

**EFFECTO DE DOS MODELOS DE PERIODIZACIÓN, EL MODELO CLÁSICO DE
MATVEYEV MODIFICADO Y EL MODELO ACUMULACIÓN,
TRANSFORMACIÓN Y REALIZACIÓN, EN EL DESPLAZAMIENTO DE LA
CURVA DE LACTATO HACIA LA DERECHA EN LOS NADADORES
JUVENILES A Y B DEL CLUB ORCAS DE TULUÁ**



NATALIA CARDONA ZÚÑIGA Y JULIO CÉSAR ISÁZIGA FLÓREZ

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

PROGRAMA LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN

EDUCACION FISICA, RECREACION Y DEPORTES

VALLE DEL CAUCA

TULUÁ

2022

EFFECTO DE DOS MODELOS DE PERIODIZACIÓN, EL MODELO CLÁSICO DE MATVEYEV MODIFICADO Y EL MODELO ACUMULACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y REALIZACIÓN, EN EL DESPLAZAMIENTO DE LA CURVA DE LACTATO HACIA LA DERECHA EN LOS NADADORES JUVENILES A Y B DEL CLUB ORCAS DE TULUÁ



NATALIA CARDONA ZÚÑIGA Y JULIO CÉSAR ISÁZIGA FLÓREZ

DIRECTOR

CÉSAR AUGUSTO MAZUERA QUICENO

UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA

FACULTAD DE EDUCACIÓN

PROGRAMA LICENCIATURA EN EDUCACION BASICA CON ENFASIS EN

EDUCACION FISICA, RECREACION Y DEPORTES

VALLE DEL CAUCA

TULUÁ

2022

Agradecimientos

Primeramente dar las gracias a Dios y a nuestra familia por guiarnos en el camino y darnos la fortaleza necesaria para no desistir.

Así también mostrar gratitud al apoyo de club Orcas Tuluá de natación, a aquellas personas que contribuyeron económicamente en la realización de la investigación, también a los profesores y estudiantes de la facultad de ciencias de la educación del programa de educación física por el apoyo brindado durante la realización del proyecto.

Por último agradecer de manera sincera al tutor del proyecto quien con su conocimiento y orientación fue clave para el desarrollo del presente estudio.

Resumen

La presente investigación de enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental de pre-prueba y pos-prueba con dos grupos experimentales, de alcance explicativo, determinó el efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado, estructurado en un macrociclo de 24 semanas y el modelo de periodización ATR estructurado en dos macrociclos, uno de 13 semanas y otro de 11 semanas, en el que se comparó y analizó el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores de la categoría juvenil A y B del club Orcas Tuluá, distribuidos en dos grupos de estudio, el grupo Matveyev con cinco participantes de una edad de $16.00 \pm .54$ años, una talla de $1.65 \pm .126$ centímetros y un peso de 55.00 ± 8.56 kg, y el grupo ATR con otros cinco nadadores jóvenes de $16.00 \pm .44$ años, de una estatura de $1.73 \pm .05$ centímetros y un peso de 58.00 ± 4.28 kg. Presentando como resultados más destacados, el aumento estadísticamente significativo de las velocidades de nado en el área funcional ritmo de competencia (RC) en el grupo Matveyev ($p < .05$) y cuanto al grupo ATR diferencias significativas en las velocidades de nado de las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraeróbica (RII) ($p < .05$), concluyendo que en los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y el modelo de periodización ATR, no evidenciaron diferencias significativas en el desplazamiento de la curva de lactato, rechazando así la hipótesis de investigación.

Palabras clave: modelos de periodización, curva de lactato y áreas funcionales.

Abstract

The present quantitative approach research, quasi-experimental type design of pre-test and post-test with two experimental groups, of explanatory scope, determined the effect of two periodization models, the modified Matveyev classical model, consisting of a 24-week macrocycle and the ATR periodization model with two macrocycles, one of 13 weeks and the other of 11 weeks, to compare and analyse the right-hand movement of the lactate curve in swimmers in youth category A and B of the Orcas Tuluá club, divided into two study groups, the Matveyev group with five participants aged $16.00 \pm .54$ years, a size of $1.65 \pm .126$ centimeters and a weight of 55.00 ± 8.56 kg, and the ATR group with five other young swimmers of $16.00 \pm .44$ years, of a height of $1.73 \pm .05$ centimeters and a weight of 58.00 ± 4.28 kg. Presenting as most outstanding results, the statistically significant increase in the swimming speeds in the functional area rhythm of competition (CR) in the Matveyev group ($p < .05$) and, as for the ATR group, significant differences in the swimming speeds of the functional areas subaerobic (RI) and supraaerobic (RII) ($p < .05$), concluding that in the modified Matveyev classical periodization models and the ATR periodization model, they did not show significant differences in the lactate curve displacement, thus rejecting the research hypothesis.

Keywords: periodization models, lactate curve and functional areas.

Tabla de Contenido

	Pág.
Efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de matveyev modificado y el modelo acumulación, transformación y realización, en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles a y b del club orcas de tuluá	1
Efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de matveyev modificado y el modelo acumulación, transformación y realización, en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles a y b del club orcas de tuluá	II
Resumen.....	IV
Abstract	V
Lista de Figuras	IX
Lista de Tablas	X
Introducción	1
1 Incidencia de los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles	9
1.1 Modelos de periodización en los deportes de resistencia.....	9
1.1.1 Modelo clásico de Matveyev	11
1.1.1.1 Origen y Generalidades del Modelo Clásico de Matveyev.....	14
1.1.1.2 Fundamentos y Leyes que Sustentan el Modelo Clásico de Matveyev. ...	15
1.1.2 Modelo de periodización ATR	16

1.1.2.1	Origen y Generalidades del Modelo ATR.....	18
1.1.2.2	Fundamentos y Leyes que Sustentan el Modelo ATR.	19
1.2	Metabolismo del lactato y comportamiento de su curva durante un ciclo de entrenamiento	20
1.2.1	Metabolismo del lactato durante el entrenamiento.....	22
1.2.1.1	Producción del Lactato.....	22
1.2.2	Comportamiento fisiológico de la curva de lactato con relación a las áreas funcionales.....	24
1.2.2.1	Área Funcional Regenerativa – Z0.....	26
1.2.2.2	Área Funcional Subaeróbica – Z1.....	27
1.2.2.3	Área Funcional Superaeróbica – Z2.	28
1.2.2.4	Área Funcional MVO ₂ – Z3.	32
1.2.2.5	Área Funcional de Resistencia Anaeróbica – Z4.....	33
1.2.2.6	Área Funcional de Potencia y Tolerancia Anaeróbica – Z5.	36
1.2.3	Interpretación de la curva de lactato.....	36
1.3	Efectos en la curva de lactato en los modelos de periodización convencional y contemporáneo en deportes de resistencia	39
1.3.1	Respuesta de la curva de lactato en los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y contemporáneo ATR en deportes de resistencia	40
2	Metodología.....	44
2.1	Hipótesis de investigación.....	44
2.2	Hipótesis alterna.....	44
2.3	Hipótesis nula.....	44

2.4	Enfoque	44
2.5	Diseño.....	44
2.6	Alcance.....	45
2.7	Variable dependiente.....	45
2.8	Variable independiente.....	45
2.9	Población y muestra	52
2.10	Criterios de inclusión y exclusión	53
2.10.1	Criterios de inclusión.....	53
2.10.2	Criterios de exclusión.....	53
2.11	Instrumento de evaluación	53
2.11.1	<i>Protocolo</i>	54
2.12	Análisis estadísticos	55
3	Resultados.....	56
4	Análisis y discusión.....	62
5	Conclusiones.....	66
6	Recomendaciones	67
	Referencias.....	69
	Anexos	76

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Clasificación de las áreas funcionales	25
Figura 2 Resultados de una prueba carga incremental en áreas regenerativa y subaeróbica	28
Figura 3 Respuesta de la curva de lactato en el área superaeróbica	30
Figura 4 Determinación del umbral láctico o anaeróbico.....	32
Figura 5 Comportamiento de la curva de lactato en el área superaeróbica	34
Figura 6 Respuesta de la curva de lactato en el área de resistencia anaeróbica	35
Figura 7 Interpretación de la curva de lactato.....	38
Figura 8 Macro ciclo del modelo acumulación, transformación y realización.....	46
Figura 9 Macro ciclo de clásico de Matveyev modificado.....	49

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Características de edad, talla y peso de nadadores	56
Tabla 2 Prueba de normalidad de shapiro-wilk para lactato y velocidad de nado.....	57
Tabla 3 Prueba de homogeneidad de varianzas de levene	58
Tabla 4 Estadística descriptiva y prueba t student para muestras relacionadas con el lactato sanguíneo	59
Tabla 5 Estadística descriptiva y prueba t student para muestras relacionadas con la velocidad de nado	60
Tabla 6 Estadística descriptiva y prueba t student para muestras independientes	61

Introducción

A lo largo del tiempo, la periodización del entrenamiento deportivo ha buscado la manera de optimizar el rendimiento de los atletas, desde sus inicios en 1950, siendo considerada en 1964 por Matveyev como un fundamento teórico, forjando las bases de la periodización, que fue esparciéndose de la Europa del este a la occidental. En la actualidad, la periodización del entrenamiento ha tomado bastante relevancia, por lo que, varios científicos y entrenadores han apuntado a la utopía de encontrar la mejor manera de elevar al máximo el potencial biológico del ser humano (Issurin, 2018). En los deportes de resistencias, como la natación en las edades juveniles no se escapa del objetivo de encontrar la forma de periodizar un programa para conseguir las metas correspondientes al desarrollo deportivo en esta etapa del entrenamiento, en la cual el desarrollo de la capacidad de resistencia aeróbica prima sobre las demás (Navarro Valdivielso, 1998).

En concordancia con lo expresado antes, la presente investigación propende contrastar el modelo de periodización convencional o tradicional, específicamente el clásico de Matveyev y el modelo de periodización contemporáneo, en este caso el modelo en bloques de acumulación, transformación y realización (ATR), sobre el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en nadadores juveniles. Puesto que, ambos presentan características específicas en organización, naturaleza, magnitud y orientación de las cargas,

y secuenciación temporal de capacidades y objetivos (González Ravé et al., 2014; Issurin, 2018).

Cabe considerar que, se tuvieron en cuenta los registros de la prueba de 400 metros libre caracterizada por el predominio aeróbico (65% vía oxidativa y 35% anaeróbico), según Maglischo (2009), que es practicada por nadadores de medio fondo y fondo (Maglischo, 2009). Como se observa en el anexo A y B se describen las marcas y la comparación de la prueba de 400 m libre con el puesto que ocupa en el ranking nacional de la Federación Colombiana de Natación (FECNA) de los cinco nadadores seleccionados para llevar a cabo el modelo clásico de Matveyev y ATR respectivamente, en la que se evidencia que el 70% de los nadadores juveniles del club Orcas Tuluá, se ocupaban del puesto 21 en adelante registrado en el ranking nacional de la FECNA (2021) (véase el anexo C), lo anterior ameritó una mejora en la capacidad de resistencia aeróbica.

Para responder a la inquietud que genera saber la respuesta fisiológica de la curva de lactato en los dos modelos, surge la pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR, en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles A y B del club Orcas de Tuluá?

Con el propósito de responder a la pregunta se planteó como objetivo general, determinar el efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR, en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles A y B del club Orcas de Tuluá en el año 2021.

Para ello se propuso, identificar los niveles iniciales de las concentraciones de lactato y velocidad de nado en cada una de las áreas funcionales del test de cargas progresivas, posteriormente se diseñó y aplicó dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado (un macrociclo 24 semanas) y el modelo Acumulación, Transformación y Realización (ATR) (dos macrociclos, uno de 13 y otro de 11 semanas), seguidamente se identificaron los niveles finales de las concentraciones de lactato y velocidad de nado en cada una de las áreas funcionales del test de cargas progresivas, por último se compararon y analizaron los resultados del test de cargas progresivas de los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR, tanto intragrupo como intergrupo.

En la búsqueda de un desarrollo óptimo de nadadores que se dirigen hacia el alto rendimiento deportivo, es de vital importancia llevar un proceso de entrenamiento a largo plazo para lograr el más alto *performance* que cada deportista puede alcanzar. Por tal motivo el correcto desarrollo de la capacidad de resistencia aeróbica en nadadores juveniles, es fundamental conseguir un efecto del entrenamiento residual que induzca a la mejora de las reservas biológicas y físicas, influyendo en adaptaciones neuromusculares, cardiorrespiratorias y metabólicas, con el fin de soportar altas cargas de naturales específica y competitiva presentes en el posterior modelo de entrenamiento donde se entrena para competir y luego para ganar (Navarro Valdivielso, 2021; Serrato Roa, 2018).

Por esta razón, conviene mencionar la importancia de utilizar los modelos de periodización en los deportes de resistencias dirigidos especialmente a natación carreras, de aquí que, contrastar dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado, caracterizado por tener cargas de distribución regular que se prolongan en los

períodos y, además cuenta con una naturaleza de carácter general, especial y competitivo en los que se hace énfasis en el período y etapa que se desarrolle; antagónicamente el modelo en bloques ATR, utiliza una distribución de cargas de entrenamiento concentradas con un nivel de especificidad en cada bloque concreto sobre las capacidades y objetivos de forma consecutiva (González Ravé et al., 2014; Navarro Valdivielso, 1998).

Dentro de este marco se expresa el aporte de la investigación que es hacia el campo metodológico, ya que es de beneficio para la comunidad de entrenadores, puesto que, contribuye a un mayor control de las áreas funcionales y la posibilidad de realizar seguimientos que prevengan posibles estados de sobreentrenamiento, además de observar los efectos metabólicos representados en la curva de lactato sobre los modelos de periodización ATR y clásico de Matveyev modificado que son utilizados por los entrenadores de natación carreras.

Basta lo anterior para deducir la importancia de realizar un control del rendimiento de la resistencia mediante la utilización del lactato como un marcador biológico de control de la intensidad de la carga de entrenamiento, que por medio del comportamiento de la curva de lactato ofrece información objetiva y confiable para determinar las adaptaciones al someterse a un programa de entrenamiento (López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Larry Kenney et al., 2014). Cabe indicar que dicho control del rendimiento mediante el análisis del comportamiento de la curva de lactato hacia la derecha demostraría una mejora en el rendimiento de la resistencia aeróbica, por aumento del umbral láctico, que denota adaptaciones a nivel metabólico que, permiten soportar mayores esfuerzos de trabajo a bajas concentraciones de lactato en nadadores juveniles (Tanner & Gore, 2013; Navarro Valdivielso, 1998).

Ahora bien, para dar sustento teórico a la investigación se realizó una búsqueda exhaustiva en las distintas bases de datos competentes a la variable o variables de investigación, como el repositorio de la Unidad Central del Valle del Cauca (UCEVA), PubMed, Google académico y Scopus. Como se aprecia en los siguientes párrafos, solo se seleccionaron cinco antecedentes pertinentes al estudio, uno de ellos de nivel municipal, otro de nivel nacional y dos antecedentes de carácter internacional.

A nivel local se destaca la investigación de enfoque cuantitativo y diseño cuasiexperimental de preprueba-posprueba y grupo control, realizada a un grupo de nadadores de selección Valle y Colombia de la categoría juvenil del Club Orcas Tuluá, en la cual se somete a nadadores juveniles a un modelo ATR de 13 semanas, donde se observa el comportamiento fisiológico de la curva de lactato, por medio del test de 6 x 200 m libre de carga incremental en cada una de las áreas funcionales, concluyendo que los modelos contemporáneos ofrecen mejores adaptaciones en la capacidad de resistencia y un desplazamiento hacia la derecha y hacia arriba de la curva de lactato, que se traduce en una mejora en la capacidad aeróbica y potencia específica de nado (Calderón Lonzález & Lozano Castañeda, 2016).

La otra investigación de enfoque cuantitativo relacionada con muestreo de lactato fue la realizada por Vélez Barrios (2007) de tipo pre experimental, se valoró a dos deportistas de 18 años, una dama y un varón, con 10 años de vida deportiva en natación, realizando un diagnóstico 6 x 400 metros de cargas progresivas que tienen como marcador de la intensidad la toma de lactato sanguíneo, encontrándose un efecto contrario al mencionado en el antecedente anterior, al concluir la aplicación de un modelo tradicional da como resultado,

una disminución en las marcas de la prueba de 400 m libre, adecuada para nadadores semifondistas y fondistas.

A nivel internacional se halló el estudio de Agaoglu et al. (2010), que tiene el objetivo de identificar los efectos de la resistencia aeróbica, anaeróbica y velocidad de nado, llevando a cabo la prueba de 8 x 100 m libre de carga incremental con toma de lactato sanguíneo, con un enfoque cuantitativo, de diseño de tipo pre-experimental, con una muestra de 17 nadadores varones de 15.17 ± 0.81 años, en la que se concluye observándose una disminución de la resistencia aeróbica mientras la resistencia anaeróbica aumentó a velocidades por encima del 75% de la intensidad de nado, logrando aumentos en las velocidades de nado y en las concentraciones de lactato sanguíneo significativos.

En lo que respecta a estudios que comparan modelos de periodización, se encontró la tesis doctoral de enfoque cuantitativo, con diseño causi-experimental, de alcance explicativo, que comparó los cambios en el rendimiento de nado en la prueba de 100 m libre entre un modelo de periodización tradicional y otro de periodización inversa, dentro de un macrociclo de 14 semanas de duración, siendo la periodización tradicional la del grupo control y la inversa la del grupo experimental; para la realización de la investigación participaron 25 nadadores con una edad promedio de 16 años entre hombres y mujeres. El estudio concluye observándose mejoras significativas en el grupo que realizó la periodización inversa en la prueba de 100 m libre, caracterizada por utilizar volúmenes bajos e intensidades altas (Arroyo Toledo, 2011).

Años después, Clemente-Suárez et al. (2016), desarrolla una investigación de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi-experimental y de alcance explicativo, cuyo objetivo

fue analizar los efectos fisiológicos de dos modelos de periodización, el modelo de periodización tradicional y el modelo de periodización inversa de 10 semanas de duración, realizando un protocolo de 5 x 200 m libre de carga incremental, en 17 nadadores de feminos de $18.5 \pm 1,9$ años y varones de 17.3 ± 0.6 años. En la cual termina por decir que se siguiere la implementación de un modelo de periodización inversa, ya que se requiere de menos tiempo para su desarrollo, siendo este eficaz para pruebas de natación, donde el umbral anaeróbico es importante, esto como resultado de no observar diferencias significativas entre grupos de investigación.

En contexto, la natación en nadadores jóvenes debe guiarse respetando las etapas de desarrollo en la que se encuentre el nadador, teniendo en cuenta no solo la edad cronológica, sino también la edad biológica, para así prever un posible desarrollo precoz del deportista, prestando atención a la resistencia aeróbica y debilidades de los grupos musculares, que propician una obtención de la reserva de adaptación duradera. Además, durante el entrenamiento a largo plazo en nadadores de competición, se deben plantear una serie de preguntas que guíen el proceso, tales como, qué, cómo y cuánto, de esta forma identificar los contenidos del entrenamiento, más claramente, se dice que, la entrenabilidad de la resistencia aeróbica alcanza sus mayores porcentajes entre los 14-15 a 16-18 años, conjuntamente, a medida que se avanza en estas edades corresponde un desarrollo máximo de los niveles básicos, específicos y competitivos (Navarro & Arsenio, 2002).

1 Incidencia de los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles

Para dar inicio al marco teórico se procede a describir y explicar lo concerniente a los modelos de periodización del entrenamiento deportivo en los deportes de resistencia, haciendo especial énfasis en el modelo de periodización clásico de Matveyev modificado y modelo de periodización contemporáneo ATR, que han sido desarrollados por los entrenadores de natación para los nadadores jóvenes (Navarro Valdivielso, 2021), con el propósito de conocer acerca de la historia y analizar cómo se estructura un ciclo de entrenamiento en los modelos de periodización mencionados antes. Posteriormente explicará el metabolismo del lactato y el comportamiento de este en su curva, al aplicar las distintas áreas funcionales que se distribuyen de manera regular o concentrada, según sea la periodización del entrenamiento. Finalmente, basándose en la poca teoría que hay al respecto se explicarán los efectos que conllevan los diferentes desplazamientos en los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y modelo ATR.

1.1 Modelos de periodización en los deportes de resistencia

Autores como Bompa y Buzzichelli (2016) mencionan que, la periodización cíclica a largo plazo en los deportes de resistencia y en las demás disciplinas, tienen como objetivo desarrollar un mejor rendimiento en los deportistas, de esta manera, posibilita que coincidan los periodos competitivos importantes durante una o varias temporadas, precisamente, esto recibe el nombre de periodización. Issurin (2018) señala que, en el transcurso de un periodo de tiempo se realizan periódicamente una compilación de programas de entrenamiento, a lo que llama periodización,

compuesta por una jerarquía de ciclos de entrenamiento conformada por varias unidades periódicas tales como ciclo cuatrienal (olímpico), macrociclo, periodo de entrenamiento, mesociclo, microciclo, sesión de entrenamiento, ejercicio de entrenamiento.

La planificación del entrenamiento es un proceso de estructuración de etapas en un periodo de tiempo determinado, por ello, es fundamental tener en consideración que, para desarrollar un óptimo nivel en todas las disciplinas, se deben tener en cuenta los componentes de la carga a desarrollar durante la temporada, esto conlleva a que los atletas tengan una mejor adaptación a nivel fisiológico, posibilitando una mayor eficacia al aplicar las cargas de entrenamiento, de igual forma, en el caso de los deportes cíclicos sean de corta, media o larga duración, se desarrollan niveles de resistencia acordes a las cargas específicas, por lo tanto, la resistencia de base dependerá del esfuerzo y su duración, por ejemplo, no es lo mismo un entrenamiento de resistencia para un atleta que correrá 10.000 metros, que para un kayakista de velocidad, en el que la distancia de competencia será de 200, 500 y 1.000 metros (Campos & Cervera, 2003; Gillone, 2015).

Para Cunanan et al., (2018) y García-Verdugo (2007), la periodización se considera como un proceso temporal en el que las fases de entrenamiento que se determinan según el tiempo del periodo competitivo para lograr la adaptación óptima, es por ello que, los entrenadores planifican la duración de los periodos hacia la adquisición y realización de las capacidades físicas, por ejemplo, velocidad, resistencia, fuerza, potencia, velocidad, etc. En función a lo expuesto, es importante analizar los contenidos del entrenamiento divididos en los periodos básicos, específicos y competitivos, pues una vez determinados estos, la aplicación de los diferentes modelos de entrenamiento deberán estructurarse teniendo en cuenta la naturaleza, magnitud, orientación y organización de la carga (González Ravé et al., 2014).

De ahí, se infiere que los deportes de resistencia, requieren por parte del entrenador conocimiento y observación en los procesos de adaptación dentro de la periodización del entrenamiento, en el que algunos deportistas no consiguen su mejor forma deportiva (FD), previo a la temporada de competencia por los errores que se cometen en el desarrollo de la periodización. De este modo, todo entrenamiento debe planificarse de manera sistematizada, en términos de unidades estructurales, de igual forma, antes de periodizar el entrenamiento es importante conocer el tiempo que se dispone para su puesta en práctica, así como las características del deporte (Camacho et al., 2019; González Ravé et al., 2014; Issurin, 2018; Padilla, 2017).

1.1.1 Modelo clásico de Matveyev

Dentro de la periodización de los deportes de resistencia se encuentran los modelos de periodización convencional, de estos el más reconocido es el modelo cuyo precursor es Matveyev (2001), quien plantea que el modelo tiene como objetivo el logro del rendimiento competitivo, para ello, el deportista debe ser sometido a un proceso sistemático, conformado por la planificación, organización, ejecución y control del entrenamiento, seguidamente, la sistematización de su estructura se divide en tres importantes periodos, el primero, es el periodo preparatorio, el segundo, periodo competitivo, y el tercero, periodo transitorio (González, 2018; González Ravé et al., 2010).

Ahora bien, la periodización del entrenamiento deportivo determinada por Matveyev (2001), desarrolla unas bases metodológicas que encaminan este proceso al campo científico, tal y como se manifiesta en la actualidad; a continuación, se explica detalladamente las características que se deben tener en cuenta a la hora de periodizar este modelo clásico de entrenamiento en los atletas (González Ravé et al., 2010).

Con base en lo anterior, Platonov (2001) y Verhoshansky y Siff (2004) mencionan que el periodo preparatorio es el primero a desarrollar en el modelo clásico de Matveyev, allí se evidencia la base estructural más larga, teniendo como objetivo principal desarrollar funcionalmente los contenidos motrices, mentales y técnico-tácticos orientados hacia la competición; en general el periodo preparatorio tiene una duración de 3 a 6 meses, teniendo en cuenta la estructura anual de entrenamiento y el tipo de disciplina deportiva. Por lo tanto, Vasconcelos (2005) señala, que el periodo preparatorio depende de las principales fechas de competición, de los años de entrenamiento del atleta y el número de competencias fundamentales a las que ha asistido en un año, de esta manera se determina si el macrociclo pertenece a un plan monocíclico, bicíclico, tricíclico, etc.

De este modo, autores como Costa (2013), Gonzáles (2018), Padilla (2017), Issurin (2018), Weineck 2005) y Vasconcelos (2005) consideran que, el periodo preparatorio se divide en dos fases; la primera se desarrolla una estructura física global y amplia, llamada preparación general, y en la segunda predominan las herramientas específicas, disminuyendo el volumen y aumentando la intensidad, llamada preparación especial. En el caso de la preparación general, que tiene por objetivo maximizar el nivel de aptitud física del deportista, potenciar el nivel funcional del organismo mediante la mejora del VO_2 máx, del umbral anaeróbico, acondicionamiento físico, flexibilidad, fuerza máxima, etc.

Con respecto a la etapa de preparación especial o específica, cuyo objetivo es desarrollar las condiciones de la forma deportiva, por ejemplo, aumento cualitativo del entrenamiento, formación de las capacidades volitivas específicas para obtener el mejor éxito en las competiciones, y el debido aumento del máximo del volumen, y la intensidad desciende de manera

selectiva para dar importancia a las habilidades más especializadas del entrenamiento (Costa, 2013; Gonzáles, 2018; Issurin, 2018; Padilla, 2017; Vasconcelos, 2005; Weineck, 2005).

Dentro del orden de ideas Platonov (2001), menciona que el principal objetivo del periodo competitivo es el desarrollo armonioso de la preparación especial, es decir, durante ese tiempo se debe hacer una preparación completa e intensa de los ejercicios específicos de la modalidad deportiva, preparando al deportista para la posterior competencia, cabe mencionar, que todo lo que se ha trabajado a lo largo del periodo preparatorio, favorecerá al deportista en las competencias fundamentales, precisamente, en dicho periodo se debe elevar el máximo nivel de rendimiento deportivo del atleta para favorecer a su proceso de optimización de la forma deportiva FD.

El ultimo periodo de un ciclo de entrenamiento, en este caso, el periodo transitorio Weineck (2005) y Platonov (2001) explican como en esta fase se presenta una pérdida de la forma deportiva, al disminuirse la intensidad la intensidad y volumen de la especificidad de entrenamiento, además, este periodo tiene como objetivo recuperar los sistemas orgánicos, relacionados con el sistema nervioso central y metabólico del deportista, relacionadas con el sistema nervioso central y la parte mental del deportista. Cabe mencionar, que en este periodo Issurin (2018) plantea que, se pueden realizar trabajos de recuperación activa ejecutando actividades deportivas alternas.

1.1.1.1 Origen y Generalidades del Modelo Clásico de Matveyev. Matveyev (2001) fue uno de los precursores de la teoría del entrenamiento deportivo, estableciéndolo desde la base científica en 1964, de esta forma se marcó un punto de partida para que países de Europa del este y luego occidentales establecieran la planificación del entrenamiento deportivo como parte fundamental, dicha propuesta lleva a cabo cambios periódicos de las actividades sociales y biológicas en el ser humano, por lo tanto este modelo se adaptaría a diferentes deportes a nivel competitivo encontrando limitaciones para lograr la mejor adaptación en deportes colectivos, debido a que estos deportes requieren preparar al deportista para varios partidos en un tiempo reducido, lo que no encajaría con la taxonomía de unidades jerárquicas establecidas durante un ciclo de entrenamiento (Costa, 2013; Gonzáles, 2018; Issurin, 2018).

Después de todo, la periodización del entrenamiento debe definir la secuencia temporal y física de las actividades que constituyen un ciclo deportivo, es decir, que algunos periodos se articulen con el desarrollo de las fases de la forma deportiva, a dicha estructura se le denomina, modelo clásico de Matveyev. Además, lo que también se pretende en este diseño de planificación, es el aumento del rendimiento del deportista, de esta forma, se puede potenciar las diferentes capacidades durante los objetivos mas específicos del deportista, por ejemplo, estar al máximo nivel durante el periodo competitivo (García-Verdugo, 2007). Con base en lo anterior, el modelo clásico de Matveyev en la teoría del entrenamiento actual es dirigida para deportistas de nivel bajo y medio y en formación (Issurin, 2018).

1.1.1.2 Fundamentos y Leyes que Sustentan el Modelo Clásico de Matveyev. Los fundamentos y leyes que sustentan el modelo clásico de Matveyev, son el resultado de una planificación grupal, individual, plurianual y anual de macrociclos, precisamente; la primera propuesta metodológica para estructurar los contenidos del entrenamiento es la estructura del plan anual, ahora bien en la que se pretende desarrollar un óptimo rendimiento en el deportista para competir, que se reflejará en una óptima forma deportiva, es decir en el mejor estado para la consecución de los logros deportivos y se adquiere mediante el desarrollo de los procesos de entrenamiento físico, técnico, táctico y psicológico (Campos & Ramón, 2003).

De igual manera, Campos y Ramón (2003), mencionan, que las características fundamentales de la estructura del modelo clásico de Matveyev son las siguientes; en primer lugar no se tiene en cuenta la particularidad biológica del atleta, además el ciclo anual es completo. En cuanto al periodo preparatorio, se desarrolla gran volumen de trabajo a esto se le añade que se evidencia una variedad en las curvas de volumen e intensidad de las cargas, aislando las capacidades condicionales de la técnica. Con respecto a la etapa de preparación especial, Matveyev (2001) afirma que, se busca aumentar la intensidad con cargas un poco más específicas a la modalidad deportiva, para preparar al deportista a la posterior competencia.

Además de las características fundamentales del modelo clásico de periodización de Matveyev (2001), Campos y Ramón (2003) y González Ravé et al. (2014), destacan la concentración de eventos competitivos fundamentales en un mismo periodo, puesto que, la duración de dicho periodo no debe ser superior al tiempo donde los atletas mantienen su óptima forma deportiva, en otras palabras, las competencias deben coincidir con el periodo competitivo del ciclo de entrenamiento, con cargas competitivas de una alta intensidad y un volumen alto, pero

menor al que corresponde al periodo preparatorio, de esta manera se espera lograr la adaptación necesaria para dar los máximo resultados deportivos.

Es preciso señalar que la base para el concepto de periodización hace referencia a reconocer que la fundamentación de un entrenamiento corto, mediano, o largo, va de la mano con saber relacionar y aplicar las diferentes cargas que se presentan en cada una de las fases y periodos de un ciclo de entrenamiento, de esta manera se hace correlación con las fases de la forma deportiva, desarrollo, conservación y pérdida de la forma de entrenamiento. Cabe resaltar, que el trabajo de Matveyev desarrolla su modelo para que el deportista reciba un ejercicio óptimo o estímulo de entrenamiento acorde con la descarga apropiada, para que se obtengan efectos positivos mediante la formación del entrenamiento a largo plazo (Cunanan et al., 2018).

1.1.2 Modelo de periodización ATR

En cuanto a la periodización contemporánea, uno de los modelos es el modelo de periodización ATR, el cual debe aplicarse dependiendo de las necesidades del atleta que desarrolla un nivel alto de rendimiento deportivo, además su objetivo inmediato es responder y satisfacer las exigencias de las temporadas competitivas de la modalidad. Como ya se ha mencionado anteriormente, una de las particularidades del modelo de periodización ATR incluye un programa estratégico ajustado a la individualidad del deportista, donde se debe hacer un seguimiento en cada uno de los mesociclos del programa de entrenamiento.

El orden de los mesociclos o bloques corresponde a una estructura lógica en un corto periodo, en el que los bloques están estructurados en los mesociclos de acumulación, transformación y realización (llamados en el argot del entrenamiento como modelo ATR) (Issurin,

2018; González Ravé et al., 2014). A continuación, se explicarán las particularidades de cada uno de los mesociclos iniciando con el de acumulación.

Por consiguiente, el mesociclo de acumulación se fundamenta en el desarrollo motor del atleta y establece unas reservas de capacidades básicas, lo que indica una adaptación anatómica y fisiológica en relación a la especificidad deportiva, este bloque tiene una duración aproximada de 2 a 6 semanas. Seguidamente, en el mesociclo de transformación el estímulo se convierte en preparación especial, basándose en la fuerza desarrollada para potenciarla en fuerza resistencia, consiguiendo que la base aeróbica se perfeccione incrementando el abastecimiento energético mixto (aeróbico-anaeróbico) y la resistencia anaeróbica, aumentando la resistencia especial y velocidad, intensificando cada una de ellas, la duración del bloque tiene un tiempo que varía entre 2 y 4 semanas. Finalmente, en el mesociclo de realización se entrena para aprender a competir, es decir, en este periodo se realizan entrenamientos de competición, adquiriendo un óptimo nivel de carga, para desarrollar una gran potencia y velocidad de competencia, de esta manera, se irán potenciando los bloques de acumulación y transformación; el tiempo requerido para la ejecución del último bloque está establecida entre 8 y 15 días (Costa, 2013; Issurin, 2010; Issurin, 2018).

De acuerdo con Verhoshansky y Siff (2004) la estructura de planificación ATR es una propuesta que tiene como objetivo desarrollar la forma deportiva de los atletas en multiples veces durante el año determinado número de veces durante el año, de esta manera, se alcanza un resultado positivo en la temporada competitiva, logrando altos resultados en el rendimiento de los deportistas. Al respecto, Issurin (2010) aclara que para la aplicación del modelo de periodización ATR se debe tener en cuenta las capacidades físicas que intervienen en la modalidad, ya que este modelo de planificación es muy útil para los deportes que requieren un mayor porcentaje de fuerza o resistencia, asimismo, este modelo cuenta con una estructura temporal específica, la cual se

ajusta al desarrollo de adaptación biológica y funcional de cada deporte para lograr la mejora del rendimiento deportivo.

1.1.2.1 Origen y Generalidades del Modelo ATR. Agudelo Velásquez (2019) señala que, la periodización del modelo ATR se desarrolla como cualquier estructura de planificación contemporánea que exige un nivel de rendimiento de base ya obtenido. Respecto a lo anterior, hay que tener en cuenta que los deportistas en edades juveniles no siempre pertenecen a la categoría formativa, ya que existen modalidades que cuentan con un nivel de especificidad a muy temprana edad, por lo tanto, es conveniente dirigirse a estos deportistas jóvenes, como atletas de rendimiento deportivo.

Entre tanto, ya se ha mencionado que el entrenamiento que desarrolla mesociclos de acumulación, transformación y realización, prepara al atleta para obtener cargas concentradas durante la temporada, precisamente, González Ravé et al. (2014) recomienda a los entrenadores utilizar este diseño de entrenamiento, para estructurar e interpretar los pre-test y pos-test, luego de aplicar cierta carga a los atletas, ya que a la hora de planificar, el entrenador puede tomar decisiones acertadas en el momento del proceso competitivo. Además, la duración de los mesociclos depende de tres aspectos importantes, en primer lugar, la programación temporal para la mejora de las diferentes capacidades físicas; también, el ritmo de mejoría; y finalmente, los factores externos que se interponen en el diseño de entrenamiento, por ejemplo, el tiempo de concentración durante el entrenamiento previo a la competencia, la duración del periodo competitivo, etc.

1.1.2.2 Fundamentos y Leyes que Sustentan el Modelo ATR. Issurin (2010) resalta que, el contenido biológico de los mesociclos del modelo de periodización ATR están fundamentados por la regularidad homeostática, adaptación del estrés, y la ley de supercompensación, ahora bien, Weineck (2005) aclara que el ejercicio físico provoca una alteración de la homeostasis en el organismo, en el que se liberan diferentes hormonas como la adrenalina y noradrenalina encargadas de preparar el cuerpo para la actividad física, además de estas hormonas se encuentran otros componentes químicos como el cortisol, la testosterona, la hormona del crecimiento y otros, los cuales regulan las funciones de algunos órganos y coordinan las respuestas cuando se desarrolla la actividad física.

Desde el punto de vista de Issurin (2010) y Navarro y Arsenio (2002), hacen mención que existen dos conceptos científicos fundamentales en la periodización contemporánea que tienen una estrecha relación con la estructura de preparación por bloques: el efecto acumulativo del entrenamiento y el efecto residual del entrenamiento, en lo que concierne al efecto acumulativo se dice que se desarrolla a largo plazo, siendo el principal motivo que determina el éxito del deportista que ha llevado a cabo un buen , mejor dicho, se puede expresar como las mejoras en las capacidades de los sistemas fisiológicos y de las habilidades técnicas y físicas conseguidas en un proceso deportivo a largo plazo. Pero no todos los sistemas fisiológicos obtienen la misma tasa de mejora en las adaptaciones, ejemplo de esto es la diferencia entre la resistencia aeróbica que aumenta de manera más pronunciada el aumento de las enzimas aeróbicas y la densidad de las mitocondrias y capilares, caso apuesto ocurre con el sistema glucolítico que no recide adaptaciones tan duraderas y no se mejoran en el mismo rango que el metabolismo aeróbico.

Igualmente, Issurin (2010) y Navarro y Arsenio (2002), aclara que el efecto de entrenamiento residual es relativamente nuevo, mencionando que este efecto de entrenamiento

tiene gran incidencia en la resisitencia aeróbica y la fuerza máxima, las cuales se sostienen en un óptimo nivel durante cierto periodo después de finalizar el entrenamiento. En conclusión, esta retención mencionada anteriormente, pertenece a otro tipo particular de efecto de entrenamiento llamado efecto residual, el cual, puede ser determinado como la conservación de los cambios inducidos por cargas de trabajo sistemáticas más allá de cierto periodo de tiempo después de la finalización del entrenamiento.

En resumen, en cuanto a la preparación general y la preparación a largo plazo, los residuos de entrenamiento de larga duración tienen gran importancia en los deportes competitivos, por el contrario, para el diseño de estructuras de entrenamiento, los residuos de entrenamiento de corta duración tienen una importancia crucial, en otros términos, el entrenador debe conocer el efecto residual de cada tipo de entrenamiento, ya que el tiempo de residuos varía dependiendo de factores fisiológicos, después de todo, la predicción, evaluación y planificación de los efectos acumulativos y residuales del entrenamiento, son componentes indispensables para el proceso de periodización en bloques (Issurin, 2018).

1.2 Metabolismo del lactato y comportamiento de su curva durante un ciclo de entrenamiento

En este apartado se explicará la importancia del lactato como variable fisiológica de control de la intensidad de la carga de entrenamiento, pero antes se presenta un breve contexto del mismo. Años atrás se afirmaba que el ácido láctico era un producto de desecho metabólico, producido por una serie de procesos que ocurren en la célula muscular específicamente en el citosol, llamado glucolisis rápida, señalando que este era el culpable directo de la fatiga muscular durante el ejercicio (Brooks, 2020; Ferguson et al., 2018; López Chicharro & Vicente Campos 2017).

Como expresa Brooks et al. (2021) hoy en día se comprueba, que el lactato posee tres funciones principales, en primer lugar, el lactato es un sustrato energético importante en el metabolismo celular aeróbico, en segundo lugar, es fuente principal de energía en la vía gluconeogénica y por último, presenta una función de hormona, de allí que, se le llame lactatohormona pues interviene en las tres categorías de señalización celular, paracrina, autocrina y endocrina del metabolismo.

Ahora bien, el lactato en los deportes de resistencia es un marcador biológico, el cual permite analizar de manera directa la intensidad de las cargas de entrenamiento aeróbico y el manejo de adaptaciones a nivel metabólico en los deportes de resistencia (López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Katch et al., 2015; Larry Kenney et al., 2014), permitiendo individualizar las cargas del nadador.

Por tal motivo, el lactato como marcador de la intensidad de la carga de entrenamiento de resistencia suministra información objetiva, por medio del análisis del umbral láctico, como expresa López Chicharro y Vicente Campos (2017). Durante los ejercicios de carácter incremental, la producción de energía a través de la vía oxidativa llega a su máxima capacidad y no aporta el ATP requerido, suscitando la participación predominante de la glucólisis rápida y el aumento progresivo de las concentraciones de lactato en sangre y muscular, observando la denominada curva de lactato, en la cual se puede evidenciar el umbral láctico (UL).

Otro evento originado por el descenso del aporte oxidativo y aumento del metabolismo glucolítico, es el máximo estado estable del lactato (MLSS), este es un indicador que mide la capacidad del organismo para mantener un equilibrio entre el la producción, el aclaramiento y amortiguación del lactato, ya que si la intensidad sigue en aumento la glucólisis rápida toma mayor

participaciónn provocando que las concentraciones de lactato lleguen a un nivel donde es difícil ser amortiguado y aclarado, ocasionando una inestabilidad metabólica producida por el descenso del pH tanto en sangre como al interior del musculo activo (López Chicharro & Vicente Campos, 2017; López Chicharro et al., 2013; Mazza, 2015).

1.2.1 Metabolismo del lactato durante el entrenamiento

Como se dijo en la introducción al capítulo, el lactato es una variable fisiológica que ayuda al análisis objetivo de la intensidad durante un el entrenamiento, también sobre las funciones para aportar energía al organismo. Por consiguiente, se hace necesario entender qué es el lactato y como ocurren los procesos metabólicos en los que interviene durante el entrenamiento como respuesta a la actividad física.

1.2.1.1 Producción del Lactato. Profundizando de forma más detallada en el proceso de producción del lactato, este es dado por una serie de reacciones fisiológicas que inician con el catabolismo de la glucosa al ingresar en el citosol de la célula muscular, al finalizar el proceso se obtiene piruvato, el cual puede ser transformado en lactato por intervención de la enzima lactato deshidrogenas (LDH), terminando así la ruta metabólica de la glucolisis rápida (Brooks et al., 2021; Brooks, 2018; Katch et al., 2015).

Sin embargo, vale mencionar que durante varios años se le ha atribuido el mérito al aumento de las concentraciones de lactato en sangre y músculo al déficit de oxígeno en la célula, cuando bien se ha evidenciado que el VO_2 aumenta en ejercicios de cargas incrementales, además este sustrato posee la capacidad de ser participe en procesos aeróbicos, especialmente en la gluconeogénesis y en la misma mitocondria de la célula que lo produce, por ende, la afirmación que por años se estableció no es pertinente según confirman investigaciones actuales (Brooks et

al., 2021; Ferguson et al., 2018; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Mazza, 2020; Poole et al., 2021).

En la actualidad López Chicharro y Vicente Campos (2017) argumentan, que el exponencial aumento de las concentraciones de lactato son producidas por dos mecanismos, uno de ellos asegura que la mitocondria no puede captar el piruvato rápidamente, que desencadena la ley de acción de masas, por lo tanto, este mecanismo no perturba la relación lactato/piruvato y, el otro genera la alteración de esta relación, porque la lanzadera de electrones no posee la capacidad para reoxidar la nicotinamida adenina dinucleótido reducido (NADH) del citoplasma, la cual transporta los H^+ producidos en la glucólisis rápida.

Los anteriores procesos, dan como resultado que la enzima LDH aumente su actividad y convierta la acumulación de ácido pirúvico en ácido láctico, que se disocia al entrar en contacto con la célula en lactato e hidrogenión, lo que significa una menor participación del metabolismo aeróbico, en los que participan la glucólisis aeróbica o lenta, fosforilación oxidativa y β -oxidación, como consecuencia del aumento de la intensidad de la carga en el ejercicio físico, no obstante, este proceso se puede ver retrasado si el individuo posea una densidad mitocondrial y una adaptación enzimática que le permita aclarar y taponar el lactato a altas tasas de producción de lactato, este retrasa la acidosis metabólica (Brooks, 2018; Ferguson et al., 2018; Katch et al., 2015; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Poole et al., 2021).

Por el contrario, si los valores de lactato se acumulan los hidrogeniones (H^+) también lo harán, generando en la célula muscular un estado de acidosis metabólica, lo cual termina en fatiga muscular, aunque hay que afirmar, que actualmente se considera erróneo decir que el lactato interviene en el proceso de fatiga, pues este es un factor que evita el cese de la contracción muscular

al ser oxidado (Brooks et al., 2021; López Chicharro & Vicente Campos, 2017). Ahora se sabe que la fatiga tiene diferentes factores como la acumulación de los iones de fosfato y la disminución de Calcio (Ca^+), que interfiere en el funcionamiento del músculo activo, ya que no ocurre una normal captación de los canales de calcio en la miofibrilla (troponina C) que causa la interrupción de la actividad física (Brooks, 2018; Gladden, 2004; López Chicharro & Vicente Campos, 2017).

1.2.2 Comportamiento fisiológico de la curva de lactato con relación a las áreas funcionales

En este apartado se exponen, los efectos que se obtienen en cada una de las áreas funcionales utilizadas como componentes durante el ciclo de entrenamiento en los deportes de resistencia, cada una ofrece una serie orientaciones sobre el predominio del metabolismo energético, observando si corresponde a uno oxidativo o glucolítico representado en la curva de lactato, por medio de las concentraciones de lactato en sangre medidos en mmol/l al realizar un test escalonado de carga incremental, dando información objetiva que sirve para llevar el seguimiento del deportista durante el ciclo de entrenamiento, siempre teniendo en cuenta las características fisiológicas individuales que el deportista necesita para dar el máximo rendimiento deportivo (González Ravé et al. 2014; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Maglischo, 2009; Mazza, 2015).

De acuerdo con Mazza (2015) cuando se prescribe la carga de entrenamiento se tienen en consideración los efectos y los objetivos planteados para la sesión según el mesociclo, para resolver esto, se sugieren las áreas funcionales para darle la orientación deseada a la carga de entrenamiento originadas en la antigua república democrática alemana (RDA), que luego fueron adaptadas por Ernets Maglischo y posteriormente por Juan Carlos Mazza, tal y como se aprecia en

la figura uno, las áreas funcionales orientan al entrenador sobre la especificidad metabólica de la carga durante el ciclo de entrenamiento.

Figura 1

Clasificación de las áreas funcionales

ÁREAS FUNCIONALES SEGÚN NIVELES DE LACTATO				
Especificidad de los estímulos (Mazza, J.C. Modificado de Maglisco, 1990)				
Niveles Lactato	ÁREAS FUNCIONALES			ZONAS
12-20	Fatiga Máxima	ANAERÓBICAS	POTENCIA Y TOLERANCIA ANAERÓBICA	ZONA 5
10-12			RESISTENCIA ANAERÓBICA	ZONA 4
7-10	Fatigadoras	AERÓBICAS	MÁXIMO CONSUMO DE OXÍGENO	ZONA 3
4-7			SUPERAERÓBICO	ZONA 2
2-4	Recuperadoras		SUBAERÓBICO	ZONA 1
0-2			REGENERATIVO	ZONA 0

Fuente: extraído de Mazza, áreas funcionales según niveles de lactato (2015, p. 18).

A continuación se explicará con detalle el comportamiento de la curva de lactato con base en las áreas funcionales que expone Mazza (2015), analizando las respuestas fisiológicas de los sistemas metabólicos en cada una de las áreas funcionales. Cabe decir que, dichas respuestas presentadas en los siguientes apartados no corresponde a una respuesta fija de las concentraciones de lactato, pues bien se sabe, que cada individuo posee características fisiológicas que hacen que la respuesta al lactato sea totalmente singular.

1.2.2.1 Área Funcional Regenerativa – Z0. En el inicio de la secuencia se explican los efectos agudos e inmediatos que ocurren en el área funcional regenerativa, que corresponde a estímulos del entrenamiento orientados a la entrada en calor del deportista o de vuelta a la calma (Mazza, 2015). La respuesta energética del cuerpo a la baja intensidad de la carga de entrenamiento, obtiene su energía en forma de ATP mediante procesos metabólicos aeróbicos u oxidativos tales como, la β -oxidación, ciclo de Krebs y fosforilación oxidativa, dan como resultado concentraciones de lactato en sangre inferiores a 2 mmol/l (Mazza, 2015; López Chicharro et al., 2013).

Siguiendo con el área funcional regenerativa se dice que, la débil activación del sistema nervioso simpático-adrenal permite la liberación de los ácidos grasos libres (AGL), glucosa y en algunos casos aminoácidos a la circulación sanguínea, para ser transformados en acetyl-CoA al interior de la célula y así participar en el ciclo de Krebs en la mitocondria, además el bajo esfuerzo y tensión que ejercen los músculos en el área funcional regenerativa, la contracción muscular se ejecutará fundamentalmente por fibras de contracción lenta o tipo 1 (López Chicharro et al., 2013).

1.2.2.2 Área Funcional Subaeróbica – Z1. En cuanto al área funcional subaeróbica o también reconocida como RI, se dice que el deportista moviliza entre 2 y 4 mmol/l de lactato lo que significa un esfuerzo menor o cercano al UL, por ende aún se mantiene el predominio de la vía oxidativa (Mazza, 2015), ya que la estimulación aún baja del sistema simpático-adrenal hará que sigan activándose fibras tipo I, por lo tanto los combustibles principales utilizados para el esfuerzo serán, los AGL y el lactato que se produce y metaboliza en la mitocondria (Brooks et al., 2021; Hashimoto et al., 2006; López Chicharro et al., 2013; Mazza, 2015).

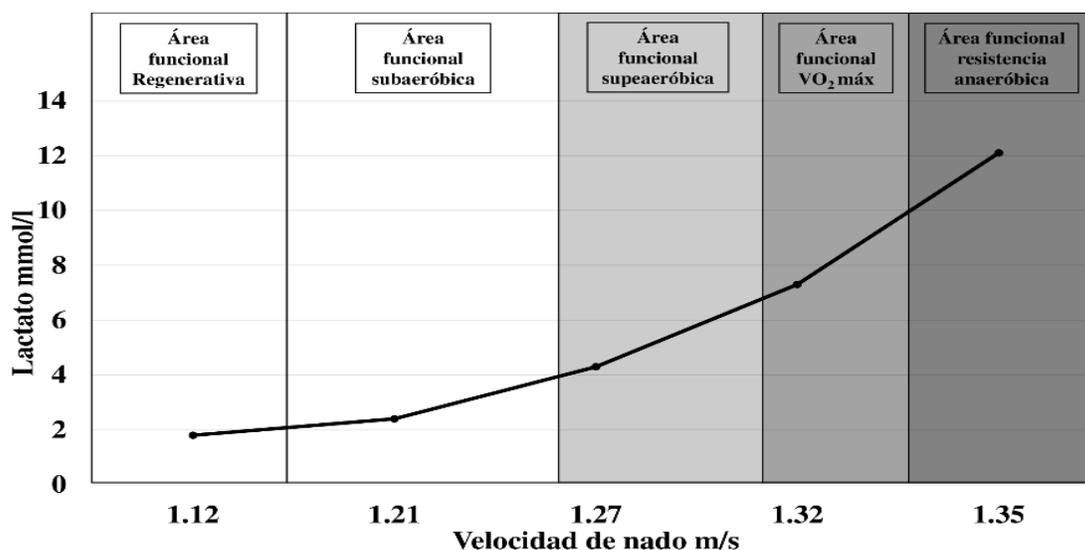
Ahora bien, al realizar el entrenamiento orientado a las áreas funcionales ya mencionadas, corresponden a un metabolismo predominantemente oxidativo, provocan un comportamiento en la curva de lactato con concentraciones de lactato inferiores a 4 mmol/l (Maglischo, 2009; Mazza, 2015). Por ende, se dice que esfuerzos por debajo del umbral láctico pertenecen al metabolismo aeróbico (González Ravé et al., 2014; Maglischo, 2009).

Como se observa en la figura 2, se ejemplifica con una gráfica de lactato-velocidad los resultados de un nadador juvenil de nivel intermedio que efectúa un test escalonado de cargas progresivas de 5 x 400 m en técnica de libre, para explicar gráficamente cada momento se analizan los resultados de cada área funcional, en la cual en la primera repetición el nadador alcanza concentraciones de lactato de 1.9 mmol/l a una velocidad de 1.12 m/s que corresponde a 5 minutos y 54 segundos (5:54), y en la segunda toma de lactato, el tiempo disminuye a 25 s, con respecto al tiempo anterior, realizando una velocidad de nado de 1.21 m/s que representa en 400 m un tiempo de 5 min y 29 s obteniendo concentraciones de 2.3 mmol/l de lactato sanguíneo, lo anterior indica que el nadador posee la suficiente base aeróbica como para aportar energía por medio de las grasas, preservando el glucógeno muscular, que le permitirá en las posteriores repeticiones tener una tasa de producción de lactato baja (Katch et al., 2015; Mazza, 2015; Maglischo, 2009).

1.2.2.3 Área Funcional Superaeróbica – Z2. En lo relacionado a la denominada área funcional supraeróbica o también llamada RII, es utilizada para mejorar la velocidad “cruce” en los deportistas de medio fondo y fondo, en la cual se identifica un equilibrio lactácido (LaSS), originado porque la tasa de producción y aclaramiento de lactato se mantienen en equilibrio, por lo tanto a esta intensidad de ejecución se producirán concentraciones de lactato entre los 4 y 7 mmol/l, por ende, se considera como un área fundamental para el desarrollo de la resistencia aeróbica, puesto que desplaza los estados de LaSS y con ello el UL, formando así la base para la buena realización del área de MVO₂ (VO₂máx) (Mazza, 2015).

Figura 2

Resultados de una prueba carga incremental en áreas regenerativa y subaeróbica



Fuente: Los autores.

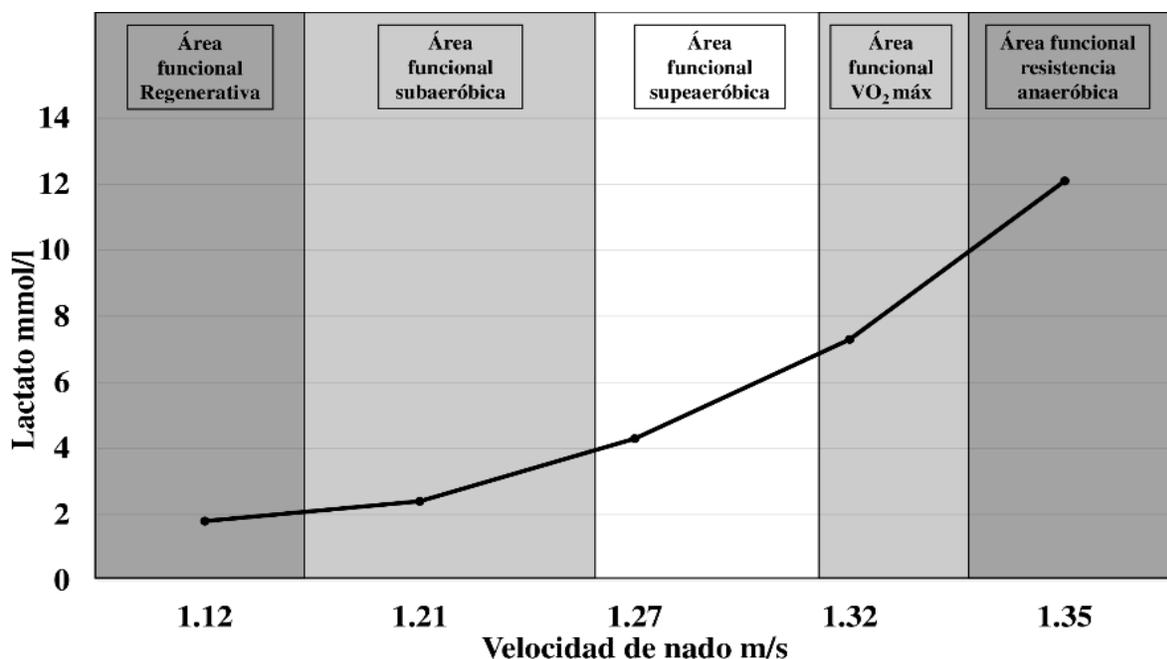
Como se evidencia en la figura 3, el nadador juvenil logra en la tercera repetición un nivel de lactato de 4.3 mmol/l a una velocidad de nado de 1.17 m/s (5:13), se observa con relación a la toma anterior un aumento de 1.9 mmol/l y una mejora de 16 s, en tal sentido hay aumento en la producción de lactato en sangre, por una mayor activación de la glucólisis rápida para proveer

ATP, junto con esto la participación progresiva y predominante de fibras tipo IIa. Aunque no se debe olvidar, que el sistema aeróbico aún se encuentra en funcionamiento, distinguiendo esta zona como un estado de transición entre el metabolismo aeróbico y anaeróbico (López Chicharro & Vicente Campos, 2017; López Chicharro et al., 2013; Maglisco, 2009).

El fenómeno en el cual ocurre la transición aeróbica-anaeróbica se denomina umbral láctico (UL), aunque cabe decir que en la literatura científica se encuentran diversos términos acuñados por los diferentes autores entre los que se pueden identificar el umbral anaeróbico (Uan), máximo estado estable de lactato, por sus siglas en inglés (MLSS) o aparición de la acumulación del lactato (OBLA), lo que dificulta su comprensión, por tal motivo se hablará en este escrito de umbral láctico (UL) (Faude et al, 2009; Katch et al., 2015; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Poole et al, 2021; Rodriguez et al, 2019; Tanner & Gore, 2013).

Figura 3

Respuesta de la curva de lactato en el área superaeróbica



Fuente: Los autores

Para dejar en claro la presente controversia, se define el UL como el inicio del aumento exponencial y constante del lactato determinado por la intensidad del esfuerzo físico, que ocurre como ya se había explicado en el título metabolismo del lactato durante el entrenamiento (López Chicharro et al., 2017). Este momento se aprecia en la figura 4, en el cual el organismo utiliza tanto procesos del metabolismo oxidativo como glucolítico que aportan energía en forma de ATP a los músculos, provocando así una activación de las fibras lentas y rápidas de tipo I, IIa y, IIx pero en un porcentaje bajo (González Ravé et al., 2014; López Chicharro et al., 2013).

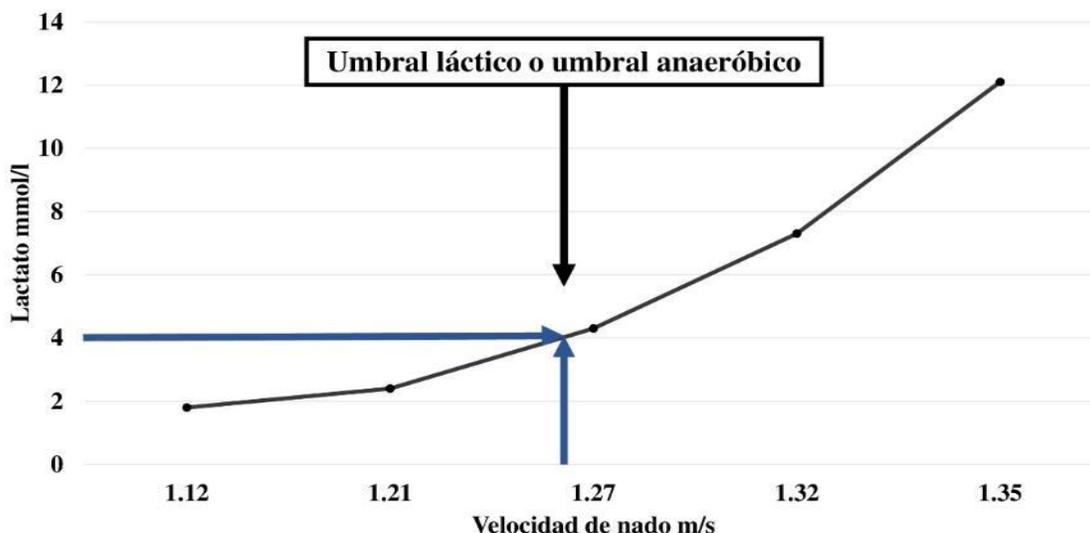
Diferentes autores como González Ravé et al. (2014), Katch et al. (2015), López Chicharro et al. (2013), Maglischo (2009), Mazza (2020), Navarro Valdivielso (1999) proponen, como indicador de la capacidad de rendimiento del deportista de resistencia aeróbica, la concentración

fija de lactato sanguíneo de 4 mmol/l (figura 4), pues esto permite monitorear el desarrollo eficiente de la resistencia aeróbica durante la periodización del entrenamiento, aunque resaltan que al ser un punto estándar no es el más preciso para determinar la carga de entrenamiento y sus adaptaciones, observando errores, pues no todos los deportistas poseen las mismas características metabólicas.

Cabe resaltar que cuando el deportista se encuentra a velocidad del UL, MLSS o LaSS (Mazza, 2015), puede mantener la intensidad de la carga aproximadamente durante unos 20 o 30 min de duración de manera uniforme, sin embargo, si la intensidad requerida para efectuar el trabajo incrementa no podrá mantener el ritmo y colapsarán los sistemas de producción de energía rompiendo con el LaSS, provocando de esta manera un aumento en los valores de producción de lactato y un descenso en la tasa de aclaramiento y amortiguación, denotando un descenso significativo del pH celular, haciendo que el deportista tenga que reducir la intensidad de la actividad debido a los altos niveles de fatiga. (López Chicharro et al., 2013; Maglisco, 2009; Mazza, 2020; Mazza, 2015).

Figura 4

Determinación del umbral láctico o anaeróbico



Fuente: Los autores

1.2.2.4 Área Funcional MVO2 – Z3. En el caso del área funcional de MVO2, el organismo alcanza la máxima potencia para absorber, transportar y utilizar el oxígeno a nivel mitocondrial en las células musculares (Larry Kenney et al., 2014; López Chicharro et al., 2013), esto implica que el metabolismo aeróbico (glucolisis lenta y cadena de transporte de electrones) utilice los carbohidratos como fuente de energía para aportar ATP (González Ravé et al., 2014; Katch et al., 2015), por tal motivo se elevan los niveles de lactato entre los 7 y 10 mmol/l en sangre (López Chicharro et al., 2013; Mazza, 2015).

Con relación a la respuesta energética en el área funcional de MVO2, con base en González Ravé et al. (2014), López Chicharro y Vicente Campos (2017) y López Chicharro et al. (2013) argumentan que el sistema metabólico genera una alta tasa de glucolisis rápida que estimula la glucogenólisis hepática y muscular. Aunque no se debe olvidar que, el sistema aeróbico se

encuentra en su máximo nivel para contribución ATP, como resultado el individuo logra la potencia aeróbica.

Tal y como se representa en la figura 5, el nadador obtiene concentraciones de lactato de 7.3 mmol/l a una velocidad de nado de 1.32 m sobre segundo (5:01), apreciando de esta manera una diferencia notable, ya que hay una mejora en el tiempo anterior de 12 s, pero un aumento en la concentración de lactato de 4.3 mmol/l con respecto a la repetición anterior. Observando así, como los sistemas de remoción de lactato, ya sea por oxidación o conversión (Hashimoto et al., 2006), en esta área funcional no podrán contrarrestar la alta tasa de producción de lactato, denotando un uso predominante de la glucólisis rápida para aportar energía química transformada en mecánica por las fibras de contracción rápida como las IIa y IIx (Katch et al., 2015; López Chicharro et al., 2013; Maglischo, 2009; Mazza, 2015).

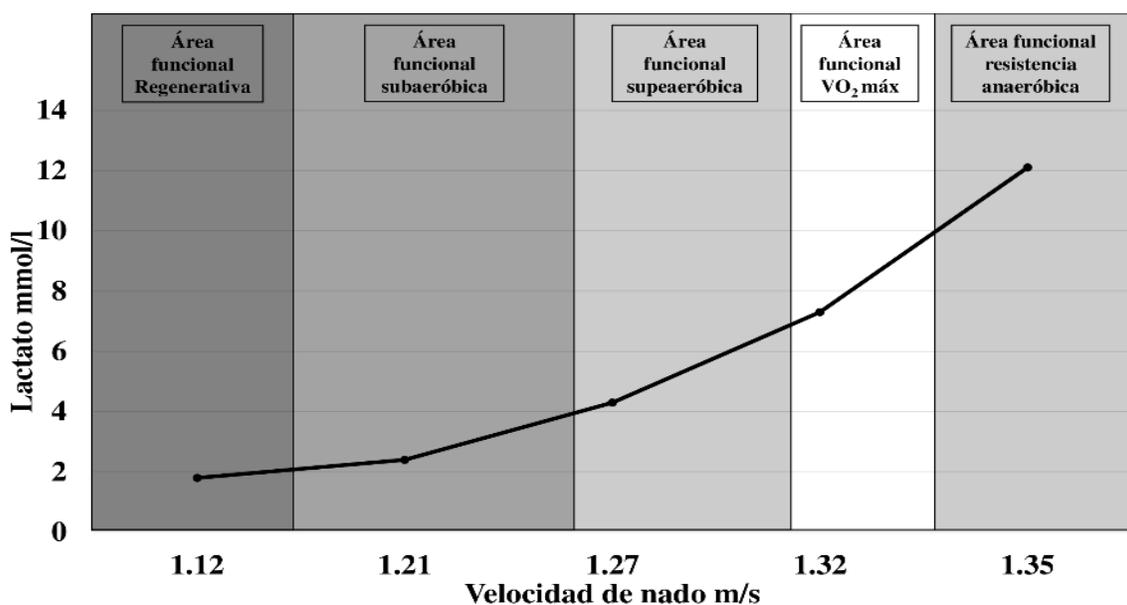
1.2.2.5 Área Funcional de Resistencia Anaeróbica – Z4. Tal y como menciona Mazza (2015) el área funcional de resistencia anaeróbica o también llamada resistencia láctica (RL), se desarrolla ejecutando esfuerzos que logren producir una concentración de lactato sanguíneo entre 10 y 12 mmol/l produciendo niveles de acidosis celular y sanguínea altos, pero no máximos, puesto que el área funcional se puede definir como la relación de distancia y tiempo en la cual una persona puede soportar un esfuerzo submáximo (Mazza, 2015), con aportes de energía glucolítica, no obstante Navarro Valdivielso (1998) considera que el área funcional RL se realiza a intensidades casi máximas en un tiempo no superior a los 90 s.

Desde la posición de López Chicharro et al. (2013) quienes expresan que, los efectos agudos del entrenamiento en dicha zona provocan una serie de adaptaciones tales como la activación de fibras rápidas IIx, la participación del mayor número de unidades motoras posibles, la

estimulación del sistema cardiovascular a su máxima expresión ($FC_{m\acute{a}x}$), la actividad de un sistema respiratorio, con una frecuencia respiratoria máxima y en cuanto al sistema energético, se producen grandes cantidades de lactato e H^+ , resultando en un estado de acidosis metabólica que provoca una inhibición de la enzima fosfofructoquinasa (PFK) vital en la glucólisis rápida, además del desalojo del calcio que conlleva a la incapacidad para generar tensión mecánica. Cabe destacar que al llevar a cabo esta capacidad se aumentan componentes volitivos y morales vitales para soportar la carga de entrenamiento a la que se somete el deportista (González Ravé et al., 2014; López Chicharro et al., 2013; Mazza, 2015).

Figura 5

Comportamiento de la curva de lactato en el área supraeróbica

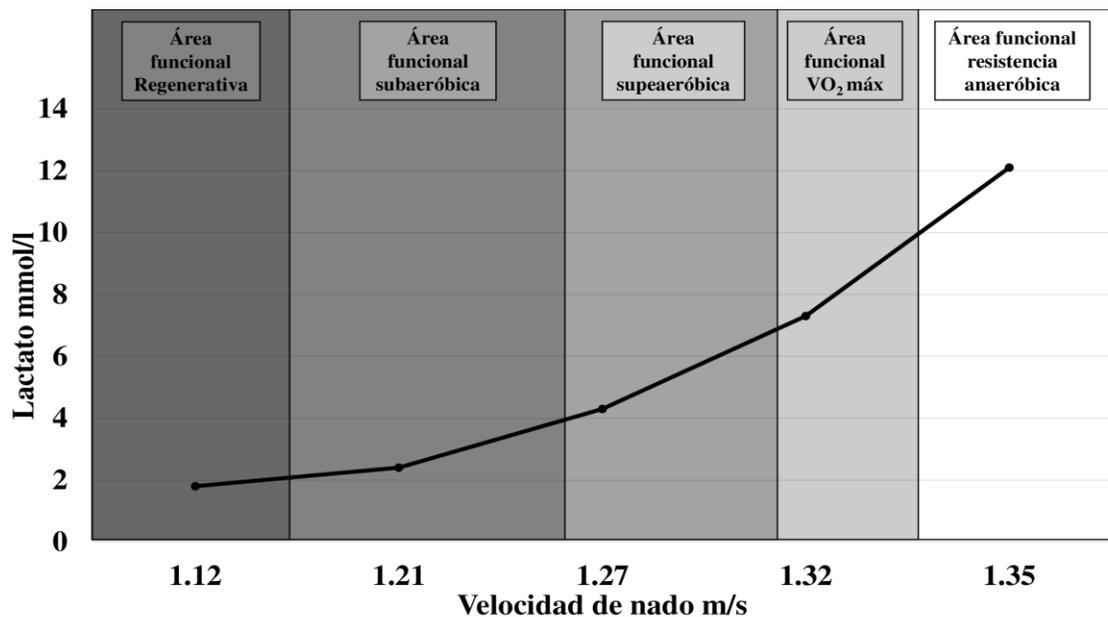


Fuente: Los autores.

Por tal motivo como se observa en la figura 6, en la curva de lactato-velocidad de la última repetición del test se generan concentraciones de lactato sanguíneo 12.1 mmol/l, debido al aumento de la velocidad de nado a ritmo de competencia (RC) lo que corresponde al área funcional de resistencia anaeróbica, pues se desplaza a una velocidad de 1.35 m/s (4:55), evidenciando un aumento cuantitativo de las concentraciones de lactato en sangre de 4.8 mmol/l con respecto a la repetición anterior (López Chicharro et al., 2013; Maglischo, 2009; Mazza, 2015). También cabe añadir, que el cuerpo por medio de los sistemas amortiguadores como el bicarbonato, el fosfato y las proteínas intercederán en regresar el equilibrio ácido-base que disminuyen la acumulación de H^+ (Katch et al., 2015; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Maglischo, 2009).

Figura 6

Respuesta de la curva de lactato en el área de resistencia anaeróbica



Fuente: Los autores.

1.2.2.6 Área Funcional de Potencia y Tolerancia Anaeróbica – Z 5. En el caso de la zona 5 Mazza (2015) la divide en dos, por un lado, se utiliza un gran potencial energético dado por el metabolismo fosfagénico que conlleva a la mejora neural, ya que son esfuerzos a velocidades inferiores a 6 s, por otro lado se encuentra la gran participación de la glucólisis rápida saturando el organismo de hidrogeniones. Para contrarrestar la acidificación celular y sanguínea el cuerpo responde con la capacidad *buffer* o de amortiguación, que aunque es débil ayudará soportar a la regulación del equilibrio ácido-base (Katch et al., 2015; Larry Kenney et al., 2014; López Chicharro et al., 2013).

1.2.3 Interpretación de la curva de lactato

Con respecto, a las interpretaciones de la curva de lactato durante una prueba de carga incremental escalonada, como se manifestó en el capítulo anterior, las áreas funcionales tienen características fisiológicas en función de la vía a utilizar si predomina la tasa de utilización del sistema oxidativo o glucolítico, puesto que en cada una de ellas se producen una serie de adaptaciones metabólicas diferentes, por lo tanto de acuerdo al tipo de carga durante un ciclo de entrenamiento la curva de lactato tendrá un desplazamiento, ahora bien de acuerdo hacia la dirección en la que vaya este desplazamiento se dará una interpretación de las adaptaciones metabólicas logradas luego de someterse a un ciclo de entrenamiento (López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Maglisco, 2009; Navarro Valdivielso, 1998; Tanner & Gore, 2013).

Pyine et al. (2001) señala que el monitoreo del lactato se ha utilizado durante varios años en disciplinas de resistencia para observar los efectos del entrenamiento sobre la capacidad de resistencia del individuo, al respecto López Chicharro y Vicente Campos (2017) afirman que, la utilización de esfuerzos progresivos tiene como objetivo conocer la capacidad aeróbica máxima

del deportista, puesto que el lactato es sensible a las tensiones musculares, formando el denominado UL, siendo este más preciso que las pruebas de frecuencia cardiaca y el VO_{2max} .

Lo anterior confirmado por varios autores como Faude et al. (2009), López Chicharro y Vicente Campos (2017), Poole et al. (2021) y Tanner y Gore (2013), que también mencionan que, el UL es un indicador de la transición del metabolismo oxidativo a glucolítico, en predominancia más uno que del otro y, por ello las adaptaciones al entrenamiento que se presentan son específicas a la modalidad deportiva de resistencia, pues si son atletas de cortas distancias no necesitaran las mismas adaptaciones que un deportista de larga distancia.

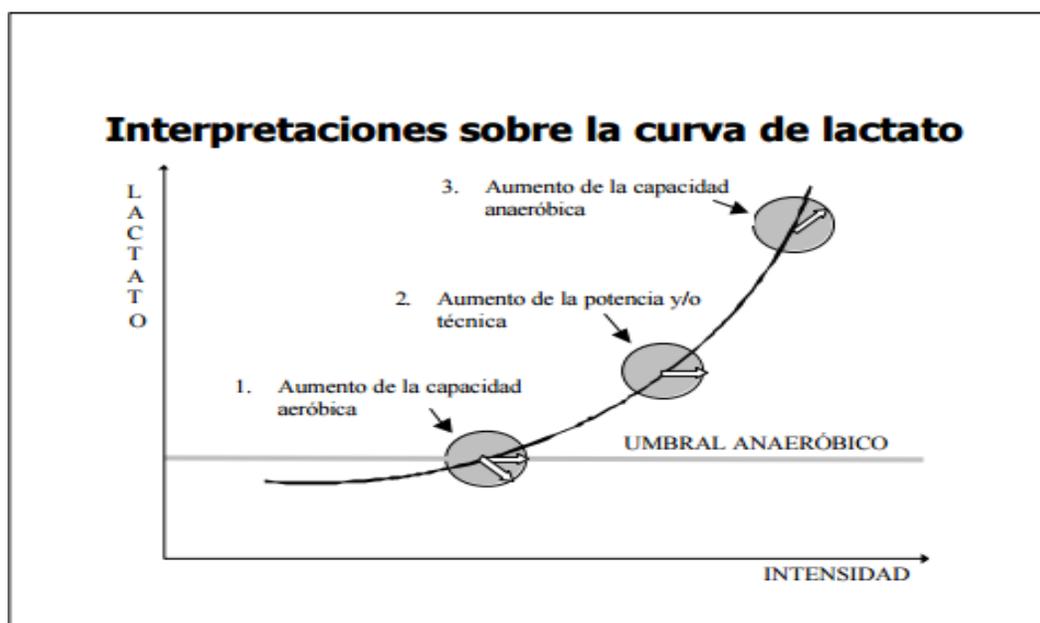
Con base en lo anterior, una vez se tiene referencia del punto en el cual ocurre el umbral láctico se puede evaluar al deportista, interpretando la curva de lactato según su desplazamiento con el test anterior, así pues, si esta se desplaza hacia la derecha y hacia abajo, indica una mejora en la capacidad de resistencia aeróbica, ya que el UL se desplaza, interpretando esto como una mejora en la capacidad de la ruta oxidativa por aumento de la masa mitocondrial y enzimas oxidativas, consiguiendo además, un mejor aclaramiento y amortiguación del lactato, para soportar mayores velocidades a bajas concentraciones de lactato (Faude et al., 2009; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Navarro Valdivielso, 1998; Tanner & Gore, 2013).

De otro modo, un desplazamiento hacia la derecha, pero justo en medio, denota una mejora en la técnica y/o en la potencia específica de la disciplina. Otra interpretación de la curva de lactato, es su desplazamiento hacia la derecha en la parte superior que manifiesta una mejora del metabolismo anaeróbico, ya que no se consigue una mejora en la vía oxidativa, pero si en el equilibrio entre poder producir y aclarar lactato, permitiendo soportar la acidosis por más tiempo (Navarro Valdivielso, 1998; López Chicharro & Vicente Campos, 2017).

Por otro lado López Chicharro y Vicente Campos (2017) y Tanner & Gore (2013) al desplazarse la curva de lactato hacia la izquierda y hacia arriba es un indicativo de un descenso en el rendimiento aeróbico, ya que alcanza concentraciones de lactato altas a intensidades menores, debido posiblemente a un desentrenamiento.

Figura 7

Interpretación de la curva de lactato



Fuente: Extraído de Navarro Valdivielso (1998. p.215).

Con base en lo anterior Tanner & Gore (2013) explican como los umbrales que se presentan en la curva de lactato en deportes de resistencia, sirven para predecir los estímulos óptimos de la carga del programa de entrenamiento, de esta forma las concentraciones de lactato dan orientaciones sobre la prescripción del entrenamiento. La prescripción del entrenamiento con las concentraciones de lactato en sangre, dan al entrenador la orientación para poder aplicar la carga adecuada, con el propósito de prever posibles sobreentrenamientos no planificados y aplicar la intensidad del estímulo necesario para obtener las adaptaciones.

1.3 Efectos en la curva de lactato en los modelos de periodización convencional y contemporáneo en deportes de resistencia

A lo largo de la descripción de la teoría de la periodización convencional y contemporánea, junto con el capítulo anterior en el que se mencionó la respuesta del organismo frente a las diferentes áreas funcionales utilizadas para determinar la intensidad de la carga en los deportes de resistencia, se tomará como referencia para explicar el efecto de la curva de lactato, en dependencia de la periodización seleccionada (Mazza, 2015; Navarro Valdivielso, 1998; Rodriguez et al., 2019; Tanner & Gore, 2013).

Iniciando con la explicación de los efectos de la curva de lactato bajo los modelos de periodización convencional o tradicional, se debe saber que los contenidos del entrenamiento de cada periodo poseen cargas de distribución regular durante su ciclo de entrenamiento; provocarán en la curva de lactato un desarrollo del desplazamiento del UL hacia la derecha, ya que se priorizan las áreas funcional subaeróbica, superaeróbica y MVO₂, suscitando adaptaciones metabólicas para soportar el esfuerzo prolongado, como la optimización de la vía oxidativa, la mejora de los procesos para utilizar las grasas como su combustible principal, el aumento de las reservas de glucógeno y la mejora de la capacidad de aclaramiento del lactato (López Chicharro et al., 2013; Maglischo, 2009; Mazza, 2020; Navarro Valdivielso, 1998).

Todo lo plasmado en conjunto indica que, el deportista al ser sometido a un ciclo de entrenamiento de periodización convencional aumenta la capacidad de resistencia aeróbica vía oxidativa, resultado de las adaptaciones antes mencionadas sobre el sistema metabólico y cardiorrespiratorio, en consecuencia, el organismo no estaría capacitado para llevar a cabo de forma eficaz esfuerzos y velocidades elevadas, pues no tendría una buena capacidad anaeróbica, que propicia el aumento de la velocidad glucolítica, junto con esto la capacidad de soportar niveles

de pH bajos (López Chicharro et al., 2013; Mazza, 2015; Navarro Valdivielso, 1998; Tanner & Gore, 2013).

Con relación a la periodización contemporánea Camacho Velázquez et al. (2019), Costa (2013), Gonzáles (2018), González Ravé et al. (2014) e Issurin (2018) plantean que, es un modelo de periodización donde predominan efectos de entrenamiento de tipo retardado y de tipo residual, en el que se llevan a cabo cargas concentradas y especializadas realizadas en menor tiempo en comparación con la planificación convencional. Los modelos contemporáneos, siguen una pauta en general, ya que en un principio buscan la mejora básica de las adaptaciones anatómicas y fisiológicas de la disciplina, en la siguiente fase, la orientación de las cargas se enfocaría hacia los contenidos del entrenamiento específicos de la modalidad deportiva, sosteniendo aún las capacidades con efecto residual medio, para después entrar en una fase de competición, con cargas altamente especializadas de potencia y velocidad, para así conseguir la forma deportiva esperada.

El resultado producto luego de una periodización contemporánea, debido al empleo de áreas funcionales supraaeróbica (RII), $VO_{2\text{máx}}$ (MVO₂) y en menor medida la resistencia láctica (RL), logra aumentar el almacenamiento del glucógeno muscular y hepático en el cuerpo, la densidad mitocondrial, enzimas aeróbicas y anaeróbicas y la capacidad *buffer* muscular, para soportar altas concentraciones de lactato a mayor velocidad, provocando en la curva de lactato que el umbral de lactato se desplace hacia la derecha junto con la zona alta de la curva (González Ravé et al., 2014; Issurin, 2018; Mazza, 2015; Navarro Valdivielso, 1998).

1.3.1 Respuesta de la curva de lactato en los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y contemporáneo ATR en deportes de resistencia

Después de exponer de manera general los efectos provocados por los modelos de periodización convencional y contemporáneo, ambos con particularidades específicas, en cuanto a la aplicación de las cargas, principios y composición del entrenamiento durante el ciclo de periodización de cada uno, se profundiza en las respuesta de la curva en el modelo clásico de Matveyev modificado, ya que la estructuración de este modelo lleva algunas diferencias con relación al planteado por Matveyev en un principio; por otra parte se analiza el modelo ATR el cual corresponde a los modelos utilizados en la periodización contemporánea (Camacho Velázquez et al., 2019; Gonzáles, 2018; González Ravé et al., 2014; Issurin, 2018).

De acuerdo con Gonzáles (2018), González Ravé et al. (2014), Mazza (2015) y Navarro Valdivielso (1998), el modelo clásico de Matveyev, posee un periodo preparatorio extenso que enfatiza la distribución de cargas de forma regular con volúmenes altos y varios objetivos dentro de su ciclo de entrenamiento. Se afirma que el desarrollo de altos volúmenes en el área funcional subaeróbica en gran medida y superaeróbica corresponden al periodo preparatorio, el cual daría como respuesta un desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha y hacia abajo, debido a un aumento en el UL que conlleva una mejora en la resistencia aeróbica, pero insuficiente para soportar la producción de ácido láctico a velocidades mayores según menciona Maglischo (2009).

Posteriormente en el periodo competitivo los contenidos del entrenamiento serán de carácter competitivo generando una mejora en la resistencia aeróbica como consecuencia del aumento del número y tamaño de las mitocondrias, de las reservas de glucógeno muscular, la remoción y aclaramiento del lactato, que propicia el retraso del inicio de la aparición y la acumulación de lactato y estados de acidosis celular, además de mejorar la capacidad de amortiguación y adaptar el organismo para responder ante concentraciones de lactato altas (Katch et al., 2015; López Chicharro et al. 2013; Maglischo, 2009; Mazza, 2015).

El proceso de aclaramiento y remoción del lactato es dado por el transporte y la oxidación del lactato ligado a los hidrogeniones, este fenómeno se da por el aumento de la eficiencia del transportador de MCT1 que permite lanzar el lactato a través de la membrana mitocondrial interna para interactuar con la proteína chaperona (CD147), LDH mitocondrial y citocromo oxidasa (COx) de esta manera será oxidado y transformado a piruvato y pasar al ciclo de Krebs (Brooks, 2021; Brooks, 2018; Hashimoto, 2006). Otro mecanismo es la lanzadera de lactato de fibras glucolíticas al torrente sanguíneo, posibilitado por el MCT4 para ser captado por el MCT1 y así ser oxidado en las fibras oxidativas y órganos, como el corazón, el hígado y los riñones, entre otros (Brooks 2020; Brooks, 2018; López Chicarro et al., 2013). Cabe recalcar que del 75 al 80% de la remoción del lactato es producida por el músculo activo, el corazón y otros órganos, el otro porcentaje se dará por mecanismos gluconeogénicos hepáticos (Poole et al., 2021).

Para analizar los efectos del modelo ATR sobre el desplazamiento de la curva de lactato Issurin (2019) revisa y argumenta las pautas biológicas a tener en consideración, es así como presenta las características de cada bloque de forma que, se pueden inferir las posibles respuestas de la curva de lactato, en cuanto al bloque de acumulación, la evidencia muestra cómo el contenido de cargas de grandes volúmenes a intensidades bajas y moderadas, que corresponden a niveles de intensidad de las áreas funcionales subaeróbico y superaeróbico (RI y RII), aumenta la génesis mitocondrial y el tamaño de fibras tipo I. En cuanto al bloque de transformación en el que se utilizan las cargas son de naturaleza específica, como es el caso de las áreas funcionales de MVO₂ y resistencia láctica (RL), provocan una regulación de la biogénesis mitocondrial y una mejora en la cadena pesada de miosina (MHC); Por último, en el bloque de realización en el que se evidencia un incremento en el rendimiento de las fibras IIa y IIx, hallando a nivel metabólico

mejores reservas de glucógeno muscular, además menciona Mazza (2015) que este tipo de trabajo dan mejoras metabólicas del sistema de amortiguador.

Con base en lo planteado por Issurin (2019), al finalizar el ciclo de entrenamiento ATR la curva de lactato se desplazaría hacia la derecha en la zona media, en el momento en el cual sucede el umbral láctico, gracias a el efecto de entrenamiento residual que posee la capacidad de resistencia aeróbica desarrollada en el bloque de acumulación, no obstante, las cargas intensas de volumen bajo en el bloque de transformación mejoran el metabolismo glucolítico y la amortiguación en las fibras musculares de contracción rápida (Issurin, 2019; Mazza, 2015; Navarro Valdivielso, 1998; Tanner & Gore, 2013).

2 Metodología

2.1 Hipótesis de investigación

La implementación de un modelo de periodización ATR genera un desplazamiento hacia la derecha en la curva de lactato en los nadadores juveniles del club Orcas Tuluá.

2.2 Hipótesis alterna

La implementación de un modelo de periodización clásico de Matveyev genera un desplazamiento hacia la derecha en la curva de lactato en los nadadores juveniles del club Orcas Tuluá.

2.3 Hipótesis nula

La implementación de los modelos de periodización clásico de Matveyev modificado y el modelo de periodización ATR no presentan diferencias significativas en el desplazamiento hacia la derecha en los nadadores juveniles del club Orcas Tuluá.

2.4 Enfoque

El enfoque que presentó la investigación es de carácter cuantitativo, ya que los resultados que arrojan las mediciones de lactato son de tipo numérico, siendo analizados estadísticamente (Ñaupas et al., 2019; Hernández Sampieri et al., 2014).

2.5 Diseño

Esta investigación se desarrolló bajo un diseño cuasiexperimental de pre-prueba y post-prueba, escogiendo a conveniencia los nadadores que se sometieron a los modelos de periodización (Ñaupas et al., 2019; Hernández Sampieri et al., 2014).

2.6 Alcance

El alcance de esta investigación fue de tipo explicativo, al determinarse el efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR, en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en los nadadores juveniles A y B del club Orcas de Tuluá en el año 2021 (Ñaupas, et al., 2019; Hernández Sampieri et al., 2014).

2.7 Variable dependiente

Desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha.

2.8 Variable independiente

Figura 8

Macro ciclo del modelo Acumulación, Transformación y Realización.

1	Macro diseño	ATR I												ATR II									Volumen total del macro ciclo					
3	Mesociclo	ACUMULACIÓN						TRANSFORMACIÓN			REALIZACIÓN			ACUMULACIÓN				TRANSFORMACIÓN			REALIZACIÓN							
4	Mes	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			JUNIO							
5	Número Microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10	11		
6	Tipo Microciclo	AJ	AJ	C	C	Ch	R	C	Ch	Ch	R	Ap	Cp	R	C	CH	CH	R	C	CH	CH	R		Ap	CF	CF		
7	Contenido	RI	RI	RI	R II	R II	RI	VO ₂ max	VO ₂ max	RL	RI	RL	RI	RI	R II	R II	R II	RI	VO ₂ max	VO ₂ max	RL	RI		Rc	RI	RI		
8	Fecha de inicio y final	4-9 Enero	11-16 Enero	18-23 Enero	25-30 Enero	1-6 Febrero	8-13 Febrero	15-20 Febrero	22-27 Febrero	1-7 Marzo	8-13 Marzo	15-20 Marzo	22-27 Marzo	29-31 Marzo	5-10 Abril	12-17 Abril	19-24 Abril	26-1 Mayo	3-8 Mayo	10-15 Mayo	17-22 Mayo	24-29 Mayo		31-5 Junio	7-12 Junio	14-19 Junio		
9	Ses. x microciclo	7	7	9	9	8	7	9	9	9	7	7	2	3	9	10	10	7	9	9	8	7		7	3	3	175	
10	Vol. Microc. /kms	40	45	50	60	65	45	55	50	45	40	35	10	35	50	55	65	45	50	45	40	40		30	20	15	1030 Km	
11	Competencia Fundamental	Nacional Interligas Juvenil A – Juv B-mayores Barranquilla 10-13 junio - 16 – 20 junio																										
12	Competencias Preparatorias	Dptal. Largas distancias 6 - 7 de marzo												Internacional Ciudad de Cali 24 – 28 marzo														
13	Test Pedagógico																											
14	Pruebas medico-biológicas																											
15																									Km	%		
16	Resistencia a la técnica	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0	3.0	3.0	7.0	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0				119	11,55	
17	R I	25	27	25	35	35	25	30	24	27	20	20	6.0	27	25	24	30	26	24	21	21	23	25	18	13	576	55,92	
18	RFA	7.0	10	12	7.0	7.0	7.0	8	8	6.0	6.0	3.0		5.0	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0				132	12,82	
19	R II			5.0	10.0	15	5.0	7.0	5.0	4.0	8.0	6.0			10	16	20	6.0	10	6.0	6.0	6.0				145	14,08	
20	VO2max							4.0	7.0										5.0	7.0						23	2,23	
21	RL									2.0											2.0						4	0,39
22	RC											1.0											2				3	0,29
23	Velocidad máxima cíclica	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3	2.0	2.0	28	2,72	
24																									1030	100		

Fuente: los autores

Se presentaron dos modelos de periodización, el modelo ATR estructurado en dos macrociclos, uno de 13 semanas y el otro de 11 semanas y el modelo clásico de Matveyev modificado, conformado por un macrociclo de 24 de semanas; cada uno de ellos es aplicado a uno de los dos grupos experimentales, compuesto por nadadores del club Orcas Tuluá de la categoría juvenil A y B.

En lo que respecta a la periodización ATR, pretende lograr dos picos de forma deportiva óptima en los deportistas, una a las 13 semanas y la otra de 11 semanas, ya que este modelo de periodización concentra la orientación de sus cargas en determinados bloques, así se dio un primer bloque de acumulación de seis semanas que propende por el desarrollo de las habilidades básicas, en este caso de la resistencia aeróbica (Issurin, 2018), en cuanto a las velocidades de nado se realizaron la RI y RII, pues el objetivo es acumular la mayor cantidad de volumen, en total se hicieron específicamente 305 km.

Posterior al bloque de acumulación se somete a los nadadores a un bloque de transformación, caracterizado por la participación de cargas específicas, con cargas de orientación aeróbica-anaeróbica o mixta y glucolítica rápida (Issurin, 2018), además del incremento de la intensidad de nado con velocidades de RI, VO_{2max} y RL, para luego disminuir volúmenes y utilizar cargas más elevadas específicas a competencia y conseguir la forma deportiva para el torneo internacional Ciudad de Cali, este bloque tiene una duración de tres semanas entre ellas una es dirigida para la competencia. Por añadir en este primer macrociclo, se plantea un volumen de 540 km.

Para el segundo macrociclo del modelo ATR, el bloque de acumulación dura 4 semanas y las velocidades de nado son de RII y RI con un volumen de 215 km, a diferencia del primer bloque

de acumulación, este dura menos tiempo se estableciendo intensidades más altas, pues ya se ha adquirido una base a nivel de sistema oxidativo, mitocondrial y de aptitud cardio-respiratoria (Issurin 2010), el segundo bloque de transformación, es de cuatro microciclos aumentado los volúmenes en las velocidad de VO_{2max} , además de trabajar la RL, este tiene un volumen de 175 km.

Ahora bien en el segundo bloque, planificado de realización, se tuvo como objetivo participar en la prueba fundamental, que tuvo una duración de tres microciclos en el que se descendió el volumen de la carga para recuperarse del bloque de transformación que es bastante demandante, además se realiza una semana de RC, carga que sirve para modelar componentes técnico-tácticos y fisiológicos para luego competir (Issurin, 2018). Por último cabe señalar que, el volumen total de los dos macrociclos ATR es de 1030 km.

Figura 9

Macro ciclo de clásico de Matveyev modificado.

1	Periodo	Preparatorio																				Competitivo				Volumen total del macrociclo	
2	Etapa	Preparación General										Preparación Especial										Competición					
3	Mesociclo	Introdutorio				Básico Desarrollador				Básico Estabilizador				Básico Desarrollador				Preparatorio De Control				Competición					
4	Mes	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio					
5	Número Microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
6	Tipo Microciclo	Aj	Aj	C	C	C	Ch	Ch	R	Ch	C	R	CP	R	Ch	Ch	R	Ch	Ap	Ap	R	Ap	Ap	CF	CF		
7	Contenido	Tec	Tec	RI	RI	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	Cp	RI	VO ₂ max	RL	RI	VO ₂ max	VO ₂ a	RL	RI	RC	RC	Cf	Cf		
8	Fecha de inicio y final	4-9 Enero	11-16 Enero	18-23 Enero	25-30 Enero	1-7 Febrero	8-13 Febrero	15-20 Febrero	22-27 Febrero	1-6 Marzo	8-13 Marzo	15-20 Marzo	22-27 Marzo	29-3 Abril	5-10 Abril	12-17 Abril	19-24 Abril	26-1 Mayo	3-8 Mayo	10-15 Mayo	17-22 Mayo	24-29 Mayo	31-5 Junio	7-12 Junio	14-19 Junio		
9	Ses. x microciclo	7	7	9	9	8	7	9	9	9	7	7	2	3	9	10	7	9	9	8	7	7	7	3	3	172	
10	Vol. Microc. /kms	40	45	55	45	45	55	65	45	55	45	35	20	40	45	45	45	50	45	40	40	35	30	15	15	995 Km.	
11	Competencia Fundamental	Nacional Interligas Juvenil A – Juv B-mayores Barranquilla 10-13 junio - 16 – 20 junio																									
12	Competencias Preparatorias	Dptal. Largas distancias 6 - 7 de marzo										Internacional Ciudad de Cali 24 – 28 marzo															
12	Test Pedagógico																										
13	Pruebas médico- biológicas																							KM.	%		
14	Resistencia a la técnica	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	2.0	3.0	7.0	7.0	7.0	5.0	5.0	5.0	5.0					123	12,36
15	RI	25	27	35	30	30	27	32	32	25	29	20	18.0	34	24	26	27	28	23	22	23	30	26	14	14	621	62,41
16	RFA	7.0	10	12	7.0	7.0	7.0	10	5.0	7.0		7.0		3.0	7.0	5.0	5.0	5.0	7	5	5					121	12,16
17	RII						13.0	15		15	8.0					5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	6					82.0	8,24
18	VO2max														6.0			6.0	4.0							16.0	1,60
19	RL															1.0				2.0						3.0	0,30
20	RC																					2.0	1.0			3.0	0,30
21	Velocidad máx. cíclica	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	1.0	1.0	26	2,61
																										995 km	

Fuente: los autores

Prosiguiendo con el macrociclo de Matveyev modificado, tiene una duración de 24 semanas, en el que se plantea un periodo preparatorio de 20 semanas y otro competitivo de cuatro semanas, con el propósito de lograr la forma deportiva luego de haber ejecutado cada uno de los periodos.

Ahora bien, en el primer periodo llamado preparatorio, se desarrolla una base sólida para llegar a las competencias de la mejor manera, este periodo lo componen dos fases, la preparación general y preparación especial (Platonov, 2001).

Respecto a la etapa de preparación general, tiene una duración de 12 semanas, compuesto por un primer mesociclo introductorio con cuatro microciclo, caracterizado por hacer énfasis en el componente técnico y la velocidad de nado RI con un volumen total de 185 km, el siguiente mesociclo es el básico desarrollador, donde se observa un aumento en la intensidad, utilizando velocidades de nado de RI y RII, mantenido el componente técnico con volumen total de 210 km, con respecto al mesociclo básico estabilizador, con una duración de cuatro microciclos al igual que los anteriores, en este se siguen utilizando las velocidad de nado de RI y RII, el cual tiene un volumen de 155 km, cabe resaltar que, para el final de este mesociclo se asistió al campeonato internacional Ciudad de Cali, siendo una competencia preparatoria.

Para el segundo periodo preparatorio, con el propósito de seguir obteniendo la forma deportiva esperada, se lleva a cabo una preparación especial, en el que se utilizan cargas más específicas a la modalidad lo cual significa intensidades más altas, esta estructura se inicia con un mesociclo básico desarrollador, que permite conseguir mayor capacidad máxima

aeróbica, empleando velocidades de nado de RI, VO_{2max} y RL con un volumen de 175 km, le prosigue un mesociclo preparatorio de control, con las mismas velocidades de nado, pero con un incremento en el volumen de VO_{2max} y RL manteniendo en volumen total.

El último periodo es el competitivo, que tiene el propósito de preparar al nadador clasificado al nacional interligas Juvenil A – Juvenil B – Mayores, aquí se trabaja el perfeccionamiento de los diferentes aspectos que comprenden la periodización, asegurando también una mejor preparación integral del deportista en las competencias preparatorias y fundamentales (Padilla, 2017).

En este periodo se evidencia una disminución en el volumen de las cargas, realizando 95 km, también se evidencian intensidades de RI y ritmo competencia (RC) para ajustar aspectos como salidas, llegadas y vueltas específicas de la competencia. Es importante aclarar que este modelo se le denomina modificado porque las cargas se establecieron de forma consecutiva dirigidas al desarrollo de pocas capacidades pero con una mayor cantidad de tiempo de entrenamiento orientado en gran medida a las áreas funcionales aeróbicas (RI y RII), permitiendo una mejor interconexión de la carga de entrenamiento, además la duración del ciclo de entrenamiento es menor a lo planteado inicialmente por Matveyev (2001).

2.9 Población y muestra

El proceso de intervención de los modelos se realizó con la población de nadadores pertenecientes al club Orcas Tuluá de la disciplina de natación carreras, específicamente en las categorías juvenil A y B seleccionando a conveniencia una muestra de 10 nadadores, una dama y cuatro varones para cada grupo. Hay que indicar que para cada grupo de intervención

solo contó con la participación de una dama, aclarando que no hubo alteración de los resultados.

2.10 Criterios de inclusión y exclusión

2.10.1 Criterios de inclusión

- Estar vinculados al club Orcas de Tuluá y estar inscritos a la federación colombiana de natación (FECNA).
- Pertenecer a las siguientes categorías: damas juveniles A y B (14 - 17 años) y varones juveniles A y B (15 - 18 años)
- Nadadores con una experiencia deportiva mínima de cinco años en la disciplina de la natación carreras

2.10.2 Criterios de exclusión

- Los nadadores que no cumplan con al menos el 70% de la asistencia en la periodización del entrenamiento.
- Realizar el pre-test y pos-test de lactato en un momento similar de la carga en el microciclo.
- Nadadores que presenten afecciones músculo-esqueléticas que impidan su normal entrenamiento o afecciones virales crónicas.

2.11 Instrumento de evaluación

Para evaluar la variable dependiente en el estudio de investigación se realizó la toma de lactato en diferentes velocidades de nado y áreas funcionales de forma incremental, por medio de un analizador de lactato marca Sout +.

2.11.1 Protocolo

El test se llevó a cabo de la siguiente forma, en primer lugar, los nadadores hicieron movilidad articular con una duración de 10 minutos, luego se explicó en que consiste el test de 5X400 en estilo libre con cargas progresivas, en el que se enfatizó la velocidad de nado correspondiente al área funcional, también el análisis de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) 6-20 de Borg. Posterior a esto se hizo un afloje de 400 m en la técnica de libre.

Luego se realizó la primera repetición de 400 m en el área subaeróbica, teniendo como referencia el tiempo entre 1 min y 45 s del mejor tiempo de la prueba, la toma de lactato se hace inmediatamente llega el nadador, para realizar la micro muestra de lactato, se efectúa de la siguiente manera: primero se esteriliza el dedo a tratar con una gasa y alcohol, después se limpia el pulpejo del dedo con una gasa y agua destilada para inmediatamente hacer la punción con el lanzador automático de la lanceta estéril Accu-Check, para obtener una muestra de sangre e identificar las concentraciones de lactato por medio del analizador portátil de lactato Scout +. Prosiguiendo, el nadador observa la escala de percepción subjetiva manifestando el número de intensidad en el que se encuentra, de aquí en adelante al finalizar cada repetición de 400 metros se hace el mismo procedimiento con la escala de PSE y la micro muestra de la toma de lactato.

Para la siguiente repetición de 400 m, se realizó en la velocidad de nado RI de 30 a 40 s de la mejor marca, o sea en el área subaeróbica y la toma de lactato es al llegar también, en cuanto a la tercera repetición de los 400 m se hizo a una intensidad de nado RII a más 21 o 26 s del tiempo en la prueba, que corresponde al área superaeróbico, en este caso la

punción se hace al minuto y a los tres minutos de haber terminado el tramo de 400 m, ahora bien, el tercero es ejecutado a una velocidad de nado de RIII donde el nadador debe hacer un tiempo estimado de 17 a 21 s o también llamado MVO_2 máx, en el área funcional de máximo consumo de oxígeno, aquí la obtiene la muestra de sangre a los 3, 5 y 7 minutos al igual que en el último 400 m que se hace en ritmo de competencia (RC), en este punto el deportista debe realizar el mayor esfuerzo posible.

2.12 Análisis estadísticos

Una vez recabados los datos, estos fueron sistematizados en el paquete estadístico SPSS versión 20 (Licencia de la Unidad Central del Valle del Cauca). A continuación, se realizó la limpieza y depuración de los datos, seguido se calcularon medidas de tendencia central y de variabilidad o dispersión para variables cuantitativas incluidas en el estudio, permitiendo el análisis descriptivo. Posteriormente, se realizaron las pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk y homogeneidad de varianzas de Levene, y al cumplir con dichos supuestos para pruebas paramétricas ($p > .05$), se sometieron los datos a las pruebas de hipótesis de t de student para muestras relacionadas e independientes.

3 Resultados

Tabla 1

Características de edad, talla y peso de nadadores

Grupo de investigación		Edad en años	Talla en metros	Peso en Kg
Matveyev	Media	16.40	1.69	59.60
	Mediana	16.00	1.65	55.00
	Desv. típ.	.54	.126	8.56
	Mínimo	16	1.58	52.0
	Máximo	17	1.91	72.0
ATR	Media	16.20	1.74	60.40
	Mediana	16.00	1.73	58.00
	Desv. típ.	.44	.05	4.28
	Mínimo	16	1.67	56.0
	Máximo	17	1.83	65.0

Fuente: los autores.

En la tabla 1 se observa la estadística descriptiva de la talla, peso y edad que presentaron los grupos de investigación, observándose como los integrantes del grupo que desarrollaron el modelo de periodización clásico de Matveyev modificado se presentaron un promedio de edad $16.40 \pm .54$ años, con una talla de $1.69 \pm .12$ cm y un peso promedio de 59.60 ± 8.56 kg. Con respecto a los nadadores grupo del modelo ATR se observa una edad media de $16.20 \pm .44$ años, una talla de $1.74 \pm .05$ cm y un peso de 60.40 ± 4.28 kg.

Tabla 2*Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para las variables lactato y velocidad de nado*

	Área funcional	Lactato sanguíneo [mmol/l]		Velocidad de nado (m/s)	
		Pre	Pos	Pre	Pos
Matveyev	RI	.63	.06	.40	.75
	RII	.19	.45	.61	.85
	MVO ₂	.77	.29	.77	.87
	RC	.92	.54	.36	.93
ATR	RI	.18	.66	.98	.26
	RII	.17	.97	.99	.13
	MVO ₂	.54	.39	.67	.36
	RC	.15	.70	.61	.36

Fuente: los autores.

Al realizar la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk como se observa en la tabla 2, se encontró que las variables concentración de lactato sanguíneo y velocidad de nado, evidenciaron una distribución normal en cada una de las áreas funcionales de los grupos de investigación ($p > .05$).

Tabla 3

Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene para las variables lactato sanguíneo y velocidad de nado

Área funcional	Lactato sanguíneo [mmol/l]		Velocidad de nado (m/s)	
	Pre	Pos	Pre	Pos
RI	.25	.09	.41	.21
RII	.58	.10	.89	.36
MVO2	.71	1.00	.57	.34
RC	.26	.89	.06	.12

Fuente: los autores.

En la tabla 3 se observa la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, en la que se evidenció una igualdad en las varianzas de las variables, concentración de lactato sanguíneo y velocidad de nado en cada una de las áreas funcionales de los grupos de investigación ($p > .05$).

Tabla 4

Estadística descriptiva y prueba t student para muestras relacionadas en las concentraciones de lactato sanguíneo

	Área funcional	\bar{x}		p	M_e		Mín		Máx	
		Pre	Pos		Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
Matveyev	RI	3.14 ± 1.61	2.52 ± 1.29	.41	3.3	1.7	1.4	1.6	5.6	4.6
	RII	5.12 ± 3.3	4.16 ± 2.04	.39	3.8	4.7	2.1	1.9	9.2	6.6
	MVO2	6.44 ± 3.16	6.44 ± 1.76	1.00	7.2	7.1	2.7	4	10.8	8
	RC	7.64 ± 2.14	9.22 ± 2.71	.06	7.4	9.8	4.8	5	10.7	11.8
ATR	RI	3.04 ± 2.13	1.96 ± .598	.22	2.4	1.8	.9	1.3	5.4	2.9
	RII	4.64 ± 3.29	3.06 ± 1.17	.34	4.3	2.7	1.9	2.2	10.1	5.1
	MVO2	6.76 ± 3.46	4.86 ± 2.23	.29	7.3	4.7	2.3	2.6	10.3	8.5
	RC	9.76 ± 2.8	9.56 ± 2.65	.84	11.4	10.1	5.8	5.4	12.1	12.4

Fuente: los autores.

En la tabla 4 se observa que los nadadores que desarrollaron el programa fundamentado en el modelo de periodización de Matveyev, evidenciaron una disminución de las concentraciones de lactato sanguíneo [mmol/l] en las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraeróbica (RII), en lo que corresponde al área funcional $VO_{2máx}$ (MVO2) permanecieron estables, por el contrario, en el área funcional ritmo de competencia (RC) aumentaron. Ahora bien, los resultados de las concentraciones de lactato sanguíneo [mmol/l] en los nadadores que llevaron a cabo el modelo de periodización ATR, evidenciaron una disminución en cada una de las áreas funcionales. No obstante, dichos cambios no fueron estadísticamente significativos ($p > .05$) en ninguno de los grupos de investigación.

Tabla 5

Estadística descriptiva y prueba t student para muestras relacionadas en las velocidades de nado

	Área funcional	\bar{x}		p	M_e		Mín		Máx	
		Pre	Pos		Pre	Pos	Pre	Pos	Pre	Pos
Matveyev	RI	1.01 ± .11	1.07 ± .11	.12	1.02	1.04	.82	.95	1.12	1.24
	RII	1.05 ± .1	1.1 ± .12	.21	1.05	1.07	.9	.96	1.17	1.27
	MVO2	1.08 ± .13	1.15 ± .12	.09	1.07	1.15	.88	1.01	1.23	1.32
	RC	1.1 ± .15	1.17 ± .14	.03	1.05	1.17	.9	1	1.27	1.36
ATR	RI	1.18 ± .07	1.21 ± .06	.03	1.19	1.24	1.08	1.11	1.27	1.27
	RII	1.22 ± .08	1.27 ± .08	.04	1.22	1.32	1.11	1.15	1.33	1.34
	MVO2	1.25 ± .08	1.31 ± .07	.08	1.22	1.34	1.15	1.19	1.37	1.38
	RC	1.28 ± .07	1.34 ± .06	.13	1.26	1.36	1.19	1.27	1.38	1.41

Fuente: los autores.

En la tabla 5 se puede evidenciar que, la variable velocidad de nado (m/s) presentó diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) en las áreas funcionales ritmo de competencia (RC) del grupo Matveyev modificado y en las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraeróbica (RII) en los nadadores que desarrollaron el modelo de periodización ATR ($p < .05$).

Tabla 6

Estadística descriptiva y prueba t student para muestras independientes en las concentraciones de lactato sanguíneo y velocidad de nado

Área funcional	Pos lactato sanguíneo [mmol/l]		<i>p</i>	Pos velocidad de nado (m/s)		<i>p</i>
			lactato			velocidad
	Matveyev	ATR		Matveyev	ATR	
RI	2.52 ± 1.29	3.04 ± 2.13	.40	1.07 ± .11	1.21 ± .06	.03
RII	4.16 ± 2.04	4.64 ± 3.29	.32	1.1 ± .12	1.27 ± .08	.03
MVO2	6.44 ± 1.76	6.76 ± 3.46	.25	1.15 ± .12	1.31 ± .07	.04
RC	9.22 ± 2.71	9.76 ± 2.8	.84	1.17 ± .14	1.34 ± .06	.04

Fuente: Los autores.

En la tabla 6 se puede observar las concentraciones de lactato sanguíneo [mmol/l] del grupo que participó en el modelo de periodización ATR el cual presentó mayores concentraciones que el grupo de Matveyev, sin embargo, los participantes del grupo ATR evidenciaron una mayor velocidad de nado (m/s). Por otra parte, la prueba t student de muestras independientes evidenció que se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($p < .05$) en las velocidades de nado en cada una de las áreas funcionales, a pesar de suceder lo contrario con respecto a las concentraciones de lactato sanguíneo.

4 Análisis y discusión

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de dos modelos de periodización, el modelo clásico de Matveyev modificado y el modelo ATR en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en 10 nadadores de la categoría juvenil del club Orcas Tuluá, encontrándose en el grupo de nadadores del modelo de periodización Matveyev un cambio en la curva de lactato al desplazarse hacia la derecha e incrementar su pendiente en parte superior, con lo que se refleja una disminución de la concentración de lactato sanguíneo y el aumento de la velocidad de nado en las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraaeróbica (RII) ($p > .05$). Asimismo, se pudo apreciar el incremento de las concentraciones de lactato sanguíneo ($p > .05$) y de la la velocidad de nado ($p < .05$) en el área funcional ritmo de competencia (RC), lo cual evidencia una mejora en la capacidad de los sistemas de amortiguación tales como, la lanzadera de lactato y los hidrogeniones al torrente sanguíneo efectuado por los transportadores como los monocarboxilatos (MCT) y el sistema de bicarbonato, que permiten que el pH no descienda rápidamente (Katch et al., 2015; López Chicharro et al., 2013; Maglisco, 2009; Navarro Valdivielso, 1998).

Por otra parte, la curva de lactato de los nadadores que siguieron el modelo de periodización ATR presentó un desplazamiento hacia la derecha en su parte inferior, esto debido a que las concentraciones de lactato sanguíneo de las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraaeróbica (RII) disminuyeron (p valor $> .05$) y las velocidades de nado aumentaron (p valor $< .05$), por ende implica que la tasa de producción y acumulación del lactato ha disminuido, generando una mayor velocidad de aclaramiento (Donovan & Brooks, 1983; Emhoff et al., 2013; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Maglisco, 2009;

Mazza, 2015). Cabe señalar que esta adaptación esta directamente relacionada con el rendimiento de nadadores de medio fondo y fondo (Maglischo, 2009).

En lo que concierne a la prueba de muestras independientes, los resultados evidenciaron que tanto el modelo de periodización clásico de Matveyev, como el modelo modificado y modelo de periodización ATR no presentaron diferencias estadísticamente significativo ($p > .05$) con respecto al desplazamiento hacia la derecha de la curva de lactato. Por otra parte, si se hallaron diferencias estadísticamente significativas en las velocidades de nado en cada una de las áreas funcionales ($p < .05$), entre los modelos de periodización ATR y Matveyev modificado, por consiguiente se rechaza la hipótesis de investigación y se acepta la hipótesis nula (González Ravé et al., 2014; Issurin, 2018; Tanner & Gore, 2013).

Ahora bien, los resultados obtenidos en la presente investigación difieren de lo hallado en el estudio realizado por Calderon González y Lozano Castañeda (2016), en el que se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el desplazamiento de la curva de lactato entre el modelo de periodización ATR y la periodización tradicional, dado que, los nadadores que desarrollaron el modelo ATR presentaron una disminución de las concentraciones de lactato sanguíneo y un aumento significativo en las velocidades de nado en las áreas funcionales $VO_{2máx}$ (MVO2), resistencia lactacida (RL) y tolerancia lactacida (Tol), en contraste con los resultados del modelo tradicional en el que no se hallaron diferencias significativas en las concentraciones de lactato sanguíneo y en las velocidades de nado. Por otra parte en el estudio de Clemente-Suárez et al. (2016) evidenciaron diferencias significativas en el área funcional superaeróbica, en los grupos que desarrollaron los modelos de periodización tradicional e inversa, observando un desplazamiento hacia la derecha en su parte media en la curva de lactato.

Respecto a la curva de lactato de los nadadores que participaron del modelo de periodización ATR, los resultados evidenciaron un desplazamiento hacia la derecha y hacia abajo, lo que indica que hubo una mejora en la capacidad de la resistencia aeróbica, en contraste con lo hallado en el estudio de Calderon González y Lozano Castañeda (2016) en el que la curva de lactato presentó un desplazamiento hacia la derecha y hacia arriba, que implica una mejora en la resistencia anaeróbica (Maglisco, 2009; López Chicharro & Vicente Campos, 2017; Navarro Valdivielso, 1998; Tanner & Gore, 2013).

Continuando con el análisis del desplazamiento de la curva de lactato en los nadadores que participaron de los modelos de periodización, se observó como en el estudio de Agaoglu et al. (2010), se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el aumento de las concentraciones de lactato sanguíneo ($p < .05$) y en el aumento de las velocidades de nado ($p < .01$), lo que indica el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en su parte media y alta, lo que contrasta con los desplazamiento hallados en los modelos de periodización planteados en esta investigación que tenían el objetivo de mejorar la resistencia aeróbica.

Para terminar con la discusión se hablará sobre la evidencia de otras investigaciones en la velocidad de nado luego de haber llevado a cabo una periodización del entrenamiento, entre los estudios se encontrará el de Arroyo Toledo (2011) que compara el modelo de periodización tradicional e inversa, donde halló que las velocidades de nado aumentaron significativamente en el grupo que aplicó la periodización inversa, aclarando que este estudio analizó el rendimiento de la prueba de 100 m libre, que es un prueba de un gran aporte glucolítico que los 400 m libre (Maglisco, 2009). Por otra parte cabe resaltar que el estudio de Vélez Barrios (2007) presentó mejoras significativas en las velocidades de nado

en cada una de las áreas funcionales al aplicar un modelo tradicional caso que no se relaciona con la presente investigación.

5 Conclusiones

- El modelo de periodización clásico de Matveyev modificado obtuvo un desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha con un aumento en la pendiente en su parte superior, por otro lado, el modelo de periodización ATR evidenció un desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha en su parte inferior.
- Los niveles iniciales de las concentraciones de lactato sanguíneo fueron similares entre ambos grupos de investigación, sin embargo las velocidades de nado fueron mayores en el grupo de periodización ATR en cada una de las áreas funcionales.
- Los niveles finales de las concentraciones de lactato sanguíneo en el modelo de Matveyev aumentaron en el área funcional ritmo de competencia (RC), pero no fue significativo, en cambio, en las velocidades de nado del área funcional ritmo de competencia si demostraron ser significativas. En lo que respecta a el modelo ATR, no se observaron diferencias significativas en las concentraciones de lactato sanguíneo, pero disminuyeron sus niveles en las áreas funcionales subaeróbica (RI), supraaeróbica (RII) y MVO₂, en cuanto a las velocidades de nado, se evidenció un aumento en las áreas funcionales subaeróbica (RI) y supraaeróbica (RII) estadísticamente significativos.
- Al analizar las concentraciones de lactato sanguíneo y las velocidades de nado entre los grupos de investigación, no se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el desplazamiento de la curva de lactato hacia la derecha.

6 Recomendaciones

- Se recomienda llevar a cabo el modelo de periodización ATR en deportistas juveniles con un nivel de experiencia suficiente, y que tengan más de tres competencias fundamentales en el año, es decir alcanzar más de tres picos de forma deportiva. Pero, en el caso, que los deportistas carezcan de una buena base aeróbica y tengan pocas competencias fundamentales (menos de tres picos) se sugiere utilizar el modelo clásico de Matveyev.
- Se aconseja realizar el seguimiento de las adaptaciones al entrenamiento, por medio del test escalonado de cargas progresivas con diferentes distancias de nado y técnicas de natación.
- Se sugiere a futuros investigadores y entrenadores, fundamentar la planificación del entrenamiento deportivo con el seguimiento de variables fisiológicas de intensidad, como la concentración de lactato el cual facilite periodizar de manera racional las cargas de entrenamiento.

Referencias

- Agaoglu, S. A., Tasmektepligil, M. Y., Atan, T., Tutkun, E., & Hazar, F. (2010). Effects of two months training on blood lactate levels in adolescent swimmers. *Biology of Sport*, 27(2), 135-141. <https://doi.org/10.5604/20831862.913081>
- Agudelo Velásquez, C. A. (2019). El modelo ATR como sistema alternativo de entrenamiento e investigación en el deporte. *VIREF Revista De Educación Física*, 8(1), 67–80. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/337983>
- Arroyo Toledo, J. J. (2011). *Comparación de dos modelos de periodización (tradicional e inversa) sobre el rendimiento en la natación de velocidad*. [tesis doctoral, Institución Universitaria de Castilla-la Mancha]. <http://hdl.handle.net/10578/2274>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. A. (2019). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. (6 ed.). Tutor.
- Bompa, T., & Buzzichelli, C. A. (2016). *Periodización del entrenamiento deportivo* (4 ed.). Paidotribo.
- Brooks, G. (2018). The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. *Cell Metabolism*, 27(4), 757-785. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2018.03.008>
- Brooks, G. A. (2020). Lactate as a fulcrum of metabolism. *Redox Biology*, 35, 101454. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101454>

- Brooks, G. A., Arevalo, J. A., Osmond, A. D., Leija, R. G., Curl, C. C., & Tovar, A. P. (2021). Lactate in contemporary biology: a phoenix rise. *The Journal of Physiology*, 1–23. <https://doi.org/10.1113/JP280955>
- Calderón González, J. C., & Lozano Castañeda, C. A. (2016). *Efectos del modelo periodización ATR en el comportamiento fisiológico de la curva de lactato sanguíneo de nadadores juvenil ii de Tuluá, pertenecientes a la selección Valle*. [Tesis de pregrado, Unidad Central del Valle del Cauca]. Repositorio Institucional <http://repositorio.uceva.edu.co:8080/handle/20.500.12993/993>
- Camacho Velázquez, J. E., Ochoa Reyes, N. D., & Rincón Bolívar, N. J. (2019). Revisión teórica de la planificación tradicional y contemporánea en el entrenamiento deportivo. *Revista digital: Actividad Física y Deporte*, 2(5), 171-180. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n2.2019.1265>
- Campos Granell, J., & Ramón Cervera, V. (2003). *Teoría y planificación del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Clemente-Suárez, V. J., Dalamitros, A., Ribeiro, J., Sousa, A., Fernandes, R., & Bilas-Boas, P. (2016). The effects of two different swimming training periodization on physiological parameters at various exercise intensities. *Journal of Sport Science*, 17(4), 425-432. <http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2016.1253775>
- Costa, I. A. (2013). Los modelos de planificación del entrenamiento deportivo del XX. *Revista Electrónica de Ciencias Aplicadas al Deporte.*, 6(22), 1-8. <http://redi.ufasta.edu.ar:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/367/116-370-1-PB.pdf?sequence=1>

- Cunanan, A. J., DeWeese, B. H., Wagle, J. P., Carroll, K. M., Sausaman, R., Hornsby III, G. W., Pierce, K. C. (2018). The General Adaptation Syndrome: A Foundation for the Concept of Periodization. *Sports Medicine*, 48, 787–797. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0855-3>
- Donovan, C. M., & Brooks, G. A. (1983). Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. *The American Journal of physiology*, 244(1), E83-92. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1983.244.1.E83>
- Emhoff, C.-A. W., Messonnier, L. A., Horning, M. A., Fattor, J. A., Carlson, T. J., & Brooks, G. A. (2013). Direct and indirect lactate oxidation in trained and untrained men. *Journal of applied physiology*, 115(6), 829-838. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00538.2013>
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate Threshold Concepts. *Sports Medicine*, 39, 469-490. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>
- FECNA. (14 de marzo de 2021). *Natación Carreras*. Obtenido de Ranking, historial deportivo y récords: <https://fecna.com/natacioncarreras/>
- Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z., & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European Journal of Applied Physiology*, 118, 691–728. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6>
- García-Verdugo, M. (2007). *Resistencia y entrenamiento. Una metodología práctica*. Paidotribo.
- Gillone, C. (2015). *Entrenamiento combinado de fuerza y resistencia*. Médica Panamericana.

- Gladden, L. B. (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of Physiology*, 558(1), 5-30. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701>
- González, A. (2018). Planificación del entrenamiento deportivo: una mirada hacia lo tradicional y contemporáneo. *Revista Lúdica Pedagógica*, 1(28), 29-40. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/LP/article/view/10649>
- González Ravé, Abella, P., & Navarro Valdivielso. (2014). *Entrenamiento deportivo. Teoría y prácticas*. Medica panamerica.
- González Ravé, J. M., Navarro Valdivielso, F., Delgado Fernandez, M., & García García, J. M. (2010). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Wanceulen.
- Hashimoto, T., Hussien, R., & Brooks, G. A. (2006). Colocalization of MCT1, CD147, and LDH in mitochondrial inner membrane of L6 muscle cells: evidence of a mitochondrial lactate oxidation complex. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 290(6), E1238-E1244. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00594.2005>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Batista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (5ta ed.). Mc Graw-Hill.
- Issurin, V. (2018). *Entrenamiento deportivo. Periodización en bloques*. Paidotribo.
- Issurin, V. B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189-206. <https://doi.org/10.2165/11319770-000000000-00000>
- Issurin, V. B. (2019). Biological background of block periodized endurance training. *Sports Medicine*, 49, 31-39. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1019-9>

- Katch, V. L., McArdle, W. D., & Katch, F. I. (2015). *Fisiología del ejercicio. Fundamentos* (4 ed.). Médica panamericana.
- Larry Kenney, Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2014). *Fisiología del deporte y el ejercicio* (6 ed.). Medica panamerica.
- López Chicharro, J., & Vicente Campos, D. (2017). *Umbral Láctico. Bases fisiológicas y aplicación al entrenamiento*. Médica panamericana.
- López Chicharro, J., Vicente Campos, D., & Cancino López, J. (2013). *Fisiología del Entrenamiento Aeróbico. Una visión integrada*. Médica panamericana.
- Maglischo, E. W. (2009). *Natación. Técnica, entrenamiento y Competición*. Paidotribo.
- Matveyev, L. P. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Mazza, J. C. (Abril de 2015). Una revisión crítica sobre el concepto del umbral anaeróbico. [Presentación de ponencia]. Congreso de educación física recreación y deporte. UCEVA. Tuluá-Valle del Cauca.
- Mazza, J. C. (agosto de 2020). Relación entre los principios metodológicos del entrenamiento con los principios fisiológicos de los sistemas energéticos. [Presentación de ponencia] IX congreso deportivo. Club deportivo Ambato. Ecuador
<https://www.youtube.com/watch?v=5CPoE-SbAFk>
- Navarro Valdivielso, F. (1998). *La resistencia*. Gymnos.
- Navarro Valdivielso, F. (6 y 20 de noviembre de 2021). *Planificación del entrenamiento deportivo infantil y juvenil. Parte I y II: pautas para la organización del entrenamiento en jóvenes* [Presentación de conferencias]. ISL swim, p.20.

- Navarro, F., & Arsenio, O. (2002). *Natación II. La técnica y su entrenamiento*. Gymnos.
- Ñaupas Paitán, H., Valdivia Dueñas, M. R., Palacios Vilela, J. J., & Romero Delgado, H. E. (2019). *Metodología de la investigación. Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis* (5ta ed.). Ediciones de la U.
- Padilla, J. R. (2017). *Planificación del entrenamiento deportivo. Un enfoque metodológico de la estructura clásica*. Episteme.
- Platonov, V. N. (2001). *Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico*. Paidotribo.
- Poole, D. C., Rossiter, H. B., Brooks, G. A., & Gladden, B. (2021). The Anaerobic Threshold: 50+ Years of Controversy. *The Journal of Physiology*, 599(3), 737-767.
<https://doi.org/10.1113/JP279963>
- Pyine, D. B., Lee, H., & Swanwick, K. M. (2001). Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(2), 291-297.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200102000-00019>
- Rodríguez, E. F., Ramos, R. Ó., Marbán, R. M., & Cañas del Palacio, A. (2019). Umbral Anaeróbico. Problemas conceptuales y aplicaciones prácticas en deportes de resistencia. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*.(36), 521-528.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7260950>
- Selye, H. (1950). Stress and the General Adaptation Syndrome. *Canadian Medical Association Journal*, 1(4667), 1383-1392. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.4667.1383>
- Serrato Roa, M. (2018). Consideraciones sobre algunos deportes y sobre el deporte competitivo en niños y adolescentes. En P. Roselli, *La actividad física, el ejercicio y el deporte en los*

niños y adolescentes. Recomendaciones en la salud y la enfermedad (pp. 84-101). Médica Panamericana.

Tanner, R. K., & Gore, C. J. (2013). *Physiological Test for Elite Athletes* (2da ed.). Human Kinetics.

Vasconcelos, R. A. (2005). *Planificación y organización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.

Vélez Barrios, G. C. (2007). *La aplicación de un plan de entrenamiento tradicional para el mejoramiento de la prueba 400 metros libre de los nadadores próximos a asistir a juegos Centroamericanos y Nacional Interclubes en la modalidad natación carreras*. [Tesis doctoral, Institución Universitaria de Antioquia].
<http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/053-aplicacion.pdf>

Verhoshansky, Y., & Siff, M. C. (2004). *Superentrenamiento*. Paidotribo.

Weineck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Paidotribo.

Anexos

Anexo A

Registros de 400 m libre y ranking nacional de los nadadores del grupo ATR

Código	Registro 400 m libre	Puesto que ocupa en ranking nacional
NCOV1	4:49.65	10
NCOD2	5:15.73	19
NCOD3	5:36.35	21
NCOV4	4:55.61	43
NCOV5	5:15.22	11

Fuente: Los autores

Anexo B

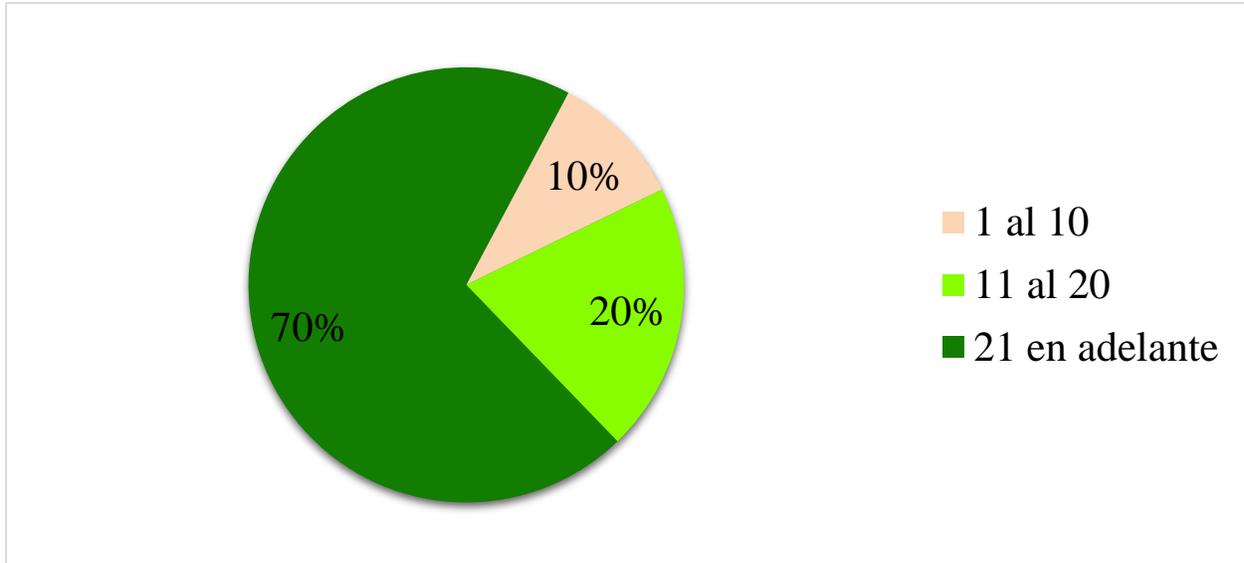
Registros de 400 m libre y ranking nacional de los nadadores del grupo Matveyev

Código	Registro 400 m libre	Puesto que ocupa en ranking nacional
NCOV1	5:15.79	31
NCOD2	6:19.46	19
NCOV3	7:23.32	76
NCOD4	6:26.59	83
NCOV5	5:14.78	50

Fuente: Los autores

Anexo C

Relación del puesto que ocupa en el ranking nacional.



Fuente: Los autores

Anexo D

Secuencia didáctica del grupo de ATR

Sesión del modelo acumulación, transformación y realización en nadadores juveniles		
Fecha: 01-06/03/2021	Bloque: transformación	
Tipo de microciclo: choque (Ch)	Microciclo: 9	Sesión: 03/03/2021
Objetivo metabólico: Mejorar tolerancia anaeróbica utilizando el área resistencia lactacida		
Materiales de apoyo: theratubo, theraband, balón medicinal de 4 kg, colchoneta, tabla y cronometro		
Fase inicial		Duración
<p>Movilidad articular de los segmentos corporales a utilizar y activación cardiovascular y muscular, ejecutando un circuito de títeres, tijeras, suicidios y skippin con 30" de trabajo y 30" de descanso.</p> <p>Circuito de fuerza resistencia con cargas de fuerza especial: con una magnitud 45 s de trabajo, 20 de descanso y 1:30 por serie, realizar 3 series así:</p> <p>1.) Especial: Brazada estilo 1 theratubo. 2.) Pliometría: salto a cajón con barra. 3.) Especial: Patada de pecho theratubo. 4.) Fortalecimiento: aperturas con theraband. 5.) Funcional: Lanzamiento de balón medicinal. 6.) Especial: Brazada estilo 2 theratubo. 7.) Hombro: Acostado boca abajo retracción escapular en forma de Y. 8.) Fortalecimiento: Rotación externa en press de hombro con theraband. 9.) Especial: Patada de libre con theraband. 10.) Funcional: Fondos en barras paralelas.</p>		50 min
Fase central		
Contenido de entrenamiento	Medios de entrenamiento	
Resistencia a la técnica	Técnica estilo fundamental: 10x50 m. descanso entre serie 15 s. Longitud de brazada 10x50 m descansa 20 s disminuir ciclos.	
RFA	Patada de libre: 5x100 con descanso serie 30 s.	
Velocidad máx cíclica	6 Salidas de libre a 20 m y 6 llegadas a 10 m descansando 1 min entre repetición.	
Resistencia láctacida (ToL)	En estilo libre 5x100 m con 5 min de descanso.	
Fase final		
Contenido de entrenamiento	Medios del entrenamiento	
Área subaeróbica (RI)	15x200: 50 m la mitad en combinado y la otra mitad en libre con 30 s de descanso entre repetición.	

Movilidad pasiva	Estiramiento pasivo en los principales grupos musculares 2 ejercicios de 20 s cada uno.	30 min
Duración total de la sesión: 3 h y 50 min.		Volumen total: 5.1 km

Fuente: Los autores.

Anexo E

Secuencia didáctica del grupo de Matveyev

Sesión del modelo clásico de Matveyev modificado en nadadores juveniles		
Fecha: 5-10/04/2021	Etapa: preparación especial	Mesociclo: básico desarrollador
Tipo de microciclo: choque (Ch)	Microciclo: 14	Sesión: 08/04/2021
Objetivo metabólico: mejorar la potencia aeróbica máxima usando el área MVO2		
Materiales de apoyo: tabla, pullbouy, paletas y cronómetros.		
Fase inicial		Duración
Movilidad articular de los segmentos corporales a utilizar durante 5 min. Balonmano simplificado, con reglas como: realzar dos pasos al tener el balón, hacer 10 pases para hacer valido el punto. Roba camiseta en grupos, se divide el grupo en dos y cada uno se coloca la camiseta en la parte de atrás, deben quitarles las camisetas al otro grupo, el grupo que más camisetas robe gana.		45 min
Fase central		
Contenido de entrenamiento	Medios de entrenamiento	2 h y 30 min
Resistencia a la técnica	Técnica de libre: 10x50 m descasa entre repetición 15 s.	
RFA	Longitud de brazada: 10x50 m descansa 20 s entre repetición, utilizando paletas y pullbuoy.	
	Patada de libre: 5x200 m con descanso entre repetición 45 s.	
Velocidad máx cíclica	Vueltas en estilo libre:10x7,5 m.	
Área MVO2 (VO₂ máx.)	En estilo libre: 5x400 m con 3 min de descanso en cada repetición a más 17 s – 21 s del mejor tiempo.	
Fase final		
Contenido de entrenamiento	Medios del entrenamiento	30 min
Área subaeróbica (RI)	10x200 m: 50 m en mariposa, 50 m en espalda, 50 m en pecho y 50 m en espalda. Con 30 s de descanso entre repetición.	
Movilidad pasiva	Estiramiento pasivo en los principales grupos musculares: dorsal ancho, pectoral mayor, cuádriceps, isquiotibiales y hombros. 2 ejercicios de 20 s cada uno.	

Duración total de la sesión: 3 h y 45 min

Volumen total: 4.5 km

Fuente: Los autores