarachchi et al., 2019).

En el medio acuático, los sensores PPG como el OH1 de Polar son muy utilizados para la monitorización de la frecuencia cardíaca, puesto que el uso de las bandas pectorales en este medio resulta incómodo para los deportistas y resulta complejo para ellos que la banda se mantenga en su posición durante toda la sesión. Además de las limitaciones que presentan los sensores PPG en el medio terrestre como son el color de la piel, los tatuajes o la presencia de huesos como en el caso de la muñeca; en el medio acuático se añade la dificultad de la capa de fluido que se sitúa entre el sensor y la piel, la cual puede afectar a los resultados.

A pesar de ello, al comparar el Polar OH1 colocado en la sien con la banda pectoral H10 en nadadores en el estudio de Olstad & Zinner (2020), no se encontraron diferencias significativas, y los intervalos de confianza mostraron correlaciones casi perfectas en todas las intensidades, excepto en el rango del 61-70%, con una correlación más moderada. Sin embargo, el reloj M600 con sensores PPG también, pero colocado en la muñeca, mostró peores resultados comparándolo con la banda H10. Por lo que se podría concluir que el Polar OH1 colocado en la sien es un dispositivo válido para la monitorización de la frecuencia cardíaca en el medio acuático.

Por último, el dispositivo OH1 cuenta con una aplicación para móvil llamada Polar Flow, en la cual se registran automáticamente los entrenamientos realizados. En esta aplicación se muestran datos como la FC máxima alcanzada, la mínima, la media, la

duración del entrenamiento o la estimación de las Kcal consumidas entre otros. Además, permite visualizar gráficas de la evolución de la FC durante el tiempo que ha durado la sesión, indicando además los tiempos en cada una de las 5 zonas de intensidad, de las cuales nos vamos a enfocar en este estudio en las zonas 2 y 3, ya que son las que corresponden con los porcentajes del 65 y 85% de la FC_{máx} que estamos buscando conseguir con las sesiones.

Diseño y procedimiento:

En primer lugar, se informó a los participantes sobre el objetivo del estudio junto con la cumplimentación del consentimiento firmado por su parte para la participación en el mismo, así como para la recopilación y el uso de sus datos personales además de los obtenidos durante las sesiones. Asimismo, en esta entrevista inicial los sujetos facilitaron los datos personales mencionados anteriormente para la descripción estadística de la población y para el cálculo individual de su FC_{máx} empleando la fórmula de Tanaka.

Antes de comenzar con las sesiones, se explicó a los participantes el desarrollo, características y metodología empleada de las mismas, así como los materiales utilizados para la monitorización en este estudio. Tras una explicación a modo de presentación del dispositivo Polar OH1 y de su forma de uso, se procedió a asignarle a cada participante un dispositivo, previamente numerado, con el fin de que emplearan el mismo en ambas sesiones. Además, los participantes descargaron en sus teléfonos móviles la aplicación Polar Flow y recibieron un tutorial para enlazarla con el dispositivo OH1 que les había sido asignado.

En cuanto a la estructura de las sesiones, cabe destacar que éstas fueron realizadas con idénticas características en cuanto a lugar, horario y vaso. Ambas se realizaron martes a las 12:00h en las piscinas cubiertas del Polideportivo Carrús en Elche, concretamente en el vaso de competición, formado por 6 calles y con unas dimensiones de 25x12m en total (1,8m de profundidad y 26-30°C). Además, es importante mencionar que ambas sesiones fueron impartidas por

profesores graduados en Ciencias de la actividad física y el deporte y especializados en la actividad física en el medio acuático.

En primer lugar, se realizó una sesión de la modalidad de Aquarunning, en la que se empleó una metodología de enseñanza tradicional. Por su parte, la segunda sesión corresponde con la modalidad de Aquagym, empleando en este caso una metodología innovadora basado en el PAMS (Programa Acuático Motivacional Saludable), incorporando una base musical y rítmica a la sesión para aportarle así elementos novedosos a la misma.

Con respecto al PAMS, este tipo de programa busca crear un ambiente positivo en las sesiones hacia la autonomía de los participantes, mediante su relación con el técnico, que influirá positivamente en las necesidades psicológicas básicas de estos (Competencia, Autonomía y Relación con los demás) y la motivación autodeterminada. Uno de los objetivos principales del técnico en este tipo de programas es la de transmitir en dicho programa de forma adecuada un clima de soporte de autonomía (Zazo & Peruyero, 2017).

Tanto la sesión de Aquarunning como la sesión de Aquagym con base rítmica y musical poseen una estructura temporal idéntica, ya que antes del comienzo de las mismas se repartía a cada participante el dispositivo OH1 correspondiente y se realizaba un recordatorio de su funcionamiento y vinculación con la aplicación Polar Flow. A continuación, se dejaban unos minutos para que se realizase dicha sincronización y la colocación del dispositivo en la sien, resolviendo los problemas que pudieran surgir. Tras esto, se comenzaba el registro de la sesión desde el móvil, ya que sin realizar este paso no se realizaría la monitorización, y se daba comienzo a la sesión, compuesta por calentamiento, parte principal y vuelta a la calma.

En cuanto a la metodología tradicional, esta sesión tiene duración total de unos 45 minutos, y está compuesta por 10 minutos de calentamiento, 30 minutos de parte principal y 5 minutos de vuelta a la calma. La parte principal estaba formada por ejercicios

empleando el método continuo variable, el cual se caracteriza por variaciones en la intensidad mientras se realiza el ejercicio. Cabe destacar que estos ejercicios fueron diseñados con el objetivo de conseguir alcanzar los porcentajes de la zona saludable anteriormente mencionada (65-85% de la FC_{máx}), por ejemplo: 1 serie de 2' corriendo a ritmo medio y ,a continuación, 2' a ritmo rápido (Ver Anexo 1.1).

La sesión con metodología innovadora se realizó la semana posterior, el mismo día y a la misma hora, y tiene también una duración total de 45 minutos aproximadamente, compuesta por 10 minutos de calentamiento, 25-30 minutos de parte principal y 5-10 minutos de vuelta a la calma. En este caso, la parte específica de la sesión incluye ejercicios de brazos, abdomen y desplazamientos con y sin apoyo de material auxiliar (tabla de flotación) utilizando el ritmo musical; y actividades de conteo musical y ritmo. Un ejemplo de los ejercicios realizados es: encogimientos frontales y laterales, desplazamientos laterales o actividades por parejas de coordinación y de fuerza-resistencia fomentando las necesidades psicológicas básicas (Ver Anexo 1.2).

Sobre la música, cabe destacar que ésta nos aporta numerosos estímulos positivos a la hora de realizar ejercicio físico, como son la concentración, motivación, entusiasmo, liberación de endorfinas que reducen la sensación de dolor... Además de estos estímulos, el uso de la música como elemento caracterizador nos ayuda a establecer un ritmo de ejecución y velocidad de movimiento determinadas. Se habla de elemento caracterizador cuando el desarrollo de la actividad depende del uso de la melodía, es decir, que ésta se lleva a cabo bajo la estructura temporal y rítmica de la música establecida (Colado & Murcia, 2001).

Análisis de datos:

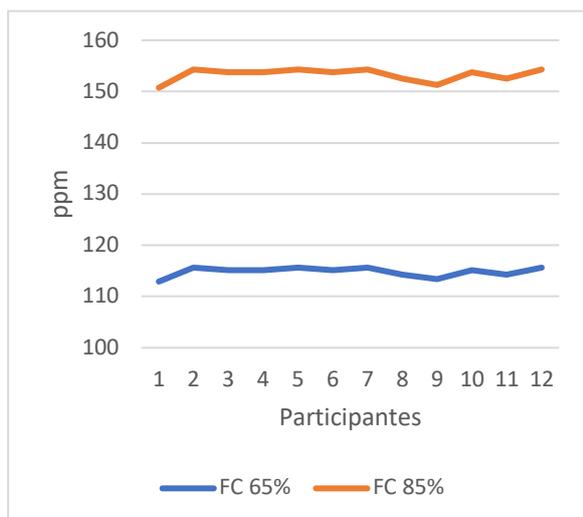
Los análisis de datos se realizaron empleando el Software IBM SPSS Statistics versión 29.0.1.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA). Primero, se establecieron los estadísticos descriptivos, que fueron empleados para determinar las características generales de la población estudiada. A continuación, se analizaron los datos obtenidos de la aplicación Polar Flow y se realizaron los cálculos oportunos, como la FC_{máx} mediante la ecuación de Tanaka y la zona cardiosaludable (65-85%) para cada sujeto. Una vez completado este proceso, se realizaron mediante Microsoft Excel los diferentes gráficos, basados en los datos obtenidos, para analizar si las sesiones habían cumplido con el objetivo o no.

Resultados:

Los 12 participantes que comenzaron el estudio fueron capaces de completar las sesiones sin reportar ningún efecto adverso relacionado con la práctica. Además, 8 participantes (67%) indicaron en la aplicación Polar Flow que se sintieron 'bastante bien' tras la realización de cada una de las sesiones, mientras que los 4 restantes (33%) no registraron su respuesta.

Los resultados obtenidos tras realizar los cálculos de la FC_{máx} de cada uno de los sujetos empleando la fórmula de Tanaka y, a continuación, calcular el 65 y 85% de esa FC_{máx}, establecen una FC_{máx} (M + SD) de 192.08 ± 1.443 ppm (pulsaciones por minuto) y una zona saludable (65-85%) entre 124.83 ± 1.115 y 163.17 ± 1.267 ppm (Ver Anexos 2.1 y 2.2). Sin embargo, como se ha mencionado anteriormente y de acuerdo con la evidencia científica, la FC en situación de inmersión en el medio acuático es 10 pulsaciones por minuto inferior a ésta en el medio terrestre, por lo que la FC_{máx} en el medio acuático (M + SD) es de 182.08 ± 1.443 ppm, mientras que la zona saludable se encuentra entre 114.83 ± 1.115 y 153.17 ± 1.267 ppm (ver Figura 1).

Figura 1. Zona cardiosaludable para cada sujeto

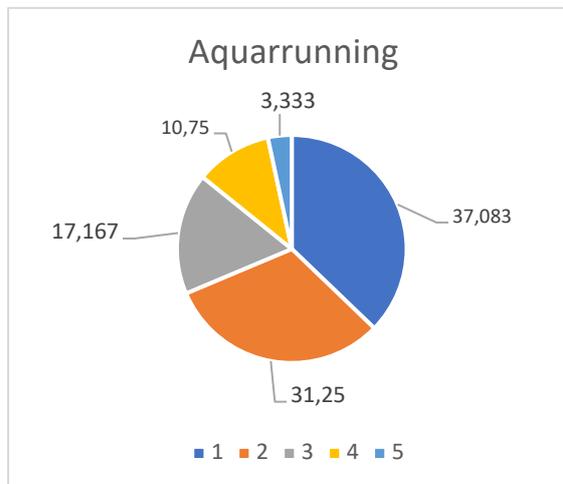


Nota: ppm = pulsaciones por minuto

Una vez realizados estos cálculos de la FCmáx y las diferentes zonas saludables para cada sujeto, se establecen los porcentajes del total de la sesión (45') que cada uno de los sujetos a nivel individual ha pasado en cada una de las zonas de FC (1-5), mediante los tiempos aportados por la aplicación Polar Flow, tanto para la sesión de Aquarunning como para la de Aquagym con acompañamiento musical, pudiendo observar diferencias notables entre los sujetos dentro de una misma sesión, y entre las sesiones por parte de cada sujeto.

Por parte de la sesión de Aquarunning, los participantes pasaron de media un 37.1% del tiempo total de la sesión (45') en la zona 1, un 31.25% en zona 2; 17.01% en zona 3; 10.75% en zona 4 y un 3.33% en zona 5. Traslándolo a tiempo, serían 16' 39" para la zona 1; 14' para la zona 2; 7' 40" en zona 3; 4' 50" en la zona 4 y, por último, 1' 35" en la zona 5 (Ver Figura 2).

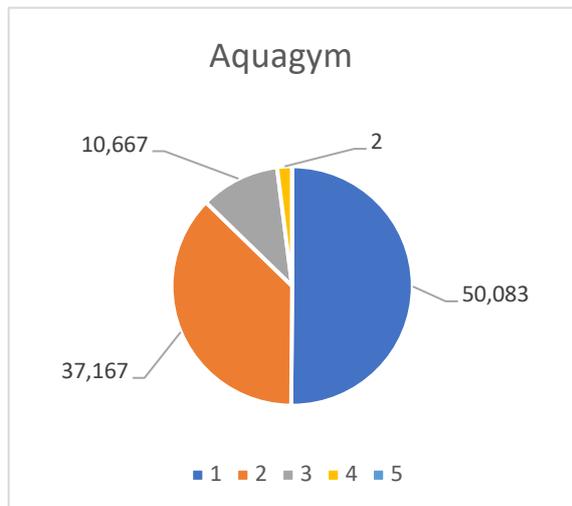
Figura 2. Distribución promedio del tiempo total de la sesión de Aquarunning en cada zona de FC



Nota: 1 = Zona 1, 2 = Zona 2, 3 = Zona 3, 4 = Zona 4 y 5 = Zona 5

Por su parte, en la sesión de Aquagym con acompañamiento musical estos porcentajes aumentan en las primeras zonas y disminuyen en las más elevadas con respecto a la sesión anterior, alcanzando valores medios del 50% del tiempo de la sesión para la zona 1; 37% para la zona 2; 10.6% en la zona 3; 2% en la 4 y 0% en zona 5. Si se trasladan estos porcentajes a tiempo, para una sesión de 45' se obtendrían de media 22' 34" en la zona 1; 16' 43" en la zona 2; 9' 16" en la 3; 54" en la zona 4 y nada en la zona 5 (ver Figura 3).

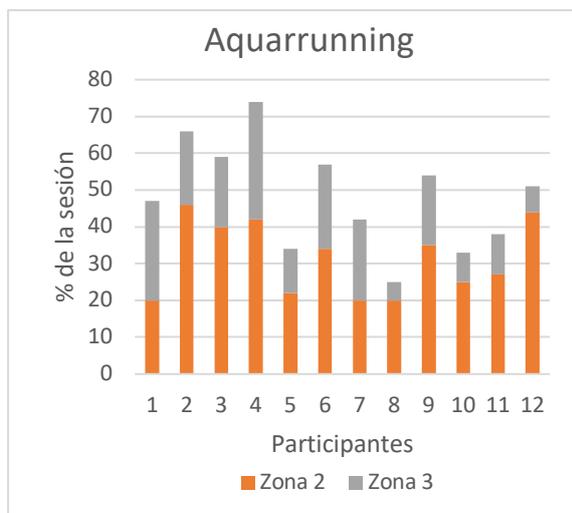
Figura 3. Distribución promedio del tiempo total de la sesión de Aquagym en cada zona de FC



Nota: 1 = Zona 1, 2 = Zona 2, 3 = Zona 3, 4 = Zona 4 y 5 = Zona 5

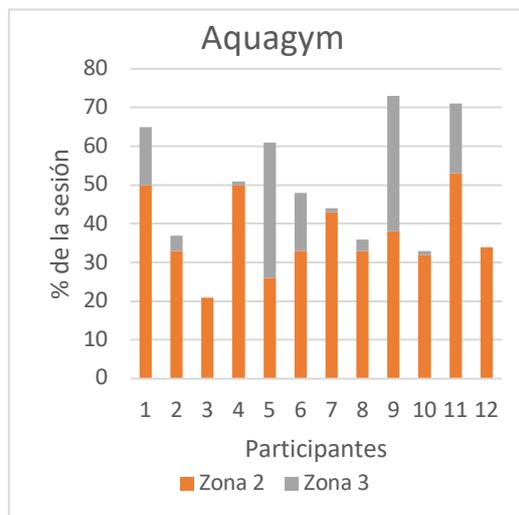
Con respecto al objetivo principal, la zona cardiosaludable establecida (65-85% de la FC_{máx}) se correspondería con las zonas 2 y 3 de la frecuencia cardíaca. Por tanto, para ambas sesiones se obtuvieron los porcentajes del tiempo total de la sesión que los participantes permanecieron en dichas zonas durante la actividad (ver Figuras 4 y 5).

Figura 4. Porcentajes individuales del tiempo total de la sesión de Aquarunning dentro de la zona saludable



Nota: Porcentaje del tiempo total de la sesión (Eje Y) y participantes numerados (Eje X).

Figura 5. Porcentajes individuales del tiempo total de la sesión de Aquagym dentro de la zona saludable



Nota: Porcentaje del tiempo total de la sesión (Eje Y) y participantes numerados (Eje X).

Tras la realización de ambos entrenamientos, la sesión de Aquarunning con una metodología tradicional obtuvo una media del 48.3% del tiempo total de la misma dentro de esta zona saludable, lo que correspondería con 21'45" de media en una sesión de 45 minutos totales. Por su parte, la sesión de Aquagym con acompañamiento musical y una metodología innovadora basada en el PAMS, alcanzó una media del 47.8% del tiempo total, o lo que es lo mismo, 21'30" de un total de 45'. Por lo tanto, en ambas sesiones el tiempo dentro de esa zona cardiosaludable es similar, siendo inferior al 50% de las mismas, resultando algo superior para la sesión con una metodología tradicional que para la que emplea una innovadora.

A nivel individual, los sujetos que han alcanzado los 30' recomendados dentro de la intensidad buscada en ambas sesiones corresponden con el 17 y el 25% respectivamente. Mientras que el 50 y el 42% de la muestra respectivamente consiguió estar al menos la mitad de la sesión (22:30) dentro de esta zona cardiosaludable (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Tiempos dentro de la zona saludable de cada sujeto.

Participante	Aquarrunning	Aquagym
1	21:09	29:15
2	29:42	16:12
3	26:33	09:27
4	33:18	22:57
5	15:18	27:27
6	25:39	21:36
7	18:54	19:48
8	11:15	16:39
9	24:18	32:51
10	14:51	15:18
11	17:06	31:57
12	22:57	15:18

Nota: En verde se muestran los sujetos que han cumplido con los 30' recomendados, en rojo los que no.

Conclusiones:

El objetivo de este estudio era comprobar si tras la realización de dos sesiones en el medio acuático, cada una basada en una metodología distinta, los participantes de edad universitaria habían conseguido mantener la intensidad de las mismas dentro de los umbrales recomendados.

Los resultados obtenidos establecen en ambas sesiones tiempos similares dentro de esta zona cardiosaludable, siendo algo mayor en la sesión de Aquarrunning con una metodología tradicional que en la de Aquagym con una metodología innovadora, alcanzando valores promedio de 21:45 y 21:30 respectivamente. Como se ha indicado anteriormente, la ACSM recomienda una actividad dentro de dicha zona de intensidad de al menos 30 minutos diarios, siendo esto superior a los datos obtenidos en ambas sesiones. Además, estos resultados también quedan algo lejos de los 30' de duración de la

parte principal, dejando algo más de 8 minutos (27%) de ésta por debajo de la intensidad requerida en ambos casos.

Cabe destacar la importancia de monitorizar e individualizar los entrenamientos a cada persona, puesto que estos no producen el mismo estímulo a todos. En el caso de este estudio, en la sesión tradicional únicamente un 17% logró alcanzar los 30' diarios recomendados dentro de la zona de intensidad (67% del tiempo total de la sesión) y el 50% de los participantes consiguió estar en esta zona al menos en la mitad de la sesión. Por su parte, en la sesión con una metodología innovadora, el número de sujetos que alcanzó el tiempo recomendado subió hasta el 25%, sin embargo, los participantes que lograron alcanzar al menos la mitad de la sesión en dicha zona de intensidad se redujeron al 48%.

En conclusión, el objetivo perseguido con este estudio no ha sido conseguido con ninguna de las dos sesiones, siendo un pequeño porcentaje de la muestra el que ha logrado cumplir con las recomendaciones.

Como principal limitación de este estudio, habría que nombrar el tamaño de la muestra, enfocando unas futuras investigaciones hacia un tamaño mayor con el fin de obtener datos más clarificadores. Además, la falta de un segundo dispositivo de medida de la frecuencia cardíaca, para así poder comparar sus mediciones con las del OH1, aportando mayor fiabilidad a los datos registrados o, en su defecto, un segundo instrumento de medida de la intensidad mediante percepción de esfuerzo, velocidad de movimiento, VO_2 , etc. Con respecto al instrumento de medida, cabe reportar ciertas dificultades a la hora de recoger los datos, puesto que en algunos participantes el dispositivo se movía de su posición y no realizaba las mediciones de manera correcta, probablemente debido al tipo de gorro o las gafas empleadas, o simplemente por una mala colocación desde el comienzo de la sesión.

Otra posible limitación encontrada en este estudio se relaciona con el propio diseño de las sesiones, ya que éstas fueron diseñadas con un fin didáctico, tratando que los participantes universitarios vivieran las diferentes modalidades, con sus respectivas metodologías, así como los diferentes elementos de las sesiones a manipular por el técnico en función del objetivo de la sesión, dificultando poder conseguir el objetivo de la zona cardiosaludable.

Además, a la hora de diseñar las sesiones no se tuvo en cuenta la experiencia previa de los usuarios. Al tratarse de unas sesiones introductorias en ambas modalidades, éstas fueron diseñadas para gente sin experiencia, sin embargo, en la muestra estudiada la experiencia media en el medio acuático era superior a los 5 años (63.08 meses). Esto puede suponer que los ejercicios propuestos no alcanzasen una intensidad suficiente para personas experimentadas en el medio. Una posible solución a esta problemática sería la de eliminar los cinturones de flotación, ya que al encontrarse en un vaso profundo y eliminar ese elemento de apoyo para la flotación se aumentaría la intensidad del ejercicio.

Por otra parte, el uso de materiales como tablas de flotación o mancuernas ayuda a aumentar la intensidad del ejercicio, al incrementar la superficie de contacto con el agua, lo que genera una mayor resistencia por parte de ésta a nuestros movimientos. Así como aumentar los brazos de palanca, realizando los ejercicios con la mayor amplitud posible son posibles soluciones para alcanzar el objetivo.

Por último, en el caso de la sesión con una metodología innovadora, se empleaba la música como elemento caracterizador, marcando la estructura temporal de los diferentes ejercicios. Esto puede ser un factor limitante en el caso de que el ritmo de ejecución no sea el suficiente para alcanzar la intensidad

buscada, puesto que, de acuerdo con el artículo de Colado et al. (2008), la velocidad de ejecución del movimiento es un indicador de intensidad, pudiendo llegar a ser otro método para su medición.

Las investigaciones futuras deberían ir encaminadas a intentar paliar las limitaciones anteriormente mencionadas, así como tratar de profundizar más en este campo de investigación, ya que la bibliografía encontrada en el medio acuático es algo limitada. También se debería indagar más en las metodologías empleadas, comparando entre unas más tradicionales y otras innovadoras con el fin de determinar las posibles diferencias entre ellas y de qué manera influyen éstas a la hora de producir en los participantes diferentes estímulos tanto a nivel físico y fisiológico, como a nivel psicológico en los entrenamientos, teniendo en cuenta variables como la diversión, adherencia o socialización entre otras.

Referencias:

- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart Rate Monitoring. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538.
<https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>
- American College of Sports Medicine. 2018. Guidelines for exercise testing and prescription. 10th edition. Baltimore: Lippincott, Williams & Wilkins
- Alberton, C. L., Pinto, S. S., Antunes, A. H., Cadore, E. L., Finatto, P., Tartaruga, M. P., & Kruegel, L. F. M. (2014). Maximal and Ventilatory Thresholds Cardiorespiratory Responses to Three Water Aerobic Exercises Compared With Treadmill on Land. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(6), 1679-1687. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000304>
- Aquatic Exercise Association (2017). Aquatic Fitness Professional Manual-7th Edition. Human Kinetics.
- Colado, J. C., & Brasil, R. M. (2019). Concurrent and Construct Validation of a Scale for Rating Perceived Exertion in Aquatic Cycling for Young Men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 18(4), 695-707.
- Colado, J. C., & Murcia, J. A. M. (2001). *Fitness acuático*. INDE.
- Colado, J. C., Tella, V., & Triplett, N. T. (2008). A Method for Monitoring Intensity During Aquatic Resistance Exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 2045-2049.
<https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31817ae71f>
- Demarie, S., Chirico, E., Bratta, C., & Cortis, C. (2022). Energy Consumption of Water Running and Cycling at Four Exercise Intensities. *Sports*, 10(6), 90. <https://doi.org/10.3390/sports10060090>
- Freedson, P. S., & Miller, K. B. (2000). Objective Monitoring of Physical Activity Using Motion Sensors and Heart Rate. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(sup2), 21-29.
<https://doi.org/10.1080/02701367.2000.11082782>
- Hettiarachchi, I., Hanoun, S., Nahavandi, D., & Nahavandi, S. (2019). Validation of Polar OH1 optical heart rate sensor for moderate and high intensity physical activities. *PLOS ONE*, 14(5), e0217288. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217288>
- Hoeger, W. W. K.; Hopkins, D. R.; Barber, D. J. y Gibson, T. S. (1992). A comparison of maximal exercise responses between treadmill running and water aerobics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24 (5), 96.

- Marins, J. C. B., Marins, N. M. O., & Fernández, M. H. (2010). Aplicaciones de la frecuencia cardiaca máxima en la evaluación y prescripción de ejercicio. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 45(168), 251-258. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2010.04.003>
- Nagle, E. F., Sanders, M. E., Shafer, A. B., Gibbs, B. B., Nagle, J. A., Deldin, A., Franklin, B. A., & Robertson, R. J. (2013). Energy Expenditure, Cardiorespiratory, and Perceptual Responses to Shallow-Water Aquatic Exercise in Young Adult Women. *The Physician and Sportsmedicine*, 41(3), 67-76. <https://doi.org/10.3810/psm.2013.09.2018>
- Olstad, B. H., & Zinner, C. (2020). Validation of the Polar OH1 and M600 optical heart rate sensors during front crawl swim training. *PLOS ONE*, 15(4), e0231522. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231522>
- Raffaelli, C., Galvani, C., Lanza, M., & Zamparo, P. (2012). Different methods for monitoring intensity during water-based aerobic exercises. *European Journal of Applied Physiology*, 112(1), 125-134. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1963-7>
- Reed, J. L., & Pipe, A. L. (2016). Practical Approaches to Prescribing Physical Activity and Monitoring Exercise Intensity. *Canadian Journal of Cardiology*, 32(4), 514-522. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2015.12.024>
- Rodas, K. A., Moreno, M. R., Bloodgood, A. M., Dawes, J., Dulla, J., Orr, R. M., & Lockie, R. G. (2021). The Effects Aerobic Fitness has on Heart Rate Responses for a Custody Assistant Recruit Class Performing a Formation Run. *PubMed*, 14(4), 1219-1233. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35096241>
- Sánchez-Mateos, R. Z., & De León, F. C. (2017). ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA PASIÓN EN MUJERES A TRAVÉS DE UN PROGRAMA ACUÁTICO MOTIVACIONAL SALUDABLE. *Revista de investigación en actividades acuáticas*. <https://doi.org/10.21134/riaa.v1i2.1287>
- Schubert, M. M., Clark, A. S., & De La Rosa, A. B. (2018). The Polar® OH1 Optical Heart Rate Sensor is Valid during Moderate-Vigorous Exercise. *Sports medicine international open*, 02(03), E67-E70. <https://doi.org/10.1055/a-0631-0920>
- 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)

Taylor, J. L., Holland, D. M., Spathis, J., Beetham, K. S., Wisløff, U., Keating, S. E., & Coombes, J. S. (2019). Guidelines for the delivery and monitoring of high intensity interval training in clinical populations. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 62(2), 140-146.
<https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.01.004>

Anexos:

Anexo 1.1. Sesión con metodología tradicional (Aquarrunning)

Material empleado: Cinturones de flotación

Vaso de competición

- **Reparto y vinculación dispositivos OH1 de Polar**
- **Calentamiento (10 minutos):**
 - Desplazamientos con zancada amplia con amplitud de brazos
 - Skipping rodillas arriba: primero una, otra y ambas
 - Skipping talones al glúteo: primero una, otra y ambas
- **Parte principal (30 minutos):**
 - Ejemplo de método continuo variable
 - 2' ritmo medio–2' ritmo rápido
 - 2 x (1' ritmo medio – 1' ritmo rápido)
 - 2 x (30" ritmo medio–30" ritmo rápido)
 - 1' ritmo medio
- **Vuelta a la calma (5 minutos):**
 - En dos-tres grandes grupos (7-8 componentes) cogidos de las manos formando un círculo (no soltarse de las manos, no apoyarse en el suelo, cuidado con los bordes, corcheras...)
 - Acercarse y separarse lo máximo posible.
 - Generar mucha espuma, dentro y fuera del círculo con acción de piernas.
 - Mantener 30" en flotación dorsal, ventral, etc. todo el grupo sin soltarse.

Anexo 1.2. Sesión con metodología innovadora (PAMS)

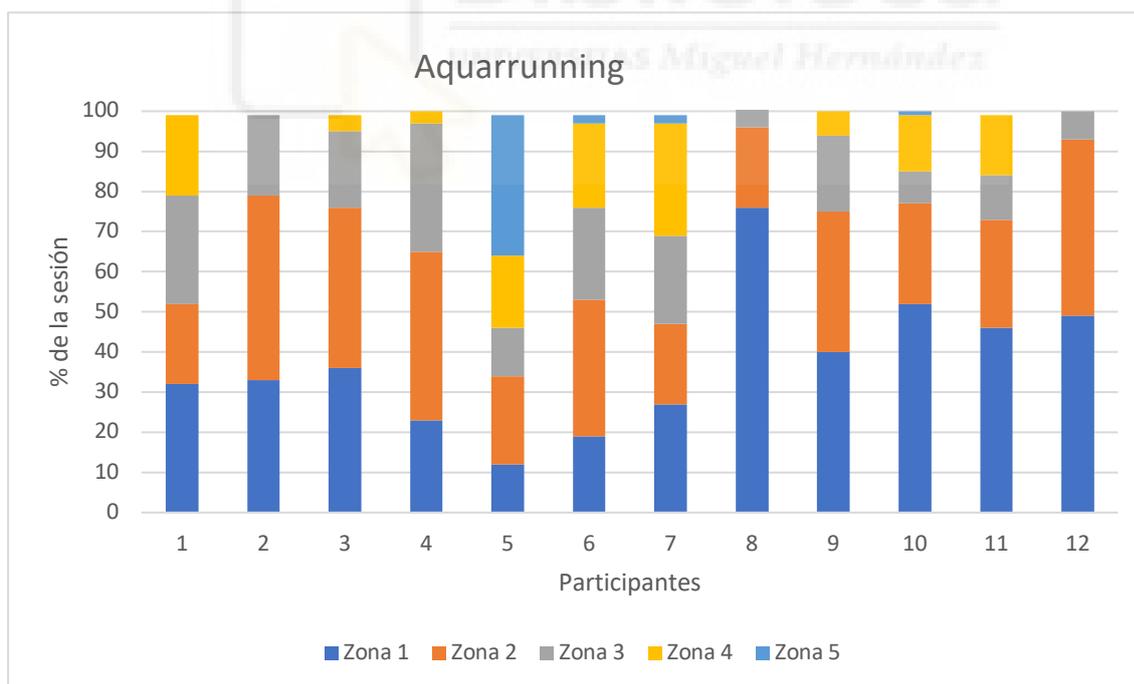
Material empleado: Cinturones de flotación, tablas y reproductor musical

Vaso de competición

- **Reparto y vinculación dispositivos OH1 de Polar.**
- **Calentamiento (10 minutos):**
 - Desplazamientos en posición vertical por el espacio con apoyo de miembros superiores en busca de interacción/relación con los demás (chocar manos, pies, caderas...)
 - Movimientos suaves de brazos y pies, buscando la máxima amplitud de movimiento en 4 y 2 tiempos al "compás" (aperturas, empujes, patadas frontales...).
- **Parte principal (30 minutos):**

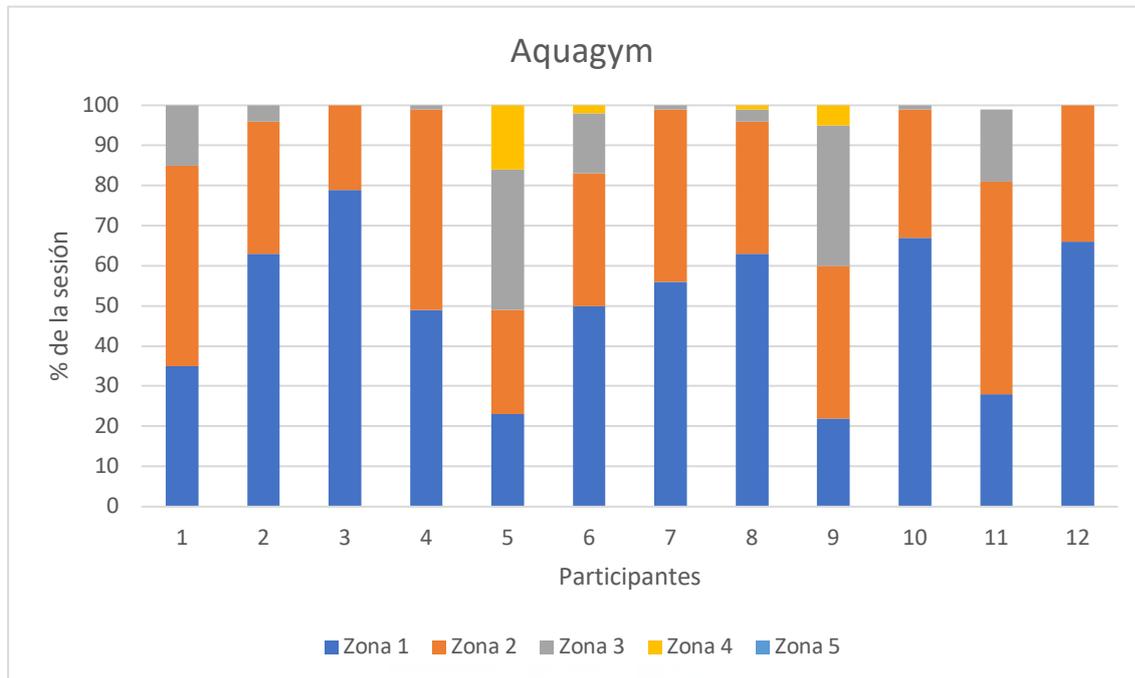
- Ejercicios de brazos, abdomen y desplazamientos con y sin apoyo de material auxiliar (tabla) en vaso profundo utilizando el ritmo musical en 4-2 tiempos utilizando el mayor número de grupos musculares. Como, por ejemplo:
 - Encogimientos frontales y laterales.
 - Desplazamientos laterales
 - Privación de miembros superiores
 - Actividades por parejas de coordinación y de fuerza-resistencia fomentando las Necesidades Psicológicas Básicas, NPB (chocar las manos, unión por la espalda...).
- Actividades de conteo musical y ritmo:
 - Desplazamientos en marcha al beat, 1/2 beat, 2 tiempos o 4 tiempos con apoyo de material (tabla).
 - Autonomía para realizar sus propias composiciones de ejercicios identificando las frases musicales.
 - Actividad cooperativa por parejas (desplazamientos en trineos).
- **Vuelta a la calma (5 minutos):**
 - Actividad cooperativa y grupal en gran grupo para fomentar las NPB aprovechando las propiedades del medio acuático y el Core en busca de emociones y diversión (fuerza de oleaje o cohesión, fuerza de fricción...).
 - Crear por parejas/ grupos ejercicios suaves y amplios en busca de la relajación muscular y el estiramiento en 4 u 8 tiempos.

Anexo 2.1. Porcentajes individuales de la sesión de Aquarunning en las diferentes zonas de FC



Nota: Porcentaje del tiempo total de la sesión (Eje Y) y participantes numerados (Eje X).

Anexo 2.2. Porcentajes individuales de la sesión de Aquagym en las diferentes zonas de FC



Nota: Porcentaje del tiempo total de la sesión (Eje Y) y participantes numerados (Eje X).

