

Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación
Secretaría de Posgrado



EL ENTRENAMIENTO DE CALIDAD EN NATACION

Juan Carlos Rodriguez

Tesis para optar por el grado de Magister en Deporte

Director: Dr. Bazán Nelio -

Coodirector: Prof. Casas, Adrián – UNLP

Índice

Agradecimientos	Pag. 13
Introducción	Pag. 15
Marco Teórico	Pag. 18
Capítulo N ° 1: (Crecimiento, Desarrollo y Maduración). Predisposición biológica del nadador	Pag. 19
1.1.Condiciones óptimas de entrenabilidad	Pag. 20
1.2.Evolución de variables antropométricas	Pag. 23
1.3.Los estadios de Tanner	Pag. 34
1.4.Introducción a los sistemas de regulación del organismo	Pag. 36
1.4.1. Sistema nervioso	Pag. 37
1.4.2.Sistema hormonal	Pag. 39
1.5.La fuerza muscular	Pag. 46
1.6. Evolución de la fuerza en miembros superiores e inferiores en mujeres y varones de 7 a 18 años en escolares brasileiros	Pag. 47
1.7. Evolución y comparación de la agilidad en mujeres y varones de 7 a 18 años en escolares brasileiros	Pag. 49
1.8. Consumo máximo de O ₂	Pag. 50
1.9. Potencia anaeróbica	Pag. 53
2. Entrenamiento Biológico	Pag. 55
2.1.Edad de logros de las mejores marcas en natación	Pag. 58
Bibliografía	Pag. 59
Capítulo N ° 2: La adaptación en el deporte	Pag. 61
1. La adaptación en el entrenamiento deportivo	Pag. 61
2. Ley del síndrome general de adaptación	Pag. 64

3. La reconstrucción adaptativa	Pag. 66
4. Características de las adaptaciones en el entrenamiento	Pag. 66
5. Conservación de la adaptación	Pag. 71
6. Manifestaciones de la desadaptación	Pag. 74
7. La formación de la adaptación crónica en el proceso de la preparación anual y a largo plazo	Pag. 76
8. Desarrollo de la adaptación en función de la dinámica y orientación de las cargas de entrenamiento y de competición	Pag. 77
9. Principios de la carga	Pag. 80
Bibliografía	Pag. 83
Capítulo N ° 3: Adaptaciones al entrenamiento de calidad	Pag. 84
1. Adaptaciones neuromusculares	Pag. 86
2. Adaptaciones neuronales	Pag. 87
3. Adaptaciones musculares	Pag. 89
4. Temporización de los factores neurales e hipertróficos en la ganancia de la fuerza	Pag. 90
5. Adaptaciones cardiovasculares	Pag. 91
6. Adaptaciones enzimáticas	Pag. 93
7. Respuestas fisiológicas durante el ejercicio intermitente	Pag. 96
Bibliografía	Pag. 99
Capítulo N ° 4: La periodización en la natación	Pag.100
1. Breve reseña histórica	Pag.100
2. Los sistemas de entrenamientos desde 1990	Pag.102
3. Entrenamiento en seco	Pag.103
4. Características de las cargas de entrenamiento en natación	Pag.104

5. Características de la natación de las principales potencias	Pag.105
6. Modelos de periodización deportiva en natación	Pag.109
7.La construcción tradicional de la resistencia por vía aeróbica en natación	Pag.119
8. Distribución tradicional de volúmenes de acuerdo al área de trabajo	Pag.125
9. Distribución tradicional de volúmenes en un macrociclo de nadadores Juveniles	Pag.128
Bibliografía	Pag.131
Capítulo N ° 5: La periodización contemporánea en natación	Pag.132
1. Macrociclo integrado	Pag.132
2. Ejemplos de macrociclos de 10 y 6 semanas en la propuesta de Navarro	Pag.135
3. Esquema de un macrociclo integrado	Pag.137
4. Breve reseña del modelo de Tschienne sobre el cual sienta sus bases el macrociclo integrado	Pag.138
5. Periodización inversa	Pag.141
6. Implicaciones prácticas	Pag.143
7. Planteamiento del problema	Pag.146
8. Objetivo	Pag.146
9. Hipótesis	Pag.147
10. Variables	Pag.147
Bibliografía	Pag.148
MATERIAL Y MÉTODOS	Pag.149
Capítulo N ° 6: Aplicación práctica de un modelo de calidad	Pag.150
1. Materiales	Pag.150
2. Introducción al modelo de calidad en natación	Pag.157
3. Plan de actividades	Pag.159

4. Desarrollo de las actividades en el agua	Pag.162
5. Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Mujeres)	Pag.164
6. Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Varones)	Pag.165
7. Distribución de metros nadados de acuerdo a las áreas de trabajo	Pag.166
8. Cantidad de metros nadados varones y mujeres	Pag.170
9. Desarrollo de las actividades fuera del agua (en seco)	Pag.173
RESULTADOS	Pag.179
1.Resultados de la implementación de un entrenamiento de calidad	Pag.180
Capítulo N ° 7 – Discusión	Pag.182
1. Comparación de modelos de entrenamientos utilizados en natación respecto al modelo de calidad	Pag.186
Capítulo N ° 8 – Conclusión	Pag.187
Bibliografía	Pag.190

Índice de Tablas

Tabla N ° 1 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de peso en escolares brasileiros	Pag. 22
Tabla N ° 2 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de peso en escolares argentinos	Pag. 24
Tabla N ° 3 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de talla en escolares brasileiros	Pag. 26
Tabla N ° 4 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de talla en escolares Argentinos	Pag. 28
Tabla N ° 5 - Valores absolutos de pliegues cutáneos (media de 3 y 7) en escolares brasileiros	Pag. 31
Tabla N ° 6 - Desarrollo mamario y edad biológica en niñas de Tanner	Pag. 33
Tabla N ° 7 - Desarrollo testicular y edad biológica en niños de Tanner	Pag. 34
Tabla N ° 8 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de salto vertical sin ayuda de brazos en escolares brasileiros	Pag. 46
Tabla N ° 9 - Valores absolutos y porcentajes de maduración en miembros superiores en escolares brasileiros	Pag. 47
Tabla N ° 10 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de la agilidad en escolares brasileiros	Pag. 48
Tabla N ° 11 - Valores absolutos y porcentajes de maduración del Consumo Máximo de O ₂ en escolares brasileiros	Pag. 51
Tabla N ° 12 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de Potencia Anaeróbica total en escolares brasileiros	Pag. 53
Tabla N ° 13 - Marco orientativo de las etapas de INICIO-DESARROLLO-INTENSIDAD sobre las fases sensibles	Pag. 56
Tabla N ° 14 - Edad estimada en lograr las mejores marcas en natación	Pag. 57
Tabla N ° 15 - Sesión para nadadores velocistas y medio fondistas	Pag.107
Tabla N ° 16 - Sesión para nadadores fondistas	Pag.107

Tabla N ° 17 - Sesión para nadadores velocistas y medio fondistas	Pag.108
Tabla N ° 18 - Sesión para nadadores fondistas	Pag.108
Tabla N ° 19 - Características de los programas de los mesociclos de 4 semanas de duración	Pag.110
Tabla N ° 20 - Volumen de metros nadados en diferentes áreas de entrenamiento	Pag.129
Tabla N ° 21 - Publicaciones e investigaciones relacionadas con la periodización inversa	Pag.142
Tabla N ° 22 – Modelo de informe con utilización de reloj Polar RS300 X	Pag.155
Tabla N ° 23 – Nadadores seleccionados con sus categorías	Pag.157
Tabla N ° 24 – Toma de tiempo por prueba y nadador antes de la implementación del entrenamiento	Pag.158
Tabla N ° 25 – Esquema del entrenamiento de calidad	Pag.159
Tabla N ° 26 – Cantidad de sesiones en agua y en seco en un microciclo	Pag.159
Tabla N ° 27 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 100 metros (Volumen total 2.650 mts)	Pag.162
Tabla N ° 28 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 200 metros (Volumen total 2.275 mts)	Pag.163
Tabla N ° 29 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 50 metros (Volumen total 2.250 mts)	Pag.163
Tabla N ° 30 - Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Mujeres)	Pag.164
Tabla N ° 31 - Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Varones)	Pag.165
Tabla N ° 32 - Distribución de metros nadados en diferentes áreas en un entrenamiento de calidad de 20 semanas (varones)	Pag.166
Tabla N ° 33 - Distribución de metros nadados en diferentes áreas en un entrenamiento de calidad de 20 semanas (mujeres)	Pag.168
Tabla N ° 34 - Toma de tiempo por prueba y nadador antes durante y después de la implementación del plan de entrenamiento	Pag.180

Tabla N ° 35 - Porcentaje de mejora por prueba y nadador/a Pag.181

Tabla N ° 36 - Comparación de los diferentes modelos utilizados en natación con respecto al modelo de calidad Pag.186

Índice de gráficos

Gráfico N ° 1 – Porcentaje de maduración del peso con respecto a la edad en escolares brasileros	Pag. 24
Gráfico N ° 2 – Porcentaje de maduración del peso con respecto a la edad en escolares argentinos	Pag. 25
Gráfico N ° 3 – Comparación del peso entre escolares argentinos y brasileros en % de maduración con respecto a la edad (Varones)	Pag. 26
Gráfico N ° 4 – Comparación del peso entre escolares argentinos y brasileros en % de maduración con respecto a la edad (Mujeres)	Pag. 26
Gráfico N ° 5 – Porcentaje de maduración de la talla con respecto a la edad en escolares brasileros	Pag. 28
Gráfico N ° 6 - Porcentaje de maduración de la talla con respecto a la edad en escolares argentinos	Pag. 29
Gráfico N ° 7 - Comparación de la talla entre escolares argentinos y brasileros en % de maduración con respecto a la edad (Varones)	Pag. 30
Gráfico N ° 8 - Comparación de la talla entre escolares argentinos y brasileros en % de maduración con respecto a la edad (Mujeres)	Pag. 31
Gráfico N ° 9 – Valores absolutos de pliegues cutáneos (media 3 y 7) en escolares brasileros (varones y mujeres)	Pag. 33
Gráfico N ° 10 - Ciclos mielogenéticos del SNC a lo largo de los años	Pag. 38
Gráfico N ° 11 - Tasa de crecimiento en niños y niñas entre el año y los 18 años	Pag. 42
Gráfico N ° 12 – Variación del peso en niños y niñas entre el año y los 18 años	Pag. 42
Gráfico N ° 13 – Niveles de gonadotrofinas en ambos sexos durante los diferentes periodos (fetal-prepuberal-puberal)	Pag. 43
Gráfico N ° 14 – Valores de gonadotropinas en diferentes fases del desarrollo	Pag. 44
Gráfico N ° 15 – Valores de testosterona en diferentes fases del desarrollo	Pag. 44

Gráfico N ° 16 – Cambios diurnos en la liberación pulsátil de la LH durante la pubertad	Pag. 45
Gráfico N ° 17 – Porcentajes de maduración de salto vertical sin ayuda de brazos con respecto a la edad en escolares brasileiros	Pag. 47
Gráfico N ° 18 - Porcentajes de maduración en dinamometría con respecto a la edad en escolares brasileiros	Pag. 48
Gráfico N ° 19 - Porcentajes de maduración de la agilidad con respecto a la edad en escolares brasileiros	Pag. 50
Gráfico N ° 20 - Consumo de O2 máximo valores en porcentaje de maduración en escolares brasileiros	Pag. 52
Gráfico N ° 21 - Valores absolutos y porcentajes de maduración de potencia anaeróbica total (Test de 40 s) en escolares brasileiros	Pag. 55
Gráfico N° 22 Nivel de los estímulos	Pag. 63
Gráfico N ° 23 – Etapas por la que atraviesa un estímulo	Pag. 66
Gráfico N ° 24 – Reconstrucción adaptativa	Pag. 67
Gráfico N ° 25 – Variación del rendimiento durante el trabajo hasta su interrupción	Pag. 67
Gráfico N ° 26 - Relaciones que mantienen la capacidad funcional actual, la reserva funcional como diferencia entre capacidad funcional y desgaste actual, y la capacidad funcional máxima con la reserva de adaptación	Pag. 68
Gráfico N ° 27 – Interacción entre los factores hipertróficos y neurales en la ganancia de la fuerza durante el entrenamiento anaeróbico	Pag. 90
Gráfico N ° 28 – Variación de los volúmenes cardiacos de acuerdo a la intensidad del esfuerzo en posición horizontal	Pag, 91
Gráfico N ° 29 – Variación de los volúmenes cardiacos de acuerdo a la intensidad del esfuerzo en posición bípeda	Pag. 92
Gráfico N ° 30 - Concentración de lactato en sangre durante 3 protocolos de ejercicios	Pag. 97
Gráfico N ° 31 - Oxigenación relativa durante un ciclo de trabajo y pausa	Pag. 98
Gráfico N ° 32 - Magnitudes de carga de entrenamiento en seco y en el agua en una planificación bicíclica de nadadores de EEUU	Pag.112

Gráfico N ° 33 – Magnitudes de carga de entrenamiento en seco y en el agua en una planificación bicíclica de nadadores de ex RFA	Pag.114
Gráfico N ° 34 - Cambios en las enzimas de los músculos en un entrenamiento de 12 semanas	Pag.122
Gráfico N ° 35 - Incremento de los metros de entrenamiento en 12 semanas	Pag.122
Gráfico N ° 36 - Variación del VO ₂ max con un entrenamiento de 12 semanas	Pag.123
Gráfico N ° 37 - Incremento de los metros de entrenamiento en 12 semanas	Pag.123
Gráfico N ° 38 - Cambios en la concentración de lactato durante 25 semanas de entrenamiento	Pag.124
Gráfico N ° 39 - Cambios en la frecuencia cardíaca durante 25 semanas de entrenamiento	Pag.125
Gráfico N ° 40 - Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).	Pag.126
Gráfico N ° 41 - Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).	Pag.127
Gráfico N ° 42 - Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).	Pag.128
Gráfico N ° 43 - Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).	Pag.129
Gráfico N ° 44 - Volumen de metros nadados en diferentes áreas de entrenamientos	Pag.130
Gráfico N ° 45 - Distribución del volumen y la intensidad según el Modelo de macrociclo integrado	Pag.134
Gráfico N ° 46 - Modelos de un macrociclo integrado de 9 semanas	Pag.134
Gráfico N ° 47 - Macrociclo integrado de 27 semanas	Pag.135
Gráfico N ° 48 - Esquema de un macrociclo integrado de 10 semanas	Pag.136

Gráfico N ° 49 - Esquema de un macrociclo integrado de 6 semanas	Pag.138
Gráfico N ° 50 - La participación en competencias como estimulación y formación del Sistema Funcional Motor	Pag.140
Gráfico N ° 51 - Esquema estructural de Tschienne	Pag.142
Gráfico N ° 52 - Modelo de periodización Inversa	Pag.146
Gráfico N ° 53 - Modelo de periodización de calidad para la natación	Pag.162
Gráfico N ° 54 - % de áreas de trabajo del volumen total de nado según un entrenamiento de calidad (varones)	Pag.167
Gráfico N ° 55 - % de áreas de trabajo del volumen total nadados en alta intensidad y baja intensidad (varones)	Pag.168
Gráfico N ° 56 - % de áreas de trabajo del volumen total de nado según un entrenamiento de calidad (mujeres)	Pag.169
Gráfico N ° 57 - % de áreas de trabajo del volumen total nadados en alta intensidad y baja intensidad (mujeres)	Pag.170
Gráfico N ° 58 - Cantidad de metros nadados por sesión (mujeres) en un entrenamiento de calidad	Pag.171
Gráfico N ° 59 - Cantidad de metros nadados por sesión (varones) en un entrenamiento de calidad	Pag.172
Gráfico N ° 60 - Comparación de metros nadados por sesión (mujeres – varones) durante 40 sesiones de entrenamiento de calidad	Pag.173

Agradecimientos

Nada de esto pudo haber sido posible sin el apoyo de mis seres queridos, amigos y profesores de la U.N.L.P. (Universidad Nacional de La Plata).

A mis seres queridos más cercanos...gracias por soportar mi ausencia, a pesar de estar al lado suyo, gracias por la paciencia y por sobre todo el amor que me han tenido (Mamá Aurelia; Papá Carlos y a la campeona de la paciencia y compañera de la vida, a vos Marce).

A mi gran motivador y apoyo que nunca deja de alentarme. Del que aprendí y aprendo día a día de su perseverancia y sabiduría, Dr. Nelio Bazán

A los profes de la Universidad Nacional de La Plata que hicieron potenciar el pensamiento crítico, propiciando en cada momento un ambiente de debate en libertad.

A mis nadadores, que siempre estuvieron dispuestos y apoyaron mis locas teorías.

EL ARTE DE ENTRENAR CONSISTE EN IDENTIFICAR LA CANTIDAD MAS PEQUEÑA DE TRABAJO ESPECIFICO NECESARIO PARA ASEGURAR UN PROGRESO CONTÍNUO DE LAS APTITUDES ATLÉTICAS.

Peter Coe

Introducción

Este trabajo intentará ofrecer a los especialistas en natación una mirada alternativa dentro del campo deportivo. Debido a la poca investigación científica en el entrenamiento en natación, será necesario para la interpretación de este trabajo, el tránsito por una serie de capítulos previos a los efectos de establecer conceptualmente sus bases, identificando en primer lugar, cuales son los periodos óptimos de entrenabilidad de ciertas capacidades con el objetivo de estimar la edad de predisposición biológica para la iniciación a los entrenamientos de intensidad y sus beneficios en jóvenes nadadores. El centro de este modelo de calidad lo ocupa el concepto de adaptación, a partir del cual será posible comprender las implicancias prácticas, entendiendo que la adaptación solo será eficaz y eficiente si las cargas son acondicionadas a las particularidades del desarrollo del organismo y a las demandas específicas de la especialidad deportiva. A medida que se progrese en los capítulos, surgirán diferentes interrogantes respecto a ciertas decisiones metodológicas incorporadas como natural al momento de confeccionar los planes de entrenamientos de los nadadores y que gracias a la bibliografía existente y los resultados de este trabajo se podrán develar. No obstante, existe la posibilidad de dirigirse directamente hacia los capítulos que tratan la aplicación práctica del modelo y sus resultados (Material, Métodos y Resultados).

Desde los inicios de la natación mucho se ha hablado sobre el sistema más efectivo de entrenamiento al momento de evaluar resultados. Hasta el momento estas discusiones continúan sin encontrar un camino claro y esto es así debido a que los programas de entrenamiento de los nadadores se sustentan sobre la base de prácticas y experiencias de entrenadores que han tenido éxito, más que en evidencias científicas que lleven a resultados superiores (Arroyo, 2011). Una de las cuestiones que aún continúa generando debate es la controversia entre volumen e intensidad. Este trabajo intentará aportar nuevos datos a esta polémica desde otra óptica, proponiendo la construcción del volumen sin resignar calidad.

Desde los años 50 en donde se nadaban diariamente entre 1500-2000 mts a la actualidad, se ha visto como paulatinamente los entrenadores se han obsesionado por la distancia de entrenamiento diaria, convirtiéndose en la base de sus planificaciones, el valor del

entrenamiento es medido en términos de metros nadados, en lugar de hacerlo en referencia a la velocidad que se realice (Costill, 1998). Esto ha llevado a que en la natación moderna los planes de entrenamientos de los nadadores federados en formación lleguen a nadar entre 10.000 y 12.000 metros diarios, dependiendo de la categoría, y en algunos casos más aún; dos y hasta tres turnos en el día. Esta filosofía de nadar más metros, en más sesiones continúa teniendo gran adhesión; pero, ¿Esta forma de entrenar es realmente beneficiosa? En el entrenamiento contemporáneo el volumen de metros nadados varía de acuerdo a la especialidad del nadador (velocista-medio fondista- fondista) y a la altura de la temporada en que se encuentre (período de preparación, de competición o de recuperación), muchas veces sin una base científica que apoye dichos volúmenes, dando como resultado que se plantean de antemano tabulaciones de metros a nadar y en qué momento del año deben hacerse. Estas formas de organización del entrenamiento no hacen más crear recetas, con poco fundamento fisiológico y de aplicación rígida.

Otro aspecto interesante en la construcción del volumen es la cantidad de sesiones diarias. Muchas veces con el afán de sumar mayor cantidad de metros, se agregan más sesiones, olvidándose de lo más importante, el descanso. Ningún plan de entrenamiento podrá tener éxito sin la ponderación de este componente, ya que es, en este lapso de tiempo, en el que se producirán todas las adaptaciones que buscamos. Es por ello que será esencial comprender el proceso y el resultado del mismo, a través del cual se generan determinados estados de adaptación a partir de estímulos específicos. Ambas acciones forman parte de un mismo engranaje, retroalimentándose permanentemente dentro de un proceso común (Platonov, 1994).

La intensidad que propondremos a nuestro nadador en la sesión y en la sumatoria de todas ellas es otro factor poco considerado. Actualmente la máxima intensidad o a ritmos similares a los de competencia pueden ser encontrados solo en periodos de competición, por lo que el porcentaje total de metros nadados intensamente será muy bajo respecto a los nadados a mediana y baja intensidad. Este será el objetivo principal a reformular si deseamos alcanzar el progreso de la performance en los nadadores.

El último elemento no considerado muchas veces, y que en esta ocasión solo será mencionado es el entrenamiento de todos los factores que colaboran en la rápida recuperación del

organismo, es decir, la optimización de todos aquellos sistemas internos que colaboran en la rápida recuperación del atleta.

Con respecto al contexto regional en cuanto resultados en competencias internacionales, no es menor señalar que a excepción de Brasil, los países periféricos de las potencias mundiales en este deporte no han avanzado, muy por el contrario la brecha sigue ampliándose. Se asume a priori que las condiciones son dispares y al mismo tiempo que nada se ha hecho al respecto o en el mejor de los casos se ha equivocado el camino. La desactualización es el principal obstáculo. La ciencia y la tecnología han puesto al servicio nuevas formas de comprender y ver el deporte, por lo que no utilizarlos amplia aún más esa brecha.

Este trabajo no solo pretende generar a partir de sus resultados ciertas reflexiones en cuanto a la forma de pensar los entrenamientos en natación; propone un modelo de entrenamiento a ser mejorado y discutido, en donde la intensidad, entendida como el ritmo de competencia y los metros nadados a esta intensidad ocupen el centro de la atención, haciéndose al mismo tiempo foco en el descanso como proceso relevante. Para ello las sesiones semanales se adaptarán en virtud de encontrar al nadador en óptimas condiciones para enfrentar cada entrenamiento. La disminución del volumen tiene como uno de sus objetivos la realización de entrenamientos de mayor calidad, con atención a la especificidad de los mismos.

MARCO TEÓRICO

Capítulo N ° 1 – (Crecimiento, Desarrollo y Maduración). Predisposición biológica del nadador

En este capítulo abordaremos fundamentalmente aquellos sucesos fisiológicos que surgen en determinados periodos críticos de los niños/as durante su crecimiento, desarrollo y maduración. Se propondrá algunas técnicas de identificación de estos periodos críticos con el objetivo de determinarlos. A través de ellos rápidamente podría establecerse el grado de crecimiento, desarrollo y maduración en el que se encuentran sus nadadores y a partir de los mismos planificar el entrenamiento. A modo de síntesis se presentaran una serie de cuadros con los cambios hormonales y del sistema nervioso en los periodos preescolar-prepuberal-puberal-pospuberal, a partir de los cuales podrían establecerse los momentos de iniciación, desarrollo e intensificación de cada capacidad.

Se expondrán datos de un trabajo realizado en Brasil por Bazán (1995). El objetivo del mismo fue estudiar la evaluación de determinadas cualidades físicas en escolares brasileiros desde los 6 a 18 años. Los datos de la investigación serán expuestos a través de tablas y gráficos de regresión lineal, a partir de los cuales, se podrá establecer la evolución de las mismas en cada edad. Se expondrá también, datos de crecimiento de niños/as escolares argentinos durante el mismo periodo de tiempo (6 a 18 años) y finalmente se realizará una comparación entre los dos países de las cualidades físicas, diferenciados por sexo. Estos datos son de suma importancia ya que apuntarían al conocimiento de la potencialidad en un área específica de la actividad física y el momento de su aparición a partir del cual podremos empezar a desarrollarla (Bazán, 1995). Por último, se abordará la evolución de la potencia aeróbica y anaeróbica a través de los años, se expondrán los datos obtenidos en los escolares brasileiros y las diferentes teorías que hablan de lo que sucede con los sistemas aeróbicos/anaeróbicos.

El objetivo de este capítulo será develar e identificar aquellos rasgos que sirvan para el planteamiento de estrategias de entrenamiento en el momento propicio con el fin de preparar a mediano y largo plazo a un futuro nadador/a.

1.1. Condiciones óptimas de entrenabilidad

Durante la carrera deportiva un atleta transcurre por diversas etapas biológicas y psicológicas a partir de las cuales podrá desarrollar y potenciar determinadas características dependiendo de la estimulación a la que haya sido sujeto. Según Latorre, R., Herrador Sánchez, J. y Jiménez Lara, M. (2003) no habría impedimentos para la especialización temprana, desde los puntos de vista médico, pedagógico y psicológico, siempre y cuando la selección se sustenten en bases biológicas y pedagógicas correctas; Navarro (2004) apoya esta postura y sostiene que mientras las tensiones se ajusten a la edad y sexo, el entrenamiento en la niñez y juventud, es recomendable. El nivel de maduración en que se encuentra el niño es crucial para lograr óptimos resultados. La estimulación es beneficiosa y pueden obtenerse grandes progresos, pero solo se alcanzará el pico máximo de cada cualidad en cuanto haya alcanzado cierto grado de madurez (Rice, 1997). Es conveniente por ello tener conocimiento de estos aspectos, los cuales nos ayudarán a seleccionar los métodos de entrenamiento más correctos, en especial en aquellos períodos óptimos de maduración de cada habilidad.

Antes de avanzar será necesario realizar una diferenciación conceptual de los siguientes términos: Crecimiento, Desarrollo y Maduración. El crecimiento según (Báez Moría, 2002) es el aumento del tamaño del cuerpo producto de una multiplicación celular activa y de la formación de nuevos tejidos; Malina (2014) por su lado se refiere a esta variable como una sucesión de eventos específicos.

Este concepto se enfoca sobre el aspecto cuantitativo del crecimiento, por lo que es de fácil observación y medición. La altura y el peso son las dimensiones corporales más comunes para realizar un seguimiento del tamaño alcanzado en una determinada edad; a partir de ellos podremos diferenciar el nivel de crecimiento y la tasa del mismo. Actualmente con dos elementos (una balanza y un tallímetro) el entrenador puede realizar el seguimiento de sus nadadores/as a través de los años, confeccionando una ficha o legajo personal sobre su evolución. Este tipo de trabajo ya es realizado en otros países, como por ejemplo Brasil, donde cada nadador al cambiar de club debe presentar este legajo a su próximo entrenador. A nivel mundial existen tablas de referencias de crecimiento, utilizadas comúnmente a los efectos de realizar una evaluación de la evolución de los mismos. La aparición de eventos

específicos (momentos) y la velocidad a la que los procesos progresan (ritmo) variarán considerablemente entre los niños/as (Malina, 2014). Por otro lado, el desarrollo, es entendido como la adquisición de funciones por parte de los sistemas que se agrupan los diferentes tejidos del organismo. A medida que las células se van multiplicando y agrupándose en tejidos, estos adquieren funciones especializadas. El desarrollo se logra a través de fenómenos de la maduración, diferenciación e integración de funciones (Báez Moría, 2002). Este concepto se relaciona específicamente con el ritmo a los que los mismos se producen.

Se centra sobre el aspecto cualitativo tanto en la diferenciación como en la especialización de las diversas estructuras, siendo más difícil su medición. Un experto en el tema (Malina, 2014) por su lado señala que el desarrollo no solamente debiera referirse a su aspecto biológico y adiciona el aspecto cultural. Este último entendido como la adquisición y el perfeccionamiento de comportamientos esperados y en muchos casos establecidos por la sociedad; un ejemplo de ellos es lo que conciben determinadas sociedades como madurez, en algunos casos comenzar a trabajar significaría ser maduro. Esta forma de observación sobre el concepto procura diferenciar al crecimiento y maduración como solo procesos biológicos, de aquellos procesos entendidos como procesos de conductas, específicos de una cultura. Por último, la maduración determina un proceso que tiene un inicio y un fin. La misma suele medirse por la aparición de funciones o eventos nuevos. Para determinarla se utilizan varios métodos, por ejemplo para la determinación de la edad esquelética, se utiliza la radiografía de muñeca y para la determinación de la edad sexual, los estadios de Tanner.

Los procesos de crecimiento y desarrollo son procesos que actúan en simultáneo; mientras las células se multiplican, dando como resultado el crecimiento, estos se van desarrollando. En la medida que se van produciendo, el factor temporal comienza a cobrar protagonismo, es decir, existen periodos en los cuales el crecimiento se exterioriza más rápidamente que en otros (periodos críticos de aceleración y desaceleración del crecimiento). En algunos niños/as estos se producen en determinados periodos específicos y concretos, pero no en todos los casos es así, por lo que en algunos podremos encontrar un adelantamiento y en otros un retraso, es decir, si los procesos de desarrollo se adelantan a los de la población en general, hablamos de aceleración y de retraso en caso contrario. Debido a estas fluctuaciones

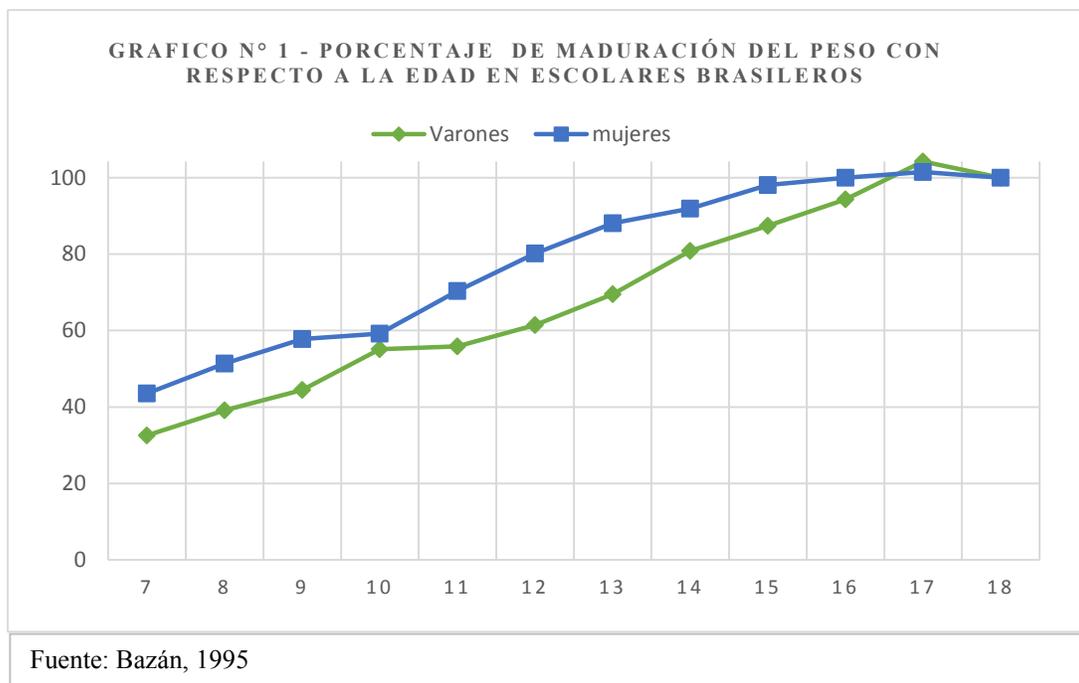
temporales, a la hora de considerar los aspectos morfo funcionales en el periodo de desarrollo sería conveniente atender a la edad biológica y no tanto a la cronológica. El término de edad biológica fue introducido con el objetivo de cuantificarla, el mismo refiere al estado de desarrollo y la capacidad funcional del organismo del individuo medio en la edad cronológica correspondiente; en contraposición del concepto de la edad cronológica, que solo nos indica la edad según el calendario. Es importante a la hora de tomar estos datos de referencia que sólo son regularidades del desarrollo humano, por lo tanto, las mismas no dejan de ser más que eso; promedios de secuencias evolutivas, con parámetros diversos según cada individuo. De acuerdo al género, las niñas tienen un desarrollo y maduración anticipada con respecto a los niños de la misma edad. Las divisiones por categorías propuestas por las federaciones de natación, por ejemplo no contemplan estos aspectos. Por lo que muchas veces nos encontraremos con niños/as exitosos en determinadas categorías y otros no tanto a consecuencia de estos periodos críticos de aceleración y desaceleración. La gran variabilidad en las tablas de crecimiento, puede hacer que nos encontremos como por ejemplo en un grupo de adolescentes de 14 años de edad con diferencias de tallas de 23 cm y hasta 18 kilos de peso corporal (Baechle y Earle, 2007). Otras de las diferencia que podemos encontrar a nivel hormonal y que impactan de manera sorprendente sobre el rendimiento físico, es la aparición de la pubertad, en los niñas puede variar entre los 8 a 13 años y en los niños de los 9 a 15 años (Baechle y Earle, 2007). Muchos entrenadores desconocen en profundidad todas estas cuestiones en estos periodos, por lo que creen que fueron sus entrenamientos los que han provocado la mejora del rendimiento, sin comprender en realidad que los verdaderos responsables han sido los procesos de crecimiento y desarrollo que permitieron esos avances.

1.2. Evolución de las variables antropométricas

A continuación se expondrán los datos recogidos de la evolución del peso a través de los años (7 a 18 años) de los escolares brasileiros tanto en niños como en niñas obtenidas del trabajo de Bazán (1995). A partir de los mismos se realizara un gráfico de regresión lineal a los efectos de observar el comportamiento de esta variable a través de los años y en consecuencia realizar comparaciones y análisis de evolución del peso entre niños de la misma edad y diferente género. Este tipo de test nos permitirá conocer patrones de referencia de una determinada variable, indispensable en un deporte como es la natación. La maduración en este caso es interpretada en términos porcentuales, de modo que cierto valor exprese el porcentaje de un valor adulto tomado habitualmente la edad de 18 años. De esta manera podrá observarse que variable a edad temprana tienen un porcentaje cercano respecto al valor adulto. Esto aportaría al entrenador una gran herramienta de conocimiento, ya que podrá observar los momentos ideales en que pueden ser trabajados.

Tabla N° 1 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de peso en escolares brasileiros				
EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	20.05	32.58	23.40*	43.57
8 años	24.08	39.13	27.58*	51.35
9 años	27.38	44.49	31.02*	57.75
10 años	33.91	55.10	31.80	59.21
11 años	34.37	55.85	37.81	70.40
12 años	37.85	61.46	43.06*	80.17
13 años	42.78	69.52	47.39*	88.13
14 años	49.76	80.86	49.40	91.98
15 años	53.83	87.47	52.58	98.13
16 años	58.09	94.39	53.78*	100.00
17 años	64.15	104.24	54.51*	101.49
18 años	61.54	100.00	53.71*	100.00

*(P<0.05) ˆtˆStudent - Modificado de Bazán, 1995.



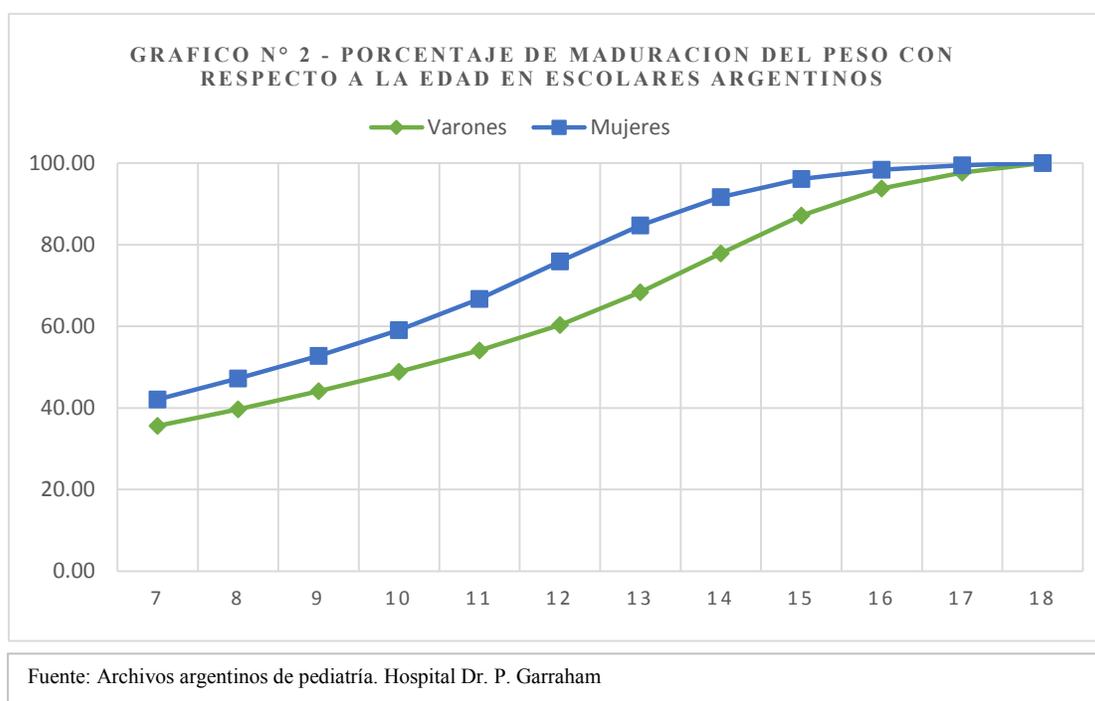
En el Gráfico N° 1, puede observarse en primer lugar el desarrollo precoz de las niñas por sobre los niños. La tendencia se mantiene prácticamente desde los 7 años hasta los 16 años de edad. Recién a los 17 años los pesos se equiparan. En segundo lugar, puede observarse como las niñas alrededor de 12 años ya se encuentran por sobre el 80.17 % de lo que se estimará su peso adulto. Para encontrar el mismo porcentaje en los niños deberíamos trasladarnos a los 15 años de edad.

En la Tabla N° 2, expondremos los datos de escolares argentinos, los mismos fueron extraídos del archivo argentino de pediatría del Hospital Dr. Juan P. Garrahan. Se tomaron los datos comprendidos en los mismos rangos etarios (7 a 18 años) que los escolares brasileros. Se le dio el mismo tratamiento estadístico, realizándose los gráficos de regresión lineal correspondientes.

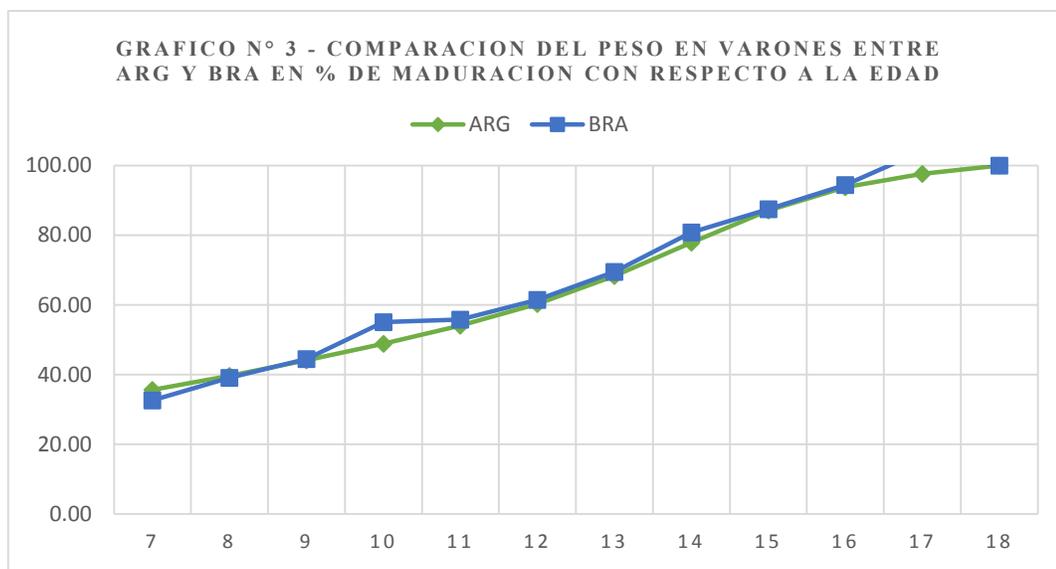
Tabla N° 2 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de peso en escolares Argentinos

EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	23.08	35.62	22.47	42.10
8 años	25.69	39.65	25.20	47.21
9 años	28.59	44.12	28.16	52.75
10 años	31.67	48.88	31.51	59.04
11 años	35.03	54.07	35.62	66.73
12 años	39.09	60.33	40.52	75.91
13 años	44.27	68.33	45.24	84.76
14 años	50.46	77.87	48.93	91.67
15 años	56.48	87.17	51.30	96.10
16 años	60.76	93.76	52.50	98.35
17 años	63.28	97.66	53.08	99.44
18 años	64.80	100	53.38	100

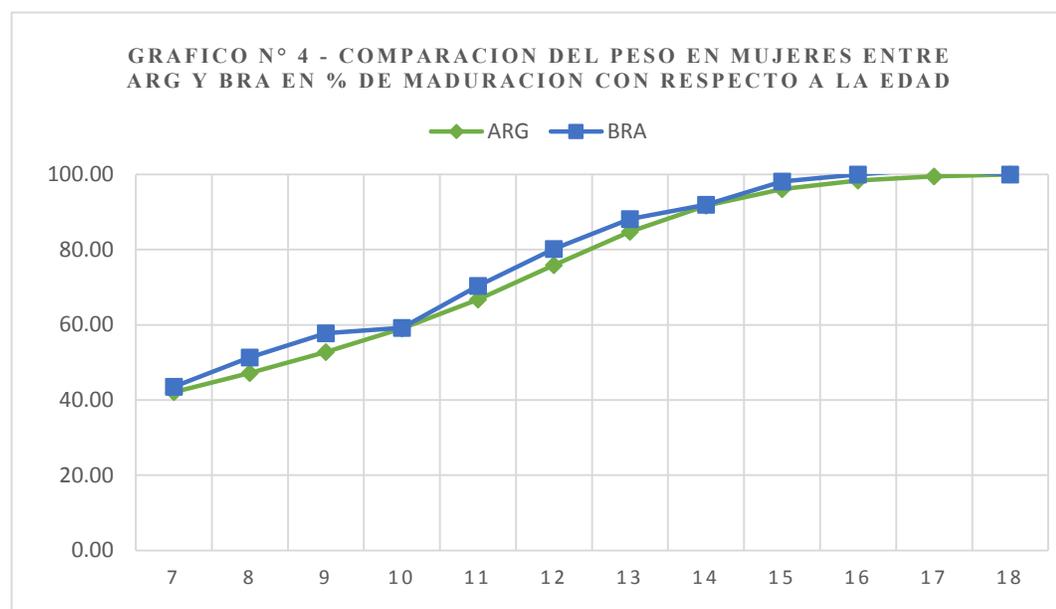
Fuente: Archivos argentinos de pediatría. Hospital Dr. P. Garrahan



En el Gráfico N° 2, pueden observar similitudes con respecto a los escolares brasileiros, en cuanto al comportamiento de la variable peso con respecto a la edad y al género. Las niñas argentinas a los 12 años se encuentran a un 75.91 % y a los 13 años en un 84.76 %. Valores similares en niños solo podrán encontrarse recién a la edad de 15 años.



Fuentes: Bazán, 1995 y Archivos argentinos de pediatría. Hospital Dr. P. Garrahan



Fuentes: Bazán, 1995 y Archivos argentinos de pediatría. Hospital Dr. P. Garrahan

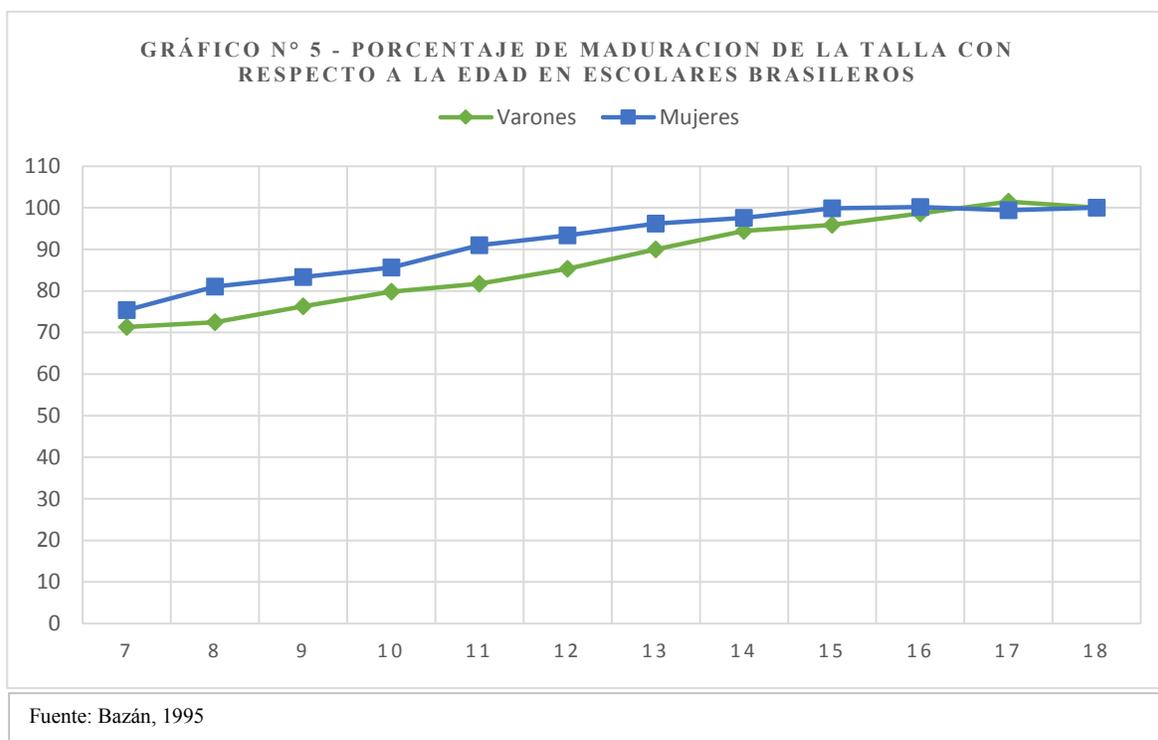
En los Gráficos N° 3 y N° 4, se realizó la comparación de la misma variable peso en ambos países y de acuerdo al género, en primer término los hombres y luego las mujeres. De acuerdo a los mismos podemos observar que el comportamiento del variable peso en ambos países tiene una gran similitud. En los hombres en términos generales la línea de evolución casi llega a ser la misma. Con respecto a las mujeres ocurre lo mismo, solo podríamos señalar que la evolución del peso en la argentinas podría encontrarse levemente inferior respecto a las

escolares brasileras. Como conclusión podríamos decir que la evolución del peso en ambos países se comporta de manera similar.

En la tabla N° 3 expondremos los datos recogidos de la talla de los escolares brasileros tanto en hombres como en mujeres. Como veremos las más grandes variaciones se irán dando en la etapa puberal. El pico de crecimiento es un indicador muy importante; la velocidad de los procesos de crecimiento así como la duración de los mismos será responsables de esta gran variabilidad. En los niños la media de la velocidad máxima es de 9 cm, variando entre los 6 a 11.5 cm. En las niñas la media es de 8 cm, variando normalmente entre los 5 y 9 cm (Argemi, 1997). Se ha establecido que el niño/a ha alcanzado su talla final cuando el incremento en estatura es nulo durante al menos 6 meses. En algunas ocasiones el mismo continúa después de los 18 años hasta los 30 años, según el sexo y hasta un máximo de 2.5 cm (Argemi, 1997).

Tabla N° 3 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de talla en escolares brasileros				
	HOMBRES		MUJERES	
EDAD	X	%	X	%
7 años	122.88	71.33	121.21	75.41
8 años	124.84	72.47	130.26*	81.05
9 años	131.42	76.29	133.88	83.31
10 años	137.50	79.82	137.59	85.61
11 años	140.77	81.72	146.28*	91.02
12 años	146.93	85.30	150.07*	93.38
13 años	154.97	89.96	154.63	96.22
14 años	162.63	94.41	156.84*	97.59
15 años	165.14	95.87	160.54*	99.89
16 años	169.99	98.68	161.00*	100.18
17 años	174.81	101.48	159.75*	99.40
18 años	172.26	100.00	160.71*	100.00

Modificado de Bazán, 1995 - *(P<0.05) "t" Student

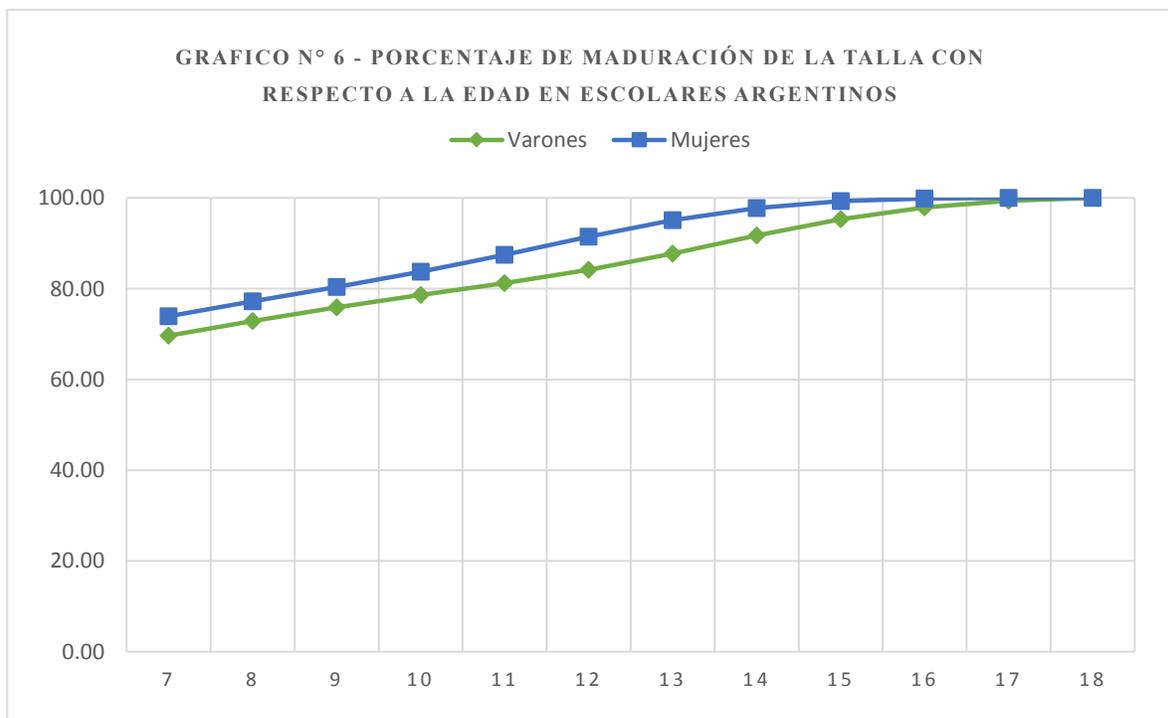


En el Gráfico N° 5 se puede observar la misma tendencia que en la variable de peso. Las niñas son más precoces. Las mismas a los 10 años ya se encuentran por sobre el 80 % (85.61%); mientras que los niños a la misma edad se encuentran en porcentajes menores (79.82%), solo podremos encontrar valores similares en niños a la edad de los 12 años. Por otro lado, las mujeres prácticamente a los 14/15 años de edad ya se encuentran en valores casi máximos, mientras que los niños lo logran recién a los 16 años. A la edad de 10 años las niñas tienen una medida de 137.59 cm, llegando a valores cercanos del 100 %, a los 15 años con 160.54 cm, es decir, en el término de 5 años ha incrementado su altura en 22.95 cm, aproximadamente un promedio de 4.60 cm por año. En los niños la situación se repite, a los 10 años tienen una medida de 137.50 cm, llegando a valores cercanos del 100 % a los 16 años aproximadamente con una altura de 169.99 cm; en el término de 6 años han incrementado su altura en 32.49 cm, a razón de 5.42 cm promedios al año. En este caso observamos un marcado adelantamiento del crecimiento de las niñas por sobre los niños, no obstante, los niños a pesar de haber alcanzado valores similares recién a los 16 años han superado por 9.54 cm a las niñas.

Tabla N° 4 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de talla en escolares Argentinos

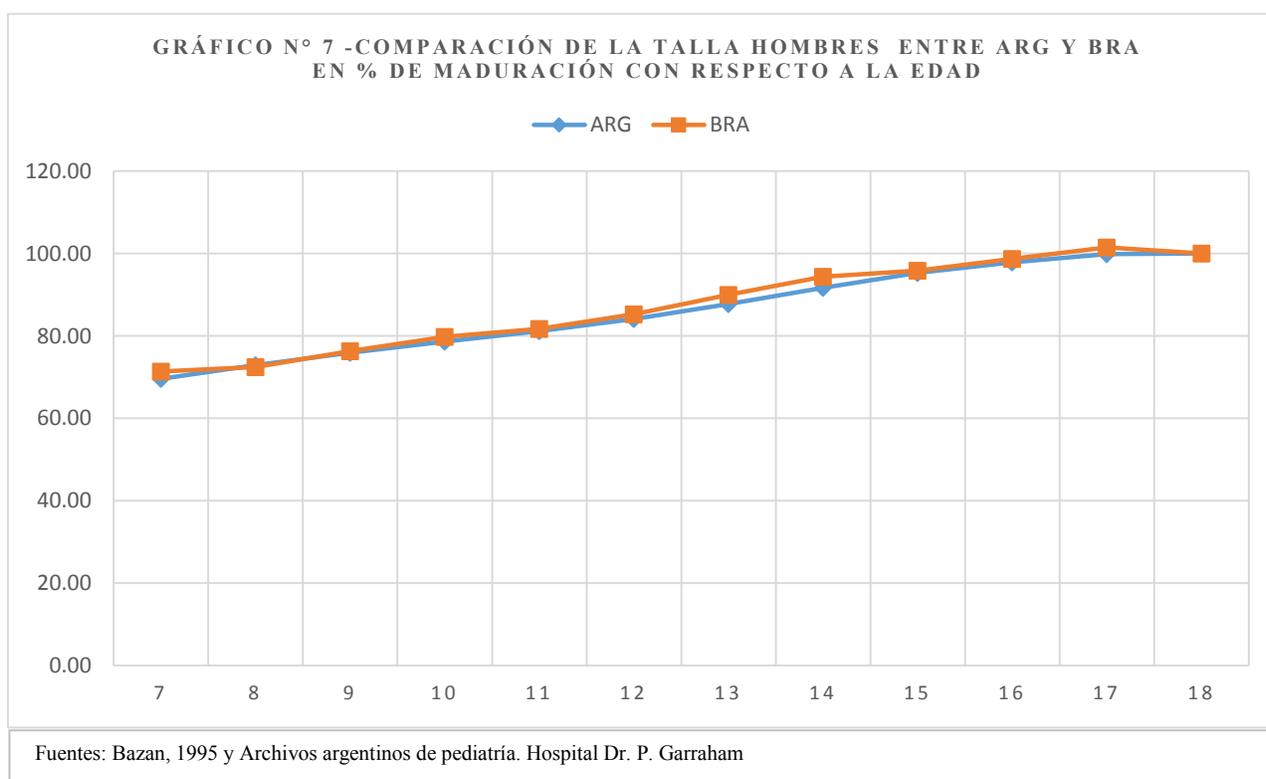
EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	120.24	69.62	118.79	73.90
8 años	125.92	72.90	124.11	77.21
9 años	131.07	75.89	129.22	80.39
10 años	135.76	78.60	134.56	83.71
11 años	140.27	81.21	140.56	87.45
12 años	145.35	84.15	147.03	91.47
13 años	151.52	87.73	152.91	95.13
14 años	158.39	91.70	157.17	97.78
15 años	164.57	95.28	159.58	99.28
16 años	169.10	97.90	160.54	99.88
17 años	171.69	99.40	160.74	100
18 años	172.72	100	160.74	100

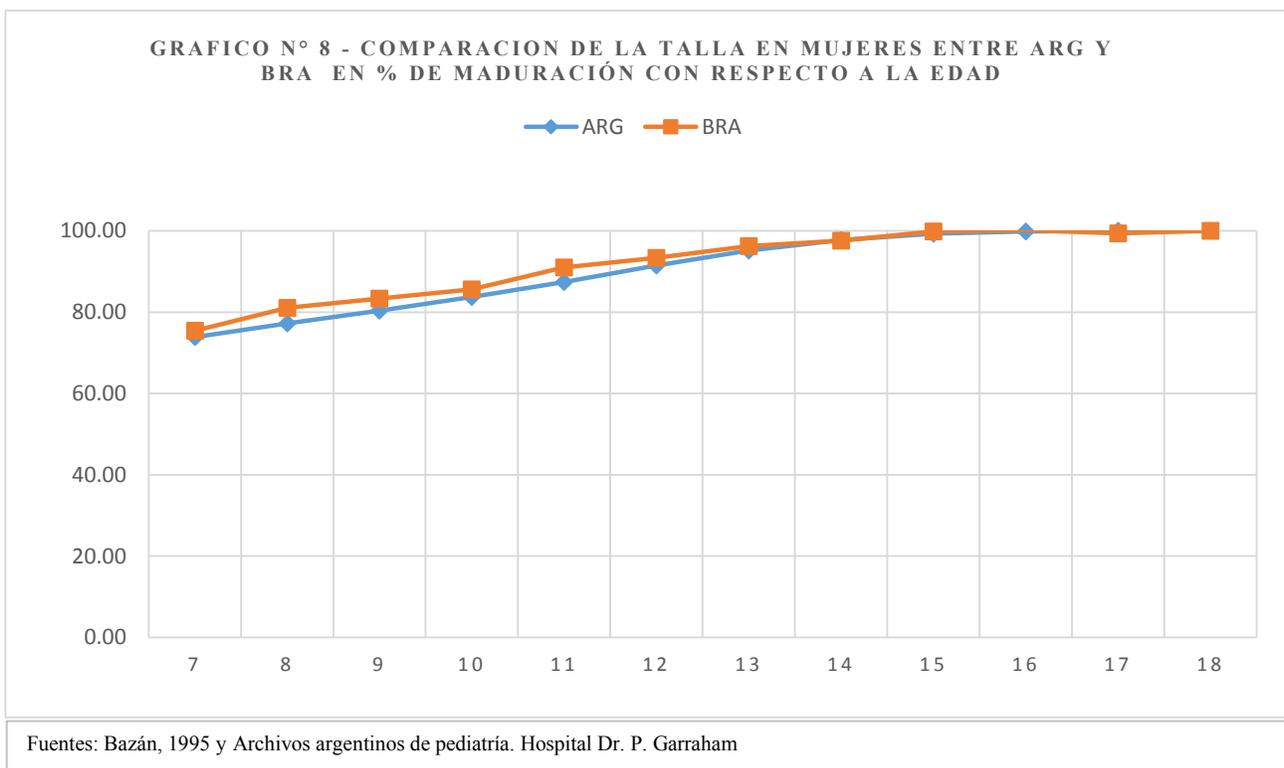
Fuente: Archivos argentinos de pediatría. Hospital Dr. P. Garrahan



Fuente: Archivos argentinos de pediatría. Hospital Dr. P. Garrahan

En el Gráfico N° 6, muestra que la tendencia en proporcionalidad lineal entre niños y niñas se mantiene a lo largo de los años, el encuentro de picos de crecimiento se encuentra a los 16 años de edad para ambos géneros. A los 9 años las niñas argentinas se encuentran en una estatura de 129.22 cm, encontrándose en un porcentaje del 80.39 % del valor esperado a los 18 años. Los niños para encontrar valores similares en porcentajes recién los obtienen a los 11 años (81.21%) y con una altura de 140.27 cm. Durante estos periodos y aquel en los cuales llegan a acercarse a valores cercanos del 100 %, las niñas recién lo obtienen a los 14/15 años, con una estatura de 159.58 cm, es decir, en el transcurso de 6 años han incrementado su estatura en 30.36 cm, en promedio 5.06 cm al año; mientras que los niños a los 16 años se encuentran con una estatura de 169.10, habiendo incrementado su estatura en 28.83 cm y promedio de 5.77 cm al año.





La capacidad motora en ambos sexos hasta los 18 años de edad se ve incrementada año a año, debido en gran parte a una mejora de los sistemas neuromusculares y endocrinos.

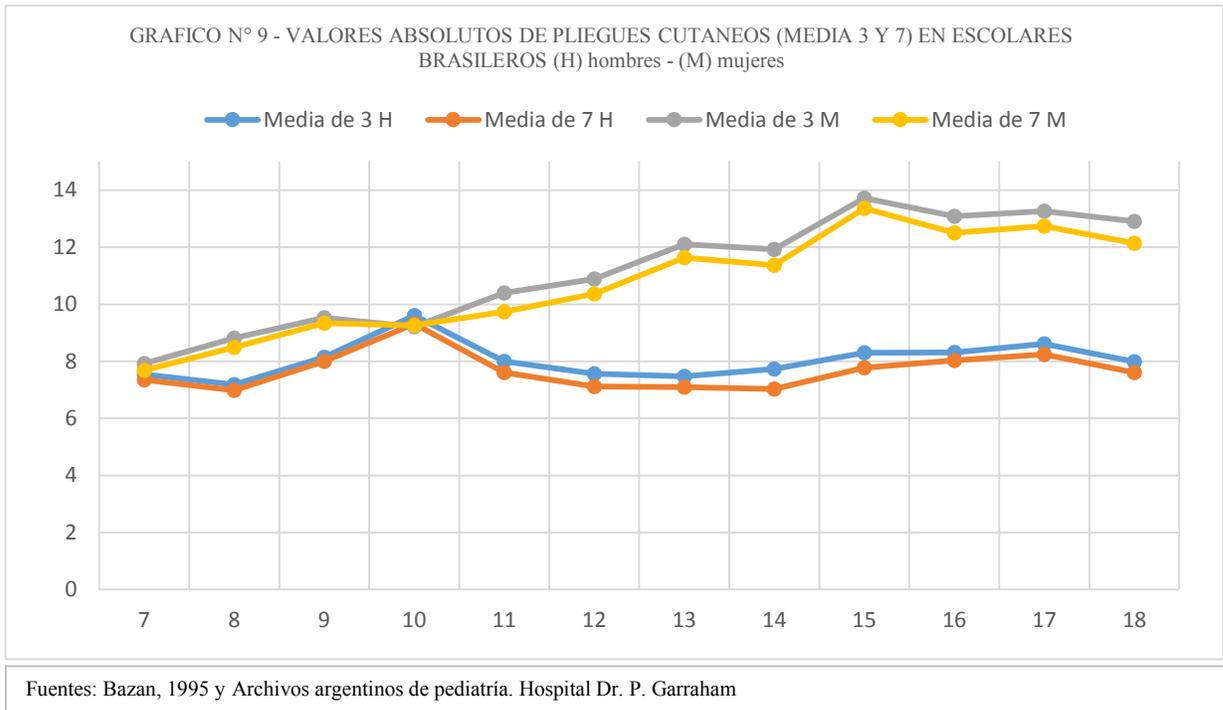
Las niñas llegando a su etapa puberal, manifiestan un amesetamiento o estabilización de su capacidad motora debido a la mayor concentración de tejido graso, producido como consecuencia de una combinación de factores; por un lado el incremento de los niveles de estrógenos en la pubertad y de la relación estrógeno-testosterona, lo cual determinaría la mayor predisposición de tejido graso en el organismo. Muy por el contrario, los niños experimentan un constante crecimiento de su capacidad y los valores de tejido graso se mantienen estables. Un factor importante a tener en cuenta es la intensidad de acumulación de las mismas, lo cual dependerá en gran medida de sus hábitos alimenticios y de ejercitación. Llegado a la madurez física, encontraremos un contenido de grasa corporal en promedio en los hombres del 15 % y del 25 % en las mujeres (Wilmore y Costill, 2004).

El pliegue cutáneo es una doble capa de piel y tejido celular subcutáneo. Si bien la grasa corporal se encuentra depositada en diferentes lugares del cuerpo humano, la medición del grosor del tejido celular subcutáneo permite una estimación de la grasa corporal total. Se toman los pliegues en 7 puntos. Estos son bicipital, tricipital, subescapular, axilar media, suprailíaca, abdominal y pantorrilla media de acuerdo a la protocolización. También pueden tomarse para el análisis valores de 3 de ellas, tricipital, subescapular y suprailíaca. Esta es una medida importante del estado nutricional, porque se relaciona muy bien con el contenido graso corporal. (Bazán, 1995).

Tabla Nº 5 – Valores absolutos de pliegues cutáneos (media de 3 y 7) en escolares brasileros

EDAD	VARONES		MUJERES	
	3	7	3	7
	X	X	X	X
7 años	7.54	7.35	7.92	7.69
8 años	7.18	6.99	8.81*	8.49
9 años	8.14	8.00	9.53	9.34
10 años	9.60	9.32	9.22	9.26
11 años	8.00	7.61	10.40*	9.74
12 años	7.57	7.12	10.89*	10.36*
13 años	7.48	7.10	12.10*	11.64*
14 años	7.73	7.03	11.92*	11.37*
15 años	8.30	7.78	13.72*	13.36*
16 años	8.31	8.03	13.09*	12.51*
17 años	8.61	8.25	13.26*	12.74*
18 años	7.99	7.61	12.91	12.14*

Modificado de Bazán, 1995.



En el Gráfico N° 9 se observa como a partir de los 10 años se produce un punto de inflexión en ambos sexos. Las mujeres comienzan a separarse de los varones, casi exponencialmente. Estos cambios repentinos surgen a consecuencia de cambios hormonales fundamentalmente, en preparación para el ingreso en la pubertad. Las niñas alrededor de los 15 años comienzan a estabilizarse, mientras los niños no sufren grandes modificaciones y manteniendo valores de alrededor de los 5 y 8 cm debido en gran parte a la liberación la testosterona.

1.3. Los estadios de Tanner

Debido a la gran variabilidad respecto al crecimiento y maduración, el establecimiento de la edad biológica es uno de los aspectos más relevantes a ser considerado por el entrenador al momento de tomar decisiones pedagógicas y metodológicas de entrenamiento, debido a que el rendimiento físico estará influido en gran proporción por el grado de maduración en que se encuentren los niños/as. Existen diferentes técnicas que permite a identificar a estos periodos; gracias a ellos el entrenador podrá agrupar y reagrupar equipos ya sea para el entrenamiento como para la competición. Dentro de los métodos más conocidos está el de los 5 estadios de Tanner (1962). Este test, es una escala o estadios de desarrollo físico de los niños/as, adolescentes y adultos, el mismo consiste en la valoración física del desarrollo basado en caracteres primarios y secundarios sexuales, (vello púbico y axilar- tamaño mamario y tamaño testicular) dividiéndolos en 5 estadios (De Ponte, 2009).

Estadio de Tanner	Edad biológica (años)	Descripción	Fotografía
Mama 1	< de 10 años y 6 meses	Pre-adolescente. Sólo existe elevación del pezón	
Mama 2	10 años y 6 meses	Etapa del botón mamario. Crecimiento de la glándula, sin sobrepasar la areola, a la cual solevanta.	
Mama 3	11 años	Hay mayor desarrollo de mama y areola pero sin separación de sus contornos. Se inicia el crecimiento del pezón	
Mama 4, aún sin menarca	12 años	Crecimiento de la areola y del pezón, apareciendo tres contornos.	
Menarca	12 años y 8 meses	Mama adulta. Sólo es prominente el pezón, la areola retirada al contorno general de la mama	

Modificado de Del Ponte, 2009

Tabla N° 7 – Desarrollo testicular y edad biológica en niños de Tanner			
Estadio de Tanner	Edad biológica (años)	Descripción	Fotografía
Genital 1	< de 12 años	(Pre-adolescente). Los testículos, escroto y pene son casi del mismo tamaño y forma que en la primera infancia.	
Genital 2	12 años	El escroto y los testículos aumentan ligeramente de tamaño. La piel del escroto se ha enrojecido y se ha modificado su textura. En este período el aumento del pene es escaso o no existe	
Genital 3	12 años y 6 meses	Testículos y escroto más desarrollados que en el período 2. El pene ha aumentado ligeramente, sobre todo en longitud.	
Genital 4	13 años y 6 meses	Pene más agrandado, aumento del diámetro y desarrollo del glande. Los testículos y el escroto están más desarrollados que en el período anterior y la piel escrotal es más oscura.	
Periodo 5	14 años y 6 meses	Los genitales tienen el tamaño y forma de las del adulto	

Modificado de Del Ponte , 2009

Existen otros indicadores para establecer la edad biológica, entre ellos; a través de la edad ósea, el desarrollo de los caracteres sexuales secundarios y los niveles hormonales en sangre. Para su practicidad solo hemos expuesto el test de Tanner. Actualmente los médicos utilizan este tipo de técnica de los 5 estadios de Tanner, cediendo la observación a los propios niños/as, facilitándoles las filminas en donde ellos mismos señalan en que estadio se

encuentran. La desventaja de esta opción es que requiere de una preparación previa, pero en reglas generales suele ser una muy buena herramienta en evaluación de poblaciones, por ser más preciso, de más fácil economía y difusión. Este invaluable aporte de información, en cuanto al estadio de maduración biológica, podría ser una herramienta a ser considerada por el equipo de entrenamiento, ya que a partir de estos datos podrían planificarse entrenamientos sobre bases sólidas.

1.4. Introducción a los sistemas de regulación del organismo

Como consecuencia de la evolución de los organismos unicelulares a multicelulares se fueron dando una serie de adaptaciones, entre ellas, la especialización de las células. Estos cambios hicieron que cada célula se identificase con una tarea específica con el objetivo de satisfacer sus propias necesidades y del organismo, produciendo al mismo tiempo que se hicieran muy sensibles a los cambios del medio celular (Houssey, 2000). Algunas de ellas comenzaron a adoptar funciones de control, donde su objetivo era mantener la constancia del medio interno dentro de ciertos límites, independientemente de las variaciones en el medio externo. Estos mecanismos de control son realizados por el SNC y por el sistema endócrino. Ambos coordinan estas tareas. El SNC a través de los centros nerviosos superiores influye sobre la actividad del sistema endócrino, específicamente sobre el hipotálamo, haciendo aumentar o disminuir la secreción liberadoras hipotalámicas, las cuales regulan la secreción de las hormonas hipofisarias. Otras de las vías de interrelación son logradas sobre el sistema nervioso autónomo (simpático-parasimpático). El SNC interviene en aquellas actividades que requieren intervenciones rápidas especialmente los percibidos a través de los sentidos y específicamente los de la contracción muscular. El sistema endocrino por el contrario no actúa de forma inmediata, pero, sus intervenciones son más duraderas, como por ejemplo, en el crecimiento, el desarrollo, el metabolismo y la reproducción.

1.4.1. Sistema nervioso

La evolución y desarrollo fisiológico del SNC depende de 3 factores:

1. La mielinización
2. El progresivo aumento de las dendritas y sus prolongaciones
3. El aumento de las sinapsis y circuitos polisinápticos

La maduración del sistema nervioso transcurre bajo el dominio de dos leyes; la de plasticidad y la especialización. La primera se refiere a la alta capacidad de las células nerviosas para desempeñar diferentes funciones y reorganizar sus conexiones sinápticas durante las primeras fases del desarrollo, para realizar funciones de sustitución y de suplencia, modificando sus mecanismos bioquímicos y fisiológicos. Una de las cuestiones a tener en cuenta con esta capacidad es que la misma puede darse de forma positiva como negativa; en la primera se posibilitan la creación y amplitud de la red mientras que en la segunda, se van eliminando las redes que no se utilizan.

Tipos de neuroplasticidad:

1. Adaptativa: Se establecen rutas de conexiones en base a la memoria y al estímulo.
2. Reconstructiva: Se recuperan parcial o totalmente las funciones perdidas.
3. Evolutiva: Maduración de los patrones de conexión modificados de acuerdo a la estimulación.

La especialización neuronal abarca los procesos mediante el cual aquellas redes o conexiones van especializándose a medida que transcurre el tiempo y se desarrolla el SNC. Durante el crecimiento los niños/as van a ir desarrollando las diferentes cualidades físicas en concordancia con el desarrollo del sistema nervioso. La neurona se encuentra recubierta por una sustancia lipídica aislante conocida como mielina. Esta cobertura colabora en la transmisión de los impulsos nerviosos, concentrándolos y haciendo que los mismos se propaguen más rápidos y sean más eficientes, impidiendo el escape de la carga eléctrica (Rice, 1997). El proceso por el cual se recubren las fibras nerviosas se denomina mielinización. En la medida que esto se produce, las diferentes trayectorias entre el cerebro y los músculos esqueléticos van completándose, dando como resultado una mayor capacidad de los infantes para desarrollar actividades motoras cada vez más complejas (Rice, 1997).

Desde el nacimiento las fibras nerviosas comienzan a mielinizarse, en su inicio lo hacen las fibras nerviosas sensibles (aférentes), para luego centrarse en la mielinización de las fibras nerviosas motoras (eferentes). A la edad de 6 años podría considerarse completado el proceso de mielinización. Es importante mencionar también que la velocidad de canalización del sistema piramidal alcanza a los 13 años casi los valores de los adultos. La maduración de las fibras motoras periféricas (eferentes) se produce muy temprano, a la edad de 3 años se alcanzan los valores de adultos y en el caso de la velocidad de conducción de los aferentes periféricos a los 2 años (Nicolaus, 2004)

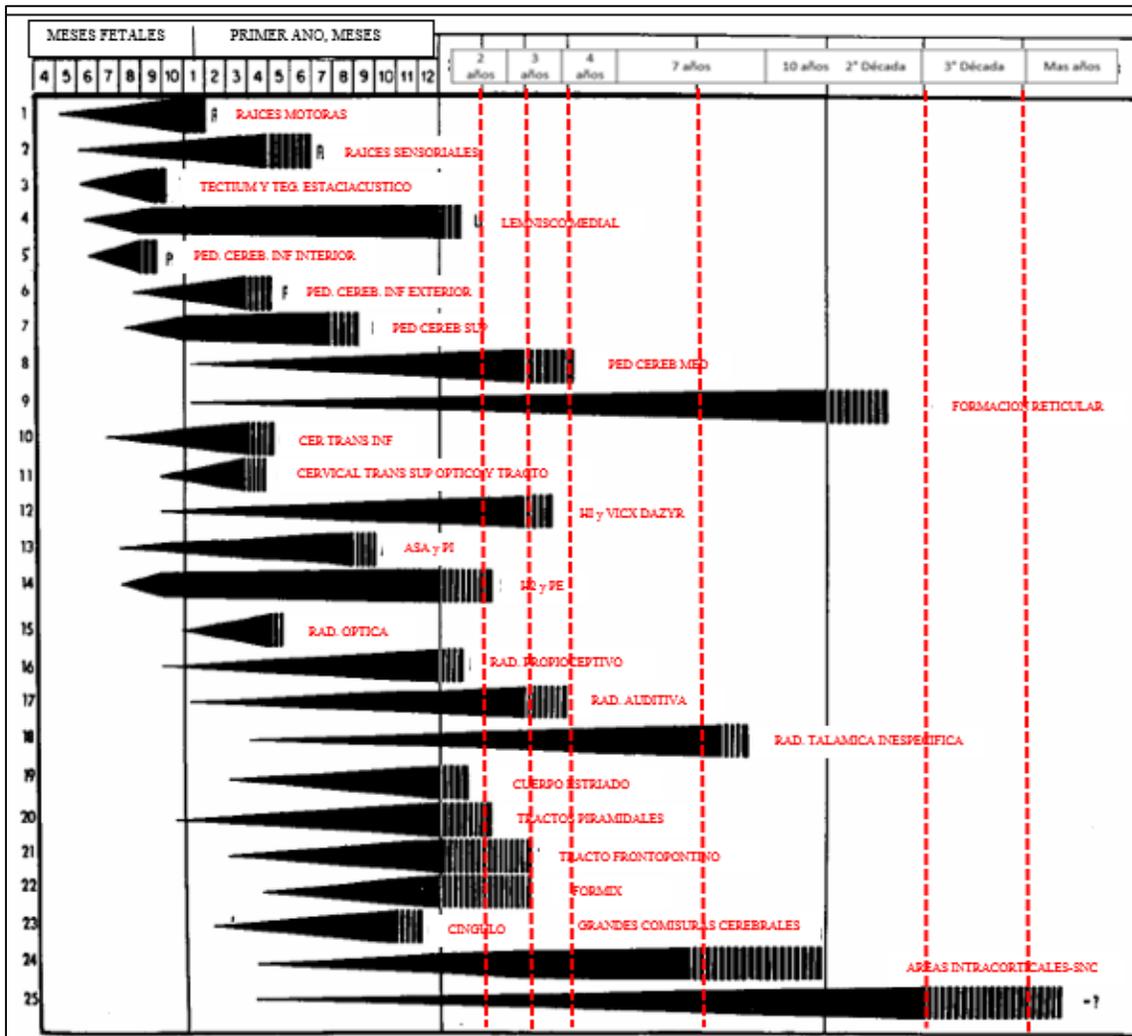


Gráfico N° 10 - Ciclos mielogenéticos del SNC a lo largo de los años
Modificado de García Sánchez, 2006.

Como se puede ver en el Gráfico N° 10 se observa las diferentes partes que conforman el sistema nervioso y sus ciclos de mielinización. A los 4 años gran parte de la mielinización se ha completado, de las 25 partes, 21 han completado su ciclo. Prácticamente de las 25 partes, 23 de ellas a la edad de los 10 años, ya han completado su ciclo, por lo cual, el niño/a se encontrará con un alto grado de desarrollo del sistema nervioso. Solo la formación reticular y las áreas corticales proseguirán su ciclo, finalizando la primera alrededor de los 18 años y de la segunda continúan hasta pasados los 30 años.

1.4.2. Sistema hormonal

La pubertad es un periodo vital del ser humano en donde comienzan a generarse determinados cambios físicos y hormonales. La caracterización de este periodo se centra en la aceleración repentina del crecimiento, debido a un aumento en las secreciones hormonales, especialmente por las gónadas y las adrenales. Este veloz aumento en la velocidad no solo afectará al sistema musculo-esquelético, sino también a los órganos internos. Estas modificaciones serán el punto de inflexión de las diferencias que a partir de las mismas generara entre varones y mujeres.

Cambios músculos-esquelético

Durante esta etapa se experimenta la mayor velocidad de crecimiento después de la infancia, este transcurre de acuerdo tres etapas:

1. Tiempo de la mínima velocidad de crecimiento peri puberal
2. Tiempo de la máxima velocidad de crecimiento (Fase III y IV en los niños).
3. Tiempo de disminución o cese de la velocidad

El pico de velocidad de crecimiento es mayor en los niños que en las niñas. Los niños llegan en el año a un aumento de entre 7 y 12 cm; las niñas entre 6 a 11 cm. El aumento en la talla es el resultado acumulativo del crecimiento longitudinal de piernas y tronco. Las piernas crecen antes y un año después se produce el crecimiento del tronco. Una de las evaluaciones para estimar el grado de maduración fisiológica es la radiografía de manos. La determinación

de este aspecto nos aportará información muy valiosa, en este caso, cuanto crecimiento le queda al niño y de esta manera poder estimar su talla final. Uno de los métodos utilizados es el método de Fishman (Zurita y Fuentes, 2009); este consiste en la evaluación de 11 indicadores de maduración carpal que a su vez se dividen en 4 fases:

Fase n° 1 – Ensanchamiento de la epífisis

1. SMI 1: Tercer dedo, falange proximal
2. SMI 2: Tercer dedo, falange media
3. SMI 3: Quinto dedo, falange media

Fase n° 2 – Osificación

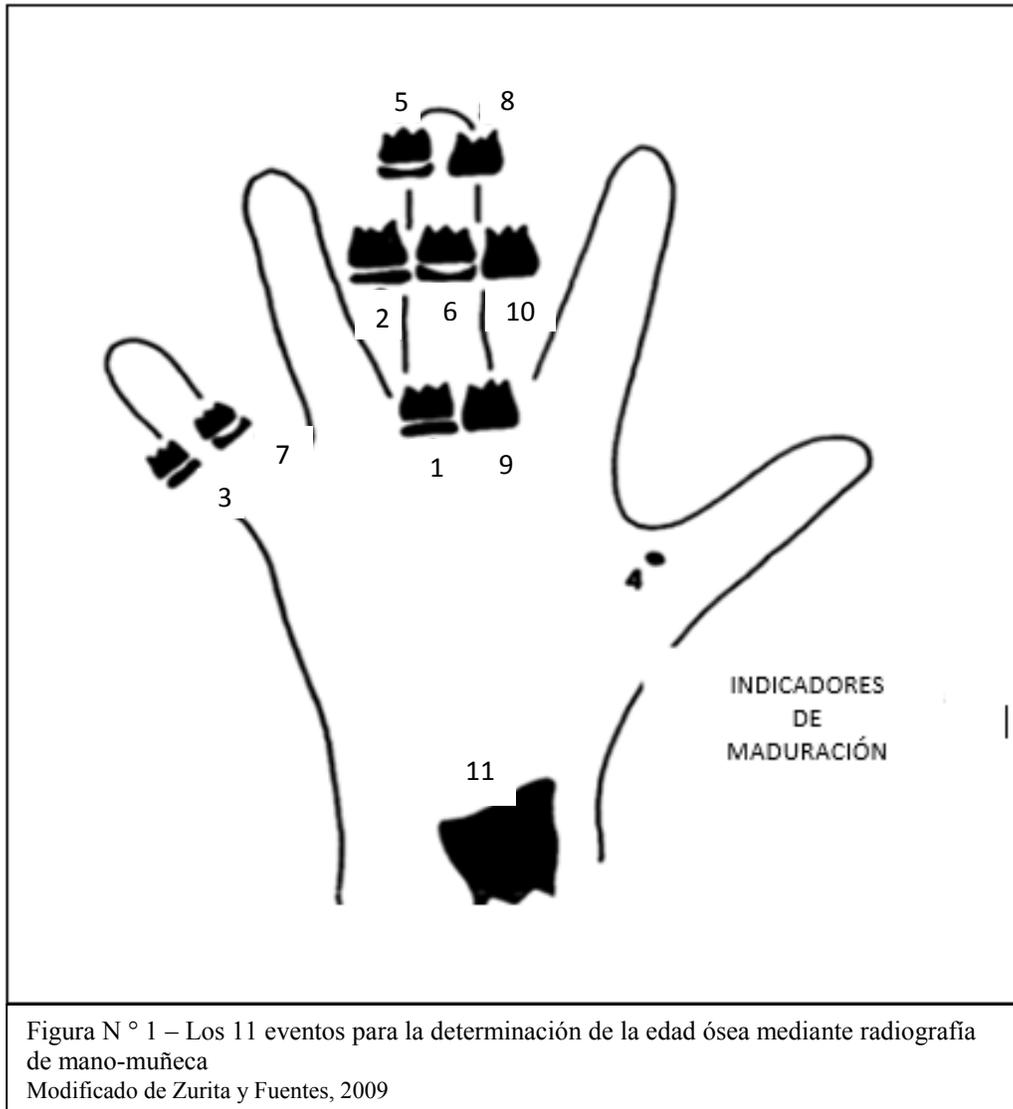
4. SMI 4: Aductor sesamoideo

Fase n° 3 – Encapsulamiento de la epífisis

5. SMI 5: Tercer dedo, falange distal
6. SMI 6: Tercer dedo, falange media
7. SMI 7: Quinto dedo, falange media

Fase n° 4 – Fusión de epífisis y diáfisis

8. SMI 8: Tercer dedo, falange distal
9. SMI 9: Tercer dedo, falange proximal
10. SMI 10: Tercer dedo, falange media
11. SMI 11: Fusión del radio



Con respecto a los cambios en la composición corporal, los mismos estarán supeditados fundamentalmente de acuerdo a los niveles hormonales. La masa muscular comienza a aumentar en el inicio de la pubertad tanto en los niños como en las niñas, solo que los niños ya hubieron comenzado a partir de los 9 años y medio. La masa muscular continúa aumentando a la vez que la pubertad se desarrolla en ambos casos, pero los niños continúan llevando la delantera. En ellos se produce un notable incremento del grosor del hueso y músculo, acompañado con una disminución del tejido graso. El aumento máximo del grosor del músculo en ambos casos coincide con el pico de mayor crecimiento.

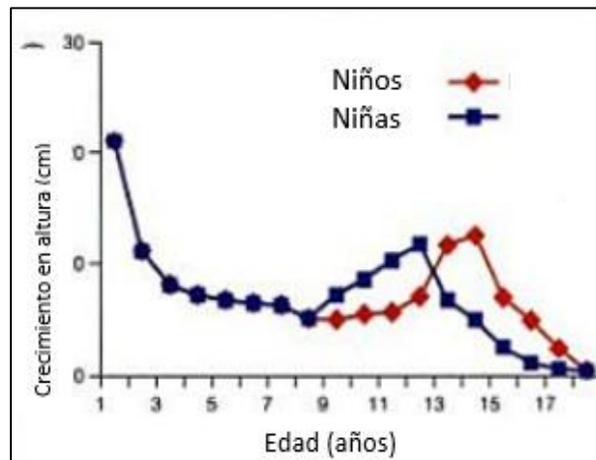


Gráfico N ° 11 – Tasa de crecimiento en niños y niñas entre 1 y 18 años
Modificado López Chicharro

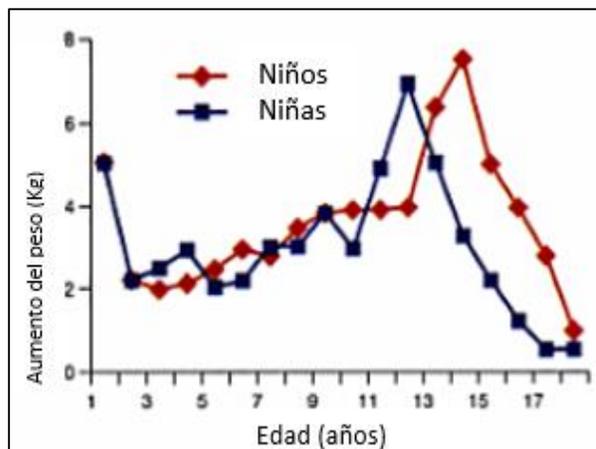


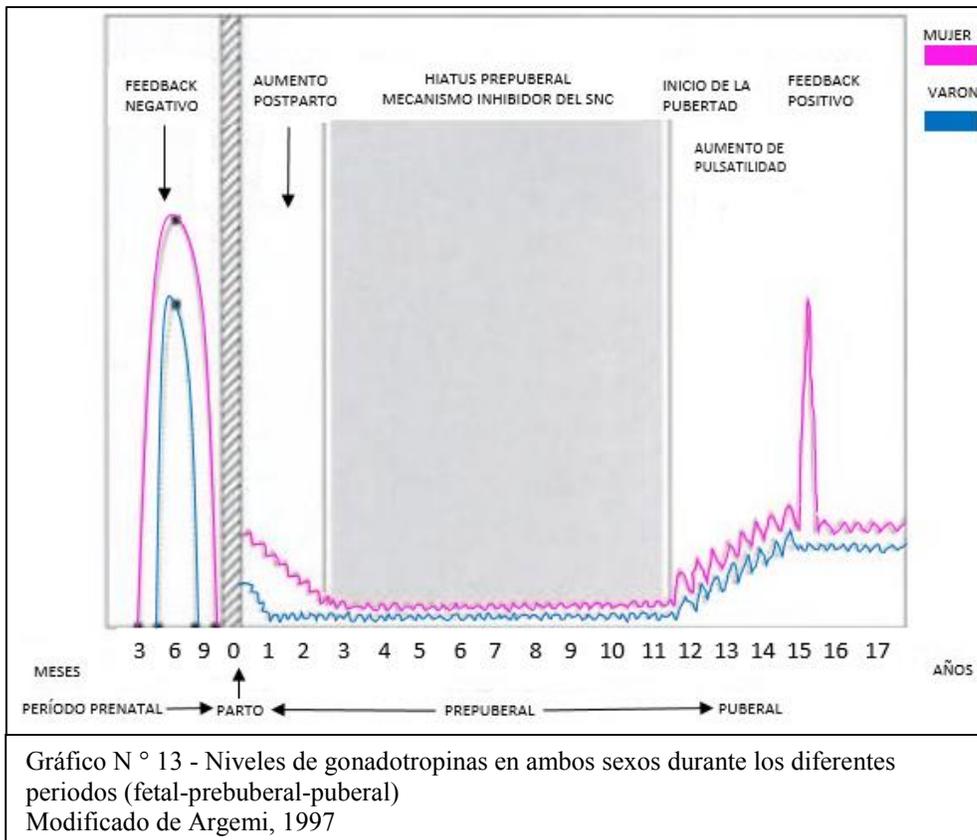
Gráfico N ° 12 – Variación del peso en niños y niñas entre 1 y 18 años
Modificado López Chicharro

Factores que determinan el crecimiento:

1. Incremento en la secreción de Gn-RH
2. Aumentos en la amplitud de los pulsos de GH
3. Aumento en la síntesis de SM-C
4. Acción directa del estradiol sobre el cartílago de crecimiento.

Cambios hormonales

El mecanismo hormonal que regula la actividad hipotálamo-hipofiso-gonadal, se inicia con la secreción de la hormona estimulante de la liberación de gonadotropinas que esta es la GnRH. Las gonadotropinas son secretadas por la hipófisis, ellas son la LH (hormona leutinizante) y FSH (hormona foliculoestimulante). Desde la infancia estas hormonas no dejan de estar presentes, se pueden encontrar rastros de ellas en concentraciones muy bajas siendo sus pulsos de muy poca intensidad durante las 24 horas. Los niveles de la LH suelen ser menores que la FSH. Al ir acercándose a la pubertad la LH comienza a tomar protagonismo gracias a los incrementos de la secreción pulsátil nocturna (Argemi, 1997). Esta variación es el primer signo bioquímico del inicio de la pubertad. En las etapas finales de la pubertad la secreción también aumenta durante el día.



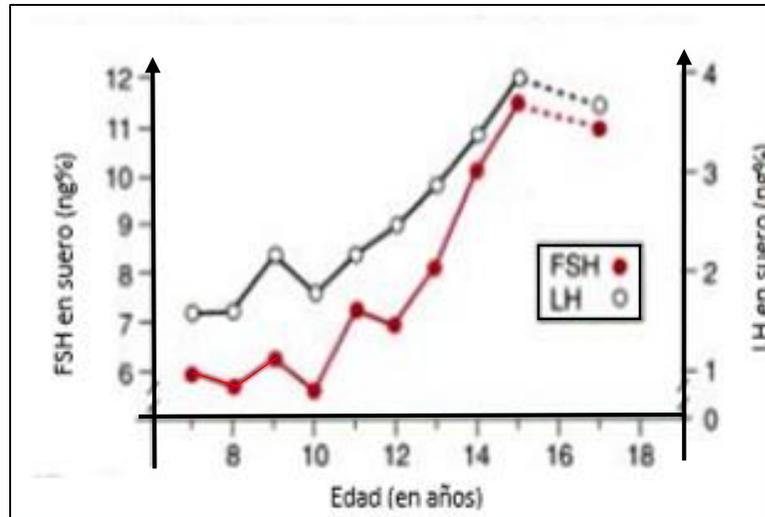


Gráfico N° 14 – Valores de gonadotropinas en diferentes fases del desarrollo.
Modificado de Argemi, 1997

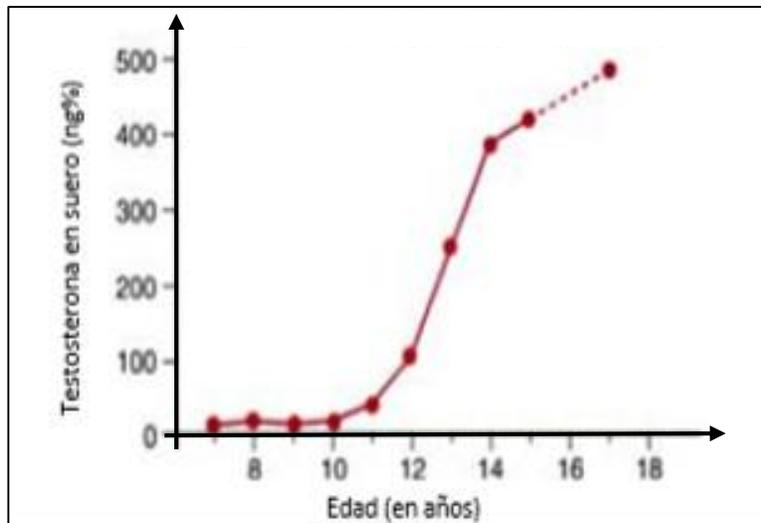
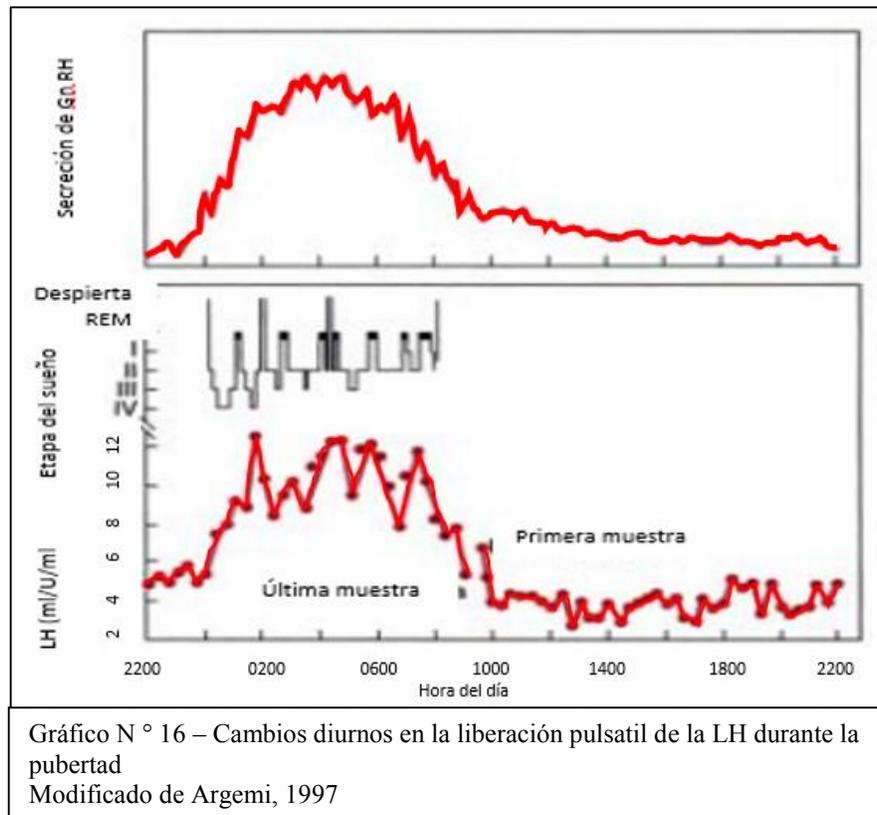


Gráfico N° 15 – Valores de testosterona en diferentes fases del desarrollo.
Modificado de Argemi, 1997

En los Gráficos N° 14 y 15 pueden observarse como a partir de los 10 años de edad, comienzan a incrementarse en forma exponencial los niveles de FSH y LH. Dentro de las hormonas que secretan los testículos, su principal hormona es la testosterona. Al mismo tiempo también produce otros esteroides como es la dihidrotestosterona, androstenediona y estradiol. Un dato muy importante es que entre los 10 y 17 años los niveles plasmáticos de la

testosterona aumentan entre 30-40 veces, luego los niveles de LH y FSH se mantendrán estables. En las mujeres la principal hormona es el estradiol; también produce otros esteroides como estrona, androstenediona, testosterona y androstenedioles. Los niveles plasmáticos del estradiol comienzan a aumentar alrededor de los 10 años, alcanzando sus valores máximos a los 14 años. De acuerdo a estos datos sería conveniente iniciar e ir incrementando rápidamente en esa edad con los entrenamientos paulatinos de la capacidad anaeróbica con trabajos lácticos adecuados al nivel y edad biológica del niño/a.



Como se puede observar en el gráfico N° 16 los cambios hormonales durante el descanso nocturno en la etapa de la pubertad son muy importantes. Los picos pulsátiles máximos de secreción los podemos observar entre las 2 y 8 hs. de la mañana. Sería importante que el entrenador hiciera hincapié en el descanso nocturno fundamentalmente en estas etapas. De acuerdo a estos datos los entrenamientos en estas etapas debieran comenzar después de las 8 hs. de la mañana, por lo menos, durante estos periodos críticos.

Ontogenia de los cambios del eje hipotálamo-hipofiso-gonadal durante la pubertad en las niñas:

1. Aumento de la secreción pulsátil de GrRH, inicialmente con escasa frecuencia, una vez por mes, pero de manera cíclica desde su inicio. Paralelamente se produce un aumento en su bioactividad.
2. Aumento en la secreción de LH y FSH
3. Aumento en la producción de estradiol por el ovario
4. Aumento en la amplitud de los pulsos nocturno de LH y FSH
5. Aumento en la amplitud de los pulsos diurno de LH y FSH
6. Maduración del mecanismo de retroalimentación positivo ejercido por el estradiol capaz de inducir liberación de LH y FSH.
7. Ovulación

1.5. La fuerza muscular

Con la cualidad de la fuerza, sucede algo muy parecido. Va incrementándose con la edad y en especial con la masa corporal. Las fibras musculares comienzan a crecer no solo en longitud, sino también en sus diámetros. Estos componentes en conjunto son los responsables del aumento de la fuerza durante el crecimiento (López Chicharro, 2006). Generalmente las mujeres alcanzarían el máximo de fuerzas a la edad de los 20 años y los varones entre los 20 y 30 años (Wilmore y Costill, 2004). Los cambios hormonales en la pubertad son los responsables del incremento de la fuerza en ambos casos, en los niños podría deberse a la acción directa anabólica de la testosterona sobre las fibras musculares. Otro aspecto importante a destacar son los cambios que se producen en la composición corporal durante la pubertad, en especial, de acuerdo al género. Las niñas comienzan a acumular mayor grasa subcutánea, por efecto estrogénico. Este efecto fisiológico actúa directamente sobre el porcentaje muscular. El mismo irá disminuyendo con el paso de los años. Los mecanismos de amortiguación en este caso son los niveles de realización de actividad física. Generalmente las niñas comienzan hacerse más sedentarias, a diferencia de los niños que en todo caso mantienen el nivel de actividad o lo superan (Wilmore y Costill, 2004).

Los niveles de fuerza se verán condicionados y necesitarán de una madurez nerviosa. La mielinización de muchos nervios motores solo se completara a la llegada de la madurez sexual, lo cual conlleva a una limitación del control neural sobre la función muscular. Solo podrá alcanzarse altos niveles de fuerza si se ha completado la madurez del sistema nervioso (López Chicharro, 2006).

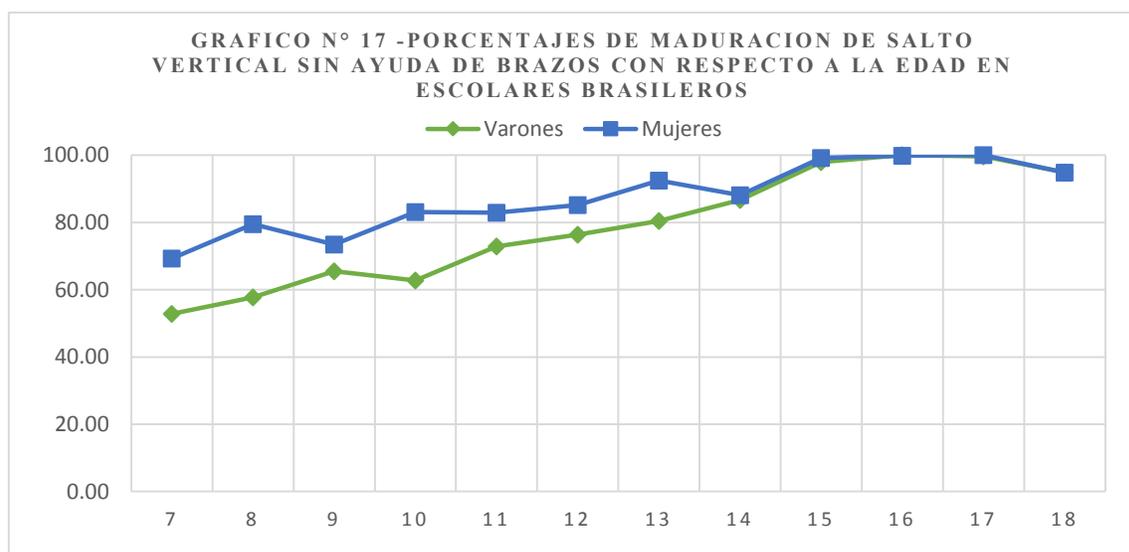
1.6. Evolución de la fuerza en miembros superiores e inferiores en mujeres y varones de 7 a 18 años en escolares brasileiros

Fuerza de miembros inferiores

Tabla N° 8 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de salto vertical sin ayuda de brazos en escolares brasileiros

EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	18.43	52.81	19.07	69.27
8 años	20.17	57.79	21.90	79.55
9 años	22.87	65.53	20.23	73.48
10 años	21.90	62.75	22.87	83.07
11 años	25.45*	72.92	22.82	82.89
12 años	26.67*	76.42	23.45	85.18
13 años	28.07*	80.43	25.47	92.52
14 años	30.25*	86.68	24.25	88.09
15 años	34.20*	97.99	27.30	99.16
16 años	34.90*	100.00	27.48	99.82
17 años	34.77*	99.63	27.53	100.00
18 años	33.13	94.93	26.10	94.81

*(p< 0.01) t-Student - Modificado de Bazán, 1995.



Fuente: Bazán, 1995

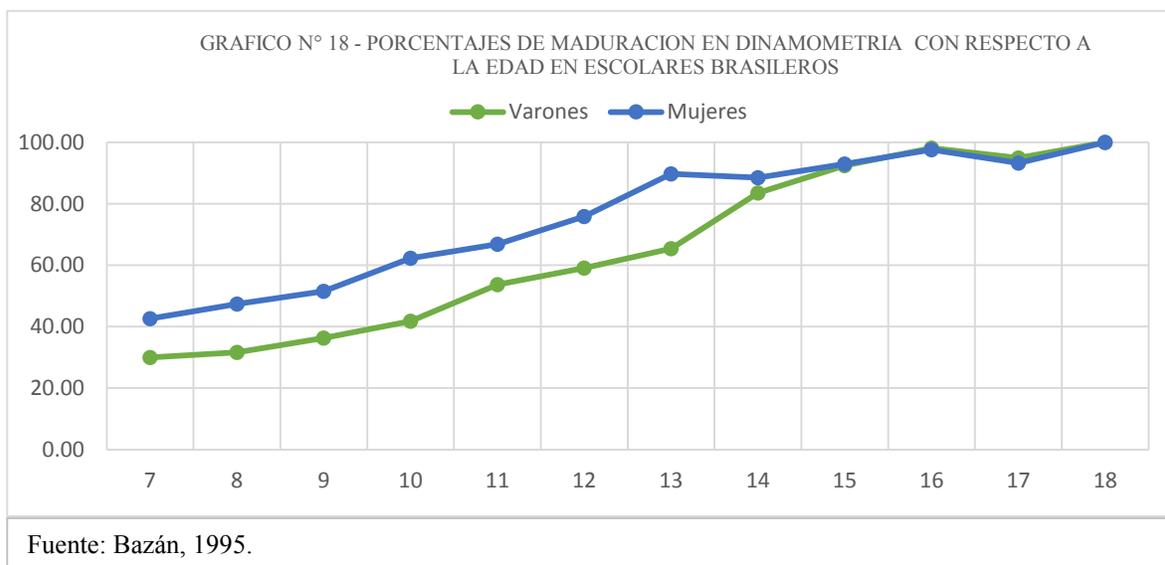
En el gráfico N° 16 puede observarse como las niñas hasta los 14 años mantienen porcentajes superiores con respecto a los niños, recién a esa edad los niños igualan a las niñas. Estos datos demuestran que las niñas tempranamente se encuentran en condiciones para comenzar un trabajo de estimulación de la fuerza; a la edad de 10 años ya se encuentran en valores del 83.07 %. En los niños esta situación solo lo encontramos a la edad de los 14 años.

Fuerza de miembros superiores

Tabla N° 9 – Valores absolutos y porcentajes de maduración en miembros superiores en escolares brasileros

EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	13.13	30.03	13.30	42.63
8 años	13.83	31.63	14.77	47.34
9 años	15.90	36.36	16.07	51.51
10 años	18.27	41.78	19.43	62.28
11 años	23.47	53.67	20.87	66.89
12 años	25.83	59.07	23.67	75.87
13 años	28.60	65.40	28.00	89.74
14 años	36.53*	83.54	27.60	88.46
15 años	40.40*	92.39	29.00	92.95
16 años	42.90*	98.10	30.47	97.66
17 años	41.53*	94.97	29.10	93.27
18 años	43.73*	100.00	31.20	100.00

*(p< 0.01) "t" Student – Modificado de Bazán, 1995.



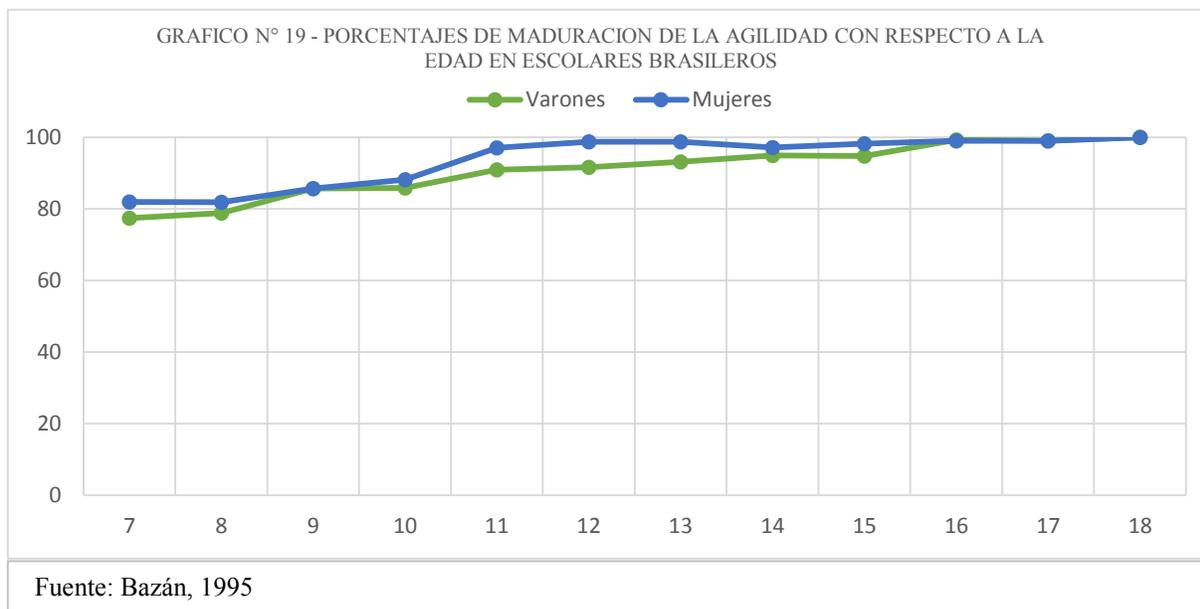
En el Gráfico N° 18 se repite prácticamente la misma situación que en los miembros superiores. Las niñas nuevamente llevan la delantera; solo que en ambos casos los porcentajes son menores respecto a las miembros inferiores. Encontramos a las niñas en valores por sobre el 80 % recién a la edad de los 13 años; en los niños a los 14 años. Se igualan en porcentajes a la edad de los 15 años. Nuevamente se confirma la situación en que las niñas debieran ser estimuladas tempranamente. Este es un dato muy importante a tener en cuenta por los entrenadores de natación, ya que los miembros inferiores son los principales propulsores.

1.7. Evolución y comparación de la agilidad en mujeres y varones de 7 a 18 años en escolares brasileros

La agilidad se refiere a la maniobrabilidad de un individuo, es decir, la capacidad para desviar la dirección del movimiento rápidamente, sin pérdida del equilibrio o del sentido de la posición. Es una combinación de velocidad, fuerza, reacciones reflejas, equilibrio y coordinación (Ortega Sánchez, 1992). Es por ello que será necesario que todos estos componentes se encuentren maduros

Tabla N° 10 – Valores absolutos y porcentajes de maduración de la agilidad en escolares brasileros				
	VARONES		MUJERES	
EDAD	X	%	X	%
7 años	13.42*	77.50	14.54	82.00
8 años	13.31*	78.90	14.56	81.90
9 años	12.32*	85.70	13.91	85.70
10 años	12.76*	85.90	13.51	88.20
11 años	11.29*	91.00	12.28	97.10
12 años	11.41*	91.70	12.07	98.80
13 años	11.22*	93.20	12.06	98.80
14 años	11.01*	95.00	12.26	97.20
15 años	11.03*	94.80	12.36	98.30
16 años	10.53*	99.30	12.03	99.10
17 años	10.55*	99.10	12.03	99.10
18 años	10.46*	100	11.92	100

*(p< 0.01) **t-Student- Modificado de Bazán, 1995.



1.8. Consumo Máximo de O₂

El aumento de crecimiento desde la niñez, pasando por la pubertad hasta llegar a la adultez, trae como consecuencia que determinadas variables fisiológicas experimenten una serie de modificaciones. La potencia aeróbica dependerá del desarrollo de determinados órganos, en este caso, el corazón, los pulmones y los músculos; el corazón teniendo como función la eyección de la sangre a la circulación y de los tejidos en especial de los músculos encargados de extraer el O₂ necesario. Cuando todas estas funciones se encuentren al máximo de rendimiento, se podrá obtener el VO₂max. La evolución de este como mencionamos anteriormente se da como consecuencia de desarrollos de órganos o sistemas (el sistema cardiovascular, el aparato respiratorio) El crecimiento del corazón, el aumento del contenido total en sangre y el incremento de la ventilación al doble al terminar la adolescencia, determinan en gran parte el aumento del mismo. Existen 2 formas de realizar una lectura del mismo a través de valores absolutos y relativos (Calderón Montero, 2007).

En valores absolutos, la medida se hace sobre L/min; en el caso de la niñez estos valores siguen un comportamiento lineal hasta la finalización de la pubertad, 16 años en los niños y 13 en las mujeres (Calderón Montero, 2007). En valores relativos, la medida está determinada de acuerdo al peso corporal (ml/Kg/min) y sirve para comparar a individuos de diferentes tamaños corporales. Este tipo de unidad es de conveniente uso solo en aquellos trabajos

aeróbicos donde se soporta el propio peso corporal (Shephard, 2000). De acuerdo a esta última forma de medición, existen varias controversias; una de ellas indicaría que los valores se mantendrían constante a través de los años, otros estudios de corte longitudinal han demostrado lo contrario; la velocidad del aumento del peso es mayor que el aumento del VO_2 max, por lo tanto el mismo descendería. Con respecto a lo que sucede en cada género antes de la pubertad, las niñas poseen igual valor o aproximadamente el 85/90 % del correspondiente a los niños; luego de la maduración pasan a un 70 % del valor de niños (Calderón Montero, 2007).

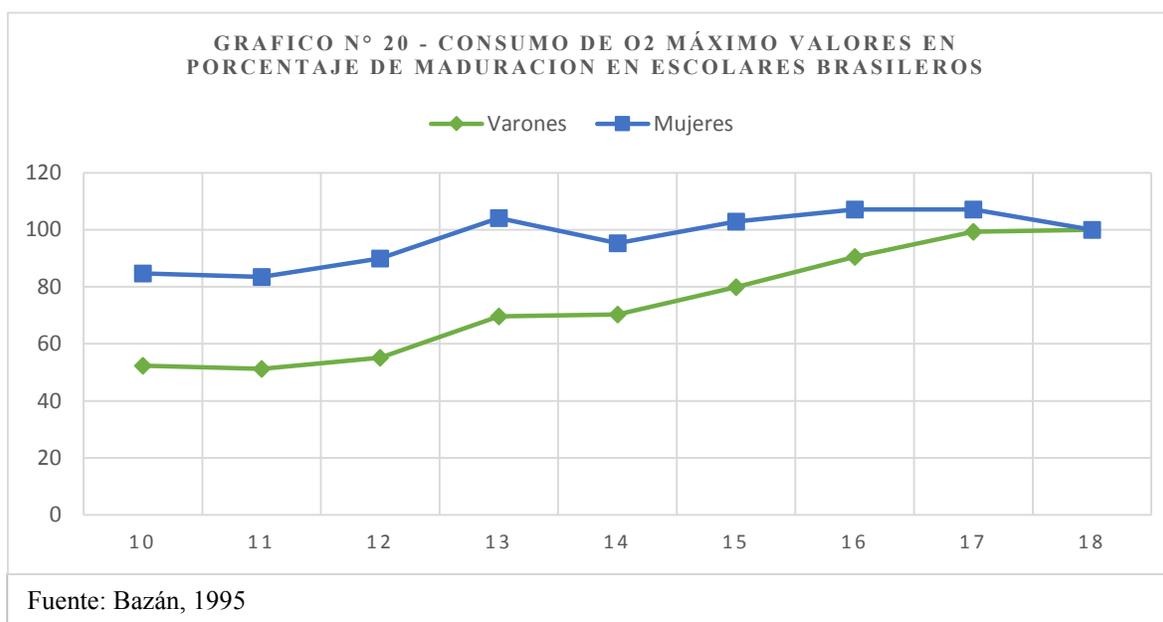
Para la medición y obtención del VO_2 max es importante en primer lugar, seleccionar una actividad física que involucre la mayor cantidad de músculos en su realización, y en segundo lugar, tener en cuenta la familiaridad con la misma; ya que el costo energético por consecuencia de una ineficacia mecánica tiende a ser mayor en estas circunstancias. Los niños generalmente tienden a realizar los ejercicios de un modo mecánico ineficaz debido a su desarrollo incompleto de las habilidades motoras (Shephard, 2000). El rendimiento comienza a mejorar cuando se llega a una familiarización con el tipo de actividad y cuando el desarrollo va completándose a lo largo de los años.

De acuerdo a los trabajos que han valorado el aumento del VO_2 max con un entrenamiento aeróbico, pudo observarse que los mismo sólo han llegado a valores entre un 10 % en la mayoría y de un 15 % en otros (Guerrero, 2005). Luego de un meta análisis de 51 estudios respecto a esta cuestión, pudo arribar a la conclusión de que la mejora media alcanza valores entre el 8 a 10 % en aquellos trabajos con pretensiones de efectos significativas del entrenamiento, y solo del 5 % en las restantes. De acuerdo a estos datos, debería concluirse que no existe base científica suficiente para defender una mejora sustancial del VO_2 max en los niños con relación al entrenamiento aeróbico (Guerrero, 2005).

Tabla N° 11 – Valores absolutos y porcentajes de maduración del Consumo Máximo de O2 en escolares brasileros

EDAD	VARONES		MUJERES	
	L/Min	%	L/Min	%
10 años	1.48	52.3	1.44	84.7
11 años	1.45	51.2	1.42	83.5
12 años	1.56	55.1	1.53	90
13 años	1.97	69.6	1.57	104.1
14 años	1.99	70.3	1.62	95.3
15 años	2.26	79.9	1.75	102.9
16 años	2.56	90.5	1.82	107.1
17 años	2.81	99.3	1.82	107.1
18 años	2.83	100	1.70	100

*(p< 0.01) "t" Student
Modificado de Bazán, 1995.



Como se puede observar en el Grafico N° 20 las niñas tempranamente poseen valores por sobre el 80 %, muy por el contrario, los niños solo obtienen valores similares a la edad de 16 años. Las niñas continúan por sobre los valores de las niños hasta alcanzar un punto de encuentro de similares valores a la edad de 18 años. Estos datos continúan reforzando la idea de una preparación temprana de las niñas por sobre los niños; por lo tanto sería conveniente comenzar con las niñas los entrenamientos más intensivos a la edad de los 10 años.

1.9. Potencia anaeróbica

Actualmente en la literatura se han puesto de manifiesto los siguientes supuestos en cuanto a lo que sucede con el sistema anaeróbico en los niños. Los niños con respecto a los adultos, tienen menor capacidad para producir energía a través del sistema anaeróbico (glucólisis anaeróbica). La glucólisis anaeróbica constituye en los niños solo un paso intermedio hacia el sistema oxidativo y no en si un sistema eficiente de producción de energía (Hegedus, 2008). El factor enzimático es clave en este aspecto, a los 5/6 años de edad tienen disminuida la función del LDH (lactato deshidrogenasa) en aproximadamente un 50 % en comparación a los valores 5 años más tarde. La concentración de lactato, se ve disminuida en comparación con los adultos, en musculo y sangre, debido a una menor capacidad glucolítica. Las bajas concentraciones reflejarían una menor concentración de la PFK, la cual es la encargada de regular el ritmo de la glucólisis (Wilmore y Costill, 2004).

Por otro lado, en un trabajo de revisionismo de fisiología del ejercicio en niños realizado por Guerrero (2005), pone en controversias algunas cuestiones, en especial a las mencionadas anteriormente y fundamentalmente en cuanto a aspectos éticos/metodológicos que limitan la disponibilidad de datos y de las conclusiones a partir de los mismos, es por este motivo que me parecen interesantes exponerlas también.

En estudios sobre la obtención de energía en los niños, se han encontrado distintos protocolos con muestras pequeñas. Esta situación en primera instancia nos debiera alertar sobre determinadas hipótesis que se han ido arrastrando como ciertas a lo largo de todo este tiempo. Una de ellas es la de que el niño posee un metabolismo anaeróbico inmaduro, debido a la baja actividad enzimática glucolítica, específicamente de la PKF y de la LDH; en contraste con una gran predisposición al trabajo aeróbico. De acuerdo a la forma de la actividad de los niños, estas afirmaciones contrastarían con la real actividad llevada a cabo por ellos, que es la basada fundamentalmente en movimientos y juegos de potencia, saltos, lanzamientos, carreras de corta duración y alta intensidad (Guerrero, 2005). Como mencionamos anteriormente diversos estudios muestran que los valores de lactato sanguíneo en niños, tomados de pruebas de fuerza y velocidad o del Test de Wingate; son menores en contraposición con adolescentes y adultos a consecuencia de una baja respuesta glucolítica, dando como resultado baja concentración tanto en sangre como en músculo a la finalización

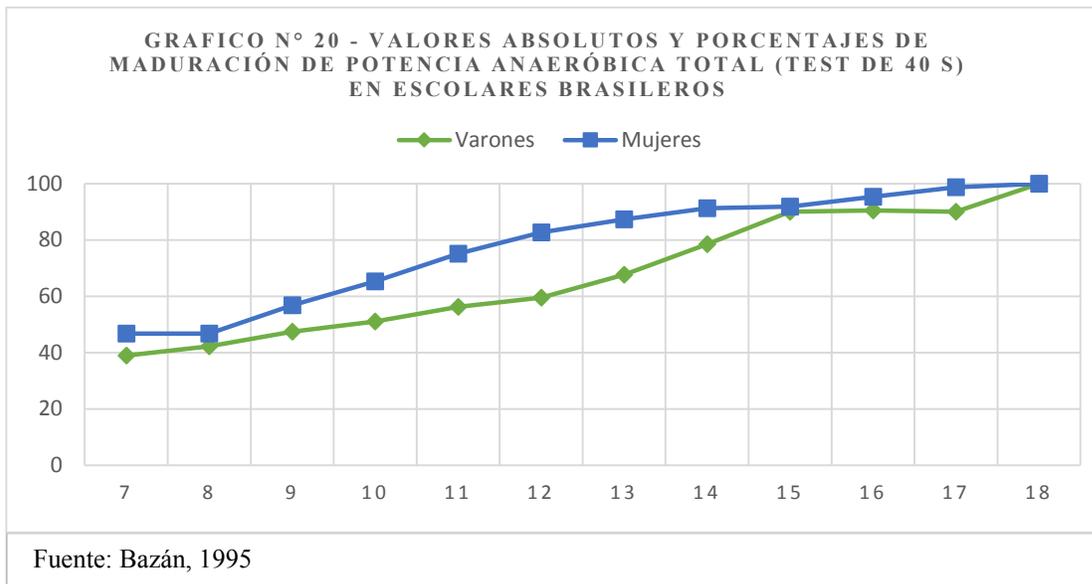
del ejercicio o actividad. Esta afirmación no haría más que aceptar la existencia de que una baja actividad en un sistema, en este caso, anaeróbico; implicaría una alta actividad enzimática oxidativa que se correlacionaría con los menores niveles de lactato tras las realización de las pruebas y al ser contrastados con los adolescentes y adultos.

El entrenamiento en niños sería capaz de provocar un mejoramiento de la capacidad glucolítica como ocurre con los adultos, solo habrá tener en cuenta que estos logros podrán mantenerse manteniendo el estímulo que los ha provocado (López Chicharro, 2006).

Actualmente comienzan a considerarse la actividad de tipo anaeróbica como la manifestación más natural y espontánea en los niños. Un trabajo realizado con niños/as destaca la aplicación de este tipo de actividad (de corta duración y alta intensidad) dentro de las escuelas, concluyendo que un entrenamiento basado en este tipo de actividades pueden mejorar el rendimiento anaeróbico en los niños (la potencia muscular, la fuerza y la velocidad) (Guerrero, 2005). Un programa de este tipo de actividades (repetidas de corta duración y alta intensidad) en las escuelas debe ser considerado para la mejora tanto aeróbica como anaeróbica en niños.

EDAD	VARONES		MUJERES	
	X	%	X	%
7 años	178.03*	39	166.42	46.80
8 años	191.95*	42.20	169.50	46.80
9 años	197.29*	47.40	186.42	56.80
10 años	200.21*	51.01	189.93	65.30
11 años	203.34*	56.24	195.09	75.10
12 años	213.15*	59.50	195.82	82.70
13 años	221.48*	67.70	201.78	87.30
14 años	230.29*	78.50	204.35	91.30
15 años	246.54*	90.10	202.16	91.90
16 años	250.70*	90.50	197.29	95.40
17 años	240.20*	90.10	197.12	98.80
18 años	261.67*	100	201.09	100

*(p< 0.01) "t" Student
Modificado de Bazán, 1995.



En el gráfico N° 20 se observa como a partir de los 8 años comienzan a incrementarse los valores en ambos sexos. Las niñas tienen un mayor desarrollo de la potencia, a partir de los 9 años la brecha entre ambos géneros comienza a ser más amplia. Recién a la edad de 14 años vuelven a acercarse y a los 15 años confluyen. Las niñas a las 12 años se encuentran prácticamente en valores por sobre el 80 %, mientras los niños apenas alcanza el 60 %.

2. Entrenamiento biológico

Cuando hablamos de este tipo de entrenamiento nos referimos al conjunto de medios que se utilizan para conseguir que el organismo se encuentre en las condiciones óptimas de rendimiento, teniendo en cuenta aquellas características biológicas propias de la edad, es decir, realizados sobre la base de etapas de desarrollo favorables para el entrenamiento con el objetivo de consolidar una reserva de entrenamiento duradera.

Winter (1986) fue uno de los primeros en tratar estas cuestiones, afirmando que existen experiencias prácticas e hipótesis que justificarían la existencia objetiva de fases sensibles, a las cuales entenderemos por intervalos de tiempo limitados en los procesos de desarrollo de los seres vivos, en los que estos reaccionan a determinados estímulos del entorno con mayor

intensidad que en otros periodos temporales y con los correspondientes efectos para el desarrollo (Nicolaus, 2004). Ahondando más en el tema ha propuesto un nuevo concepto, para él más apropiado y que es el concepto de período crítico, entendido como un periodo – delimitado- dentro de una fase sensible, durante el cual deben aplicarse estímulos si es que se quieren obtener los efectos de desarrollo deseado; cuanto más estimuladas hayan estado, mejor grado de entrenabilidad; en consecuencia, mejores condiciones para la adaptación a otros estímulos. Baur (1991) también interesado en estos temas, agrega la variable del factor ambiental del niño, ya que, el organismo demostraba una gran sensibilidad hacia determinadas experiencias dentro de un determinado contexto social.

Por su parte, Martin (2007) no cuestiona las fases sensibles, muy por el contrario, apoya esta teoría afirmando que el grado en que cada capacidad es entrenable, dependerá de cómo hayan evolucionado aquellas condiciones de rendimiento en determinados periodos. De acuerdo a estos autores podríamos decir que sólo encontraremos rendimientos óptimos en el futuro solo en aquellas capacidades que hayan sido entrenadas en el momento de su aparición.

Nicolaus (2004) recomienda un trabajo cuidadoso sobre estas cuestiones, hace hincapié en el alto grado de individualidad en que los procesos se desarrollan. De acuerdo a estos cuestionamientos considero esencial describir particularmente ciertas capacidades y sus periodos aptos para la estimulación, desarrollo e intensificación, a partir de los cuales todo entrenador pueda comenzar a planificar. A continuación se expondrá un cuadro resumen.

Tabla N° 13 – Marco orientativo de las etapas de INICIO-DESARROLLO-INTENSIDAD sobre las fases sensibles

Capacidad motora	Preescolar 2 a 6 años	Prepuberal 7 a 10 años	Puberal 11 a 14 años	Pospuberal 15 a 17 años
Velocidad de reacción Velocidad de movimiento	Inicio Inicio	Inicio+desarrollo Inicio + desarrollo	Desarrollo+intensificación Intensificación	Intensificación Intensificación
Metabolismo Aeróbico Metabolismo Anaeróbico aláctico Metabolismo Anaeróbico láctico	Inicio Inicio	Inicio+desarrollo Desarrollo+intensificación	Desarrollo+intensificación Intensificación Inicio	Intensificación Intensificación Desarrollo+intensificación
Fuerza rápida Fuerza resistencia Fuerza máxima Hipertrofia muscular		Inicio+desarrollo Inicio	Desarrollo+intensificación Desarrollo Inicio+desarrollo Inicio	Intensificación Intensificación Desarrollo+intensificación Desarrollo+intensificación
Coordinación general Coordinación específica	Inicio+desarrollo Inicio	Desarrollo+intensificación Desarrollo+intensificación	Intensificación Intensificación	Intensificación Intensificación
Flexibilidad	Inicio+desarrollo	Desarrollo+intensificación	Intensificación	Intensificación
Etapas de la formación deportiva	Educación del movimiento	Iniciación deportiva generalizada		Especialización deportiva
Modificado de Nicolau, 2004				

2.1. Edad de logros de las mejores marcas en natación

Tabla N° 14 – Edad estimada en lograr las mejores marcas en natación		
Sexo y especialidad de los deportistas	Edad (años en que se han conseguido las mejores marcas)	Porcentaje respecto al n° global de nadadores estudiados
HOMBRES 100, 200 mts. n=88	16-17	13,6
	18-22	79,5
	23-25	6,9
HOMBRES 400, 1.500 mts. n=30	15-16	33,3
	17-20	56,7
	21-23	10,0
MUJERES 100, 200 mts. n=88	13-15	37,9
	16-20	50,0
	21-24	12,1
MUJERES 400 y 800 mts. n=88	13-14	20,8
	15-18	70,8
	19-21	8,4
Modificado de Platonov, 1994		

En la Tabla N° 14 se puede observar como en hombres y en mujeres de acuerdo a su especialidad en natación, fueron encontrados los mejores resultados deportivos. Nótese aquellos coloreados de rojo, son aquellas edades a las que en mayor número de casos se encontraron sus mejores marcas. Las mujeres mayoritariamente en todas las pruebas encuentran los resultados más tempranamente con respecto a los hombres. Estos datos coincidirían con los antes expuestos; para poder alcanzar sus mejores marcas a estas edades, deben comenzar antes que los hombres, aproximadamente entre los 9/10 años de edad.

Bibliografía

1. Argemi, J. (1997). *Tratado de endocrinología pediátrica*. España: Ediciones Díaz Santos S. A.
2. Báez Moría, E. (2002). *Crecimiento y desarrollo desde la concepción hasta la adolescencia*. República Dominicana: Santiago Concepción S.
3. Beachle, C. y Earle, R. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico*. España: Médica Panamericana
4. Baur, J. (1991). *Entrenamiento y fases sensibles*. España: Revista de entrenamiento deportivo.
5. Bazán, N. (1995). *Rutinas de evaluación*. San Caetano do Sul, Brasil: Centro de Estudio de Aptitud Física de San Caetano do Sul.
6. Calderón Montero, J. (2007). *Fisiología aplicada al deporte*. (2da. edición). Madrid: Tebar S.L.
7. De Ponte Machado, L. (2009). *Nutrición pediátrica*. Caracas: Médica Panamericana.
8. García Sánchez, F. (2006). *Etapas e índices de desarrollo del sistema nervioso*. Murcia, España: Dpto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en educación. Universidad de Murcia.
9. Guerrero, L. y Orellana, J. (2005). ¿Qué sabemos realmente acerca del trabajo físico en los niños? *Archivos de medicina del deporte, Volumen XXII*, 108, 311-317.
10. Guerrero, L. y Orellana, J. (2005). ¿Qué sabemos realmente acerca del trabajo físico en los niños? *Archivos de medicina del deporte, Volumen XXII*, 109, 389-396.
11. Hegedus, J. (2008). *Teoría y práctica del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires, Argentina: Stadium
12. Houssay, B. (2000). *Fisiología humana de Houssay*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo
13. Latorre, R., Herrador Sánchez, J. y Jiménez Lara, M. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar*. Aspectos metodológicos, preventivos. Barcelona: Paidotribo
14. López Chicharro, J., Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

15. Malina, R. (2014). Top 10 Research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance and fitness. *Research quarterly for exercise and sport. University of Texas.* 85, 157-173
16. Martin, D. (2007). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo.* Barcelona, España: Paidotribo.
17. Navarro Valdivieso, F. (2004). Entrenamiento adaptado a los jóvenes. *Revista de Educación y deporte.* 335, 61-80.
18. Nicolaus, J., Martin, D., Ostrowski, C. y Rost, K. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil.* Barcelona: Paidotribo.
19. Ortega, E. y Blazquez, A. (1982). *La actividad motriz en el niño de 6 a 8 años.* Madrid: Cincel
20. Platonov, V. (1994). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo.* Barcelona: Paidotribo.
21. Rice, P. (1997). *Desarrollo Humano, estudio del ciclo vital.* México, D.F: Universidad Autónoma de México - Pearson Prentice Hall.
22. Román Latorre, P., Sánchez Herrador, J. y Lara Jiménez, M. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar.* Aspectos metodológicos, preventivos e higiénicos. Barcelona: Paidotribo.
23. Shephard, R. (2000). *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio.* American College of Sports Medicine. Barcelona: Paidotribo.
24. Servicio de crecimiento y desarrollo (2009). *Informe de crecimiento de niños/as argentinos.* Buenos Aires: Hospital de pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan.
25. Tanner, J. M. (1968). Blackwell Scientific Publications. Oxford: Spring field thomas
26. Winter, R. (1986). Le fasi sensibili. *Revista de la cultura deportiva, Volumen 6,* 8-10.
27. Wilmore, J. y Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte.* Barcelona, España: Paidotribo.
28. Zurita, C. y Fuentes, A. (2009). Correlacion entre resultados de radiografía cervical-lateral y radiografía de mano-muñeca en la estimación de edad ósea en niñas. *Revista Chilena de Radiología, Volumen 15,* 39-45

Capítulo N° 2 – La adaptación en el deporte

1- La Adaptación en el entrenamiento deportivo

La forma en que se manifiestan las diferentes adaptaciones dentro del deporte es muy diversa. Nos encontramos muchas veces con cargas de diferentes orientaciones, de intensidad y duración, en las cuales se utilizan una gran variedad de ejercicios dirigidos al desarrollo y perfeccionamiento de la habilidad técnica deportiva. Estas particularidades se manifiestan a través de un escalonamiento paulatino lo que permite un acomodamiento a esas condiciones. Durante la carrera deportiva, el deportista atravesará por varios de estos escalones (iniciación-desarrollo- perfeccionamiento). Al mismo tiempo dentro de cada etapa se programarán también diferentes escalones (macrociclos-mesociclos-microciclos). El objetivo de cada uno de estos escalones será la de establecer un nuevo régimen de funcionamiento de los sistemas del organismo para prepararlos para el siguiente nivel (Platonov, 2001).

Al realizar cualquier tipo de actividad física, nuestro organismo se ve internamente afectado al mismo ocasionándole desajustes o desequilibrios. En virtud de ello tratará de generar los mecanismos de compensación necesarios para reestablecer el equilibrio interno. En el ámbito deportivo sucede lo mismo, la diferencia fundamental es que en este último se busca intencionalmente determinados efectos o respuestas para una situación determinada, en este caso, la competencia. Un fisiólogo austriaco Hans Selye por el año 1936 comenzó a realizar experimentos en animales tratando de encontrar reacciones fisiológicas del organismo ante la exposición a diferentes estímulos. Selye (1956) en su obra "The stress of life " expone todos sus descubrimientos. Estos hallazgos fueron inmediatamente tomados por la teoría del entrenamiento deportivo, definiendo a este nuevo concepto, como el conjunto de reacciones fisiológicas que provocan determinados cambios y que tienden a conservar la estabilidad relativa de su medio interno llamado homeostasis (Mishchenko y Monogarov, 2001).

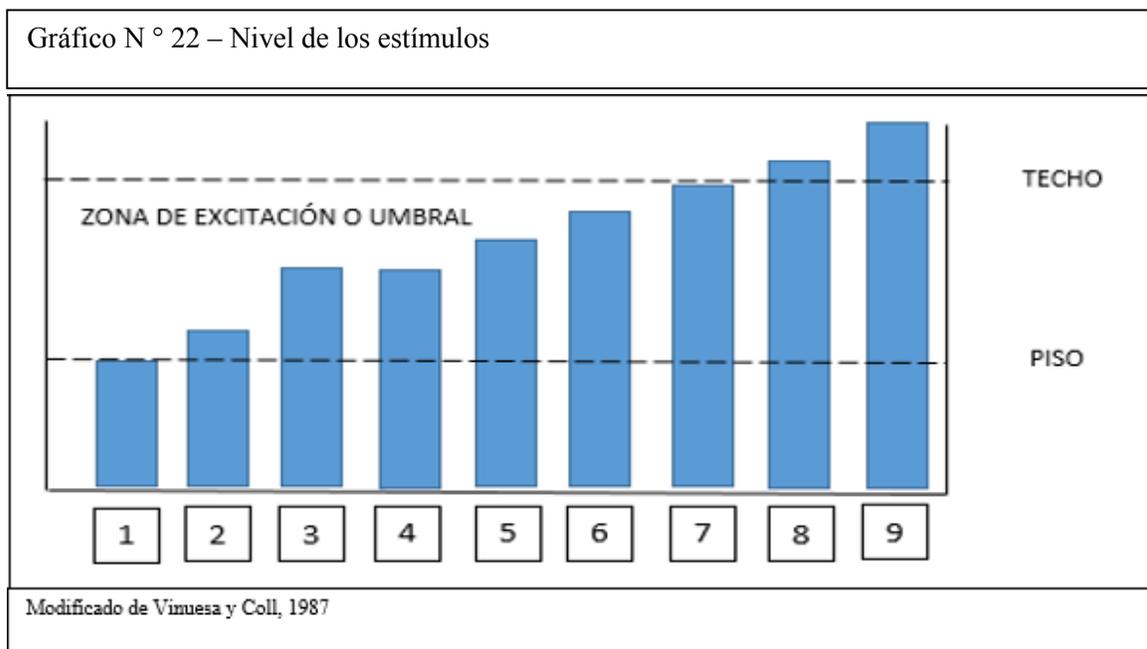
Cuando mencionamos anteriormente la intencionalidad dentro del deporte en la búsqueda de desequilibrios en el organismo, estamos definiendo el objetivo de los programas de entrenamiento, que es la de producir cambios metabólicos, fisiológicos y psicológicos con el

objetivo de lograr un alto nivel de preparación funcional a través de cargas físicas crecientes y decrecientes con el objetivo de una mejora en el rendimiento.

La homeostasis es el principio mediante el cual el organismo mantiene en equilibrio todos sus sistemas. A través del entrenamiento y la implementación de sobrecargas el organismo se desequilibra buscando nuevos niveles de adaptación. Si las cargas se repiten sistemáticamente el cuerpo comienza a realizar determinadas adaptaciones bioquímicas y estructurales con el fin de responder mejor a ese estímulo, esto es lo que denominamos adaptación específica a las demandas impuestas, es decir, el organismo se adaptará al tipo específico de carga a la que es sujeto habitualmente. Si la sobrecarga desaparece o la magnitud de ella es menor, el proceso se invierte, regresando a su estado inicial (Siff & Verkoshansky, 2000).

Para lograr estos desequilibrios los estímulos impuestos deberán ser lo suficientemente intensos como para provocarlos, como así también dosificados y e individualizados. Un psiquiatra Arndt Rudolf y un farmacéutico, Schultz Hugo, pudieron observar como cada individuo posee distintos niveles de excitación ante el mismo estímulo, es decir, ante cargas iguales el impacto en el organismo de cada deportista responderá de diferente manera (Weingárther, 2008). De acuerdo al nivel de excitación realizaron la siguiente clasificación, (estímulos débiles, medios, altos y muy altos). Dado la dinámica del entrenamiento muchas veces cada uno de ellos pueden cambiar de valoración dentro del mismo programa o a través de los años Ej. Estímulos medios pueden convertirse con los años en débiles o altos en muy altos.

Durante la confección del programa de entrenamiento la elección en la aplicación de cada uno de ellos debe realizarse sobre la base de ciertos parámetros (edad, sexo, condición física, momento dentro del plan de entrenamiento).



En el Gráfico N ° 22 pueden observarse las zonas más bajas, intermedias y altas de estimulación. Si los estímulos son tan pequeños como en el caso n° 1, no lograrán un mejoramiento del estado de forma. Del estímulo n° 2 al n° 7 se encuentran en zona de umbral, por lo cual, si logran avances; así como los estímulos n° 8 y n° 9 que se encuentran por sobre la zona de umbral, no obstante si estos se mantienen en el tiempo sin tener un descanso adecuado podría provocar un sobreentrenamiento.

Con el objetivo de buscar el óptimo incremento de la condición física del atleta, varios autores han propuesto diferentes modelos. Surgen en consecuencia nuevas conceptualizaciones, entre ellas, con origen en la especificidad. Dos representantes de esta corriente fueron Siff y Verkoshanky (2000). Estos definieron a la condición física como la capacidad del cuerpo para realizar una tarea específica en condiciones específicas, en donde el tipo de tensión física y psicológica sea concretas. Sostenían que el objetivo solo podrá alcanzarse a través de una programación racional, caracterizado por el proceso selectivo de

cargas a lo largo de un tiempo con el fin de la obtención de un tipo específico de condición física.

Counsilman (1995) adhiere al concepto de especificidad diciendo...*“somos lo que somos en virtud de la tensión a la que somos sometidos y del modo en que nos hemos adaptado a ella, tanto física como en otra forma cualquiera”*... En este caso las cargas son llamadas tensión. Destaca que los diferentes grados de tensión dan una excelente oportunidad de desarrollar las capacidades en potencia.

2- Ley del síndrome general de la adaptación

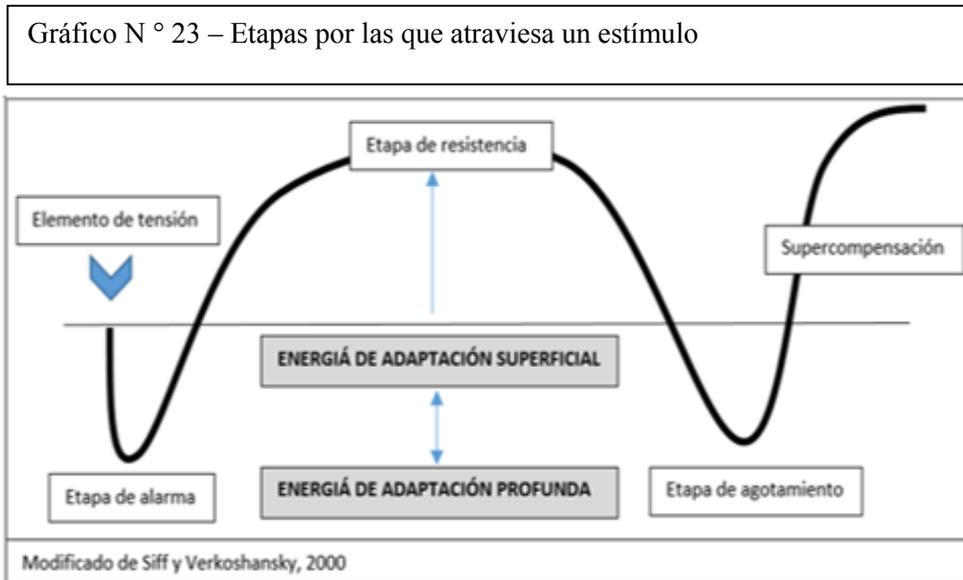
Hans Selye fisiólogo austríaco nacionalizado canadiense en el año 1935, luego de arduas investigaciones con ratas, descubre lo que hoy denominamos el stress o síndrome general de adaptación, dándonos a conocer los diferentes cambios orgánicos en respuesta al stress. Durante muchos años sus conclusiones fueron rechazadas, hasta que en la década de 1970 resurgieron nuevamente pero esta vez con más fuerza. En su libro *“The stress for life”* publicado en 1956, narra cómo llega a estas conclusiones. Originalmente intentaba observar como reaccionaban las hormonas gonadales ante el suministro de distintas sustancias (extractos ováricos, extracto de placenta, extracto de riñón), intentando encontrar algún efecto específico. Más tarde encontró que los estímulos como el frío, calor y el ejercicio forzado, producían en el organismo las mismas reacciones defensivas. Estas pruebas ayudaron a demostrar como ante estímulos diversos independientemente del agente desencadenante el organismo respondía a mismos patrones o regularidades de adaptación biológica.

Patrones de adaptación:

- 1- Etapa de reacción de alarma: Ante una situación de peligro, el organismo activa el sistema nervioso simpático y de la médula renal, las cuales secretan hormonas denominadas adrenalina y noradrenalina que a causa de esta situación hace que se incremente su secreción.
- 2- Etapa de resistencia: El organismo comienza a distribuir los recursos energéticos desde aquellos lugares que son menos necesarios hacia el lugar principal de la acción. Al mismo tiempo se estimula la secreción corticotrófica del lóbulo anterior de la hipófisis, induciendo a una secreción excesiva de las hormonas corticosuprarrenales. Esta secreción sería la que aumenta la resistencia del organismo al stress.
- 3- Etapa de agotamiento: Cuando las fuentes que provocan el stress se mantienen y la proporción de la misma es considerable, la capacidad de resistencia comienza a ceder ante las mismas, en consecuencia comienzan a aparecer diferentes patologías que Selye denominó enfermedades de adaptación. A partir de ello identificó 2 tipos de stress; aquel que produce crecimiento y es beneficioso, de aquel que produce daño, enfermedad hasta en muchos casos llegar a la muerte.

Gracias a estas investigaciones se pudo demostrar como el organismo reacciona ante determinadas situaciones de stress, puesto que permite entender como el organismo direcciona cierta cantidad de energía para responder con el máximo rendimiento a las demandas de estas situaciones. Esta energía procede de dos fuentes, dependiendo el nivel de stress:

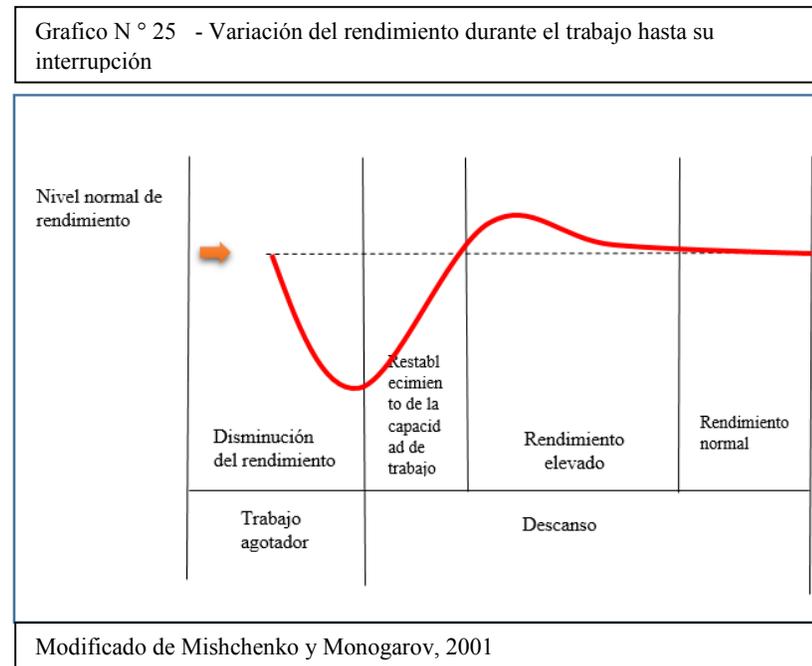
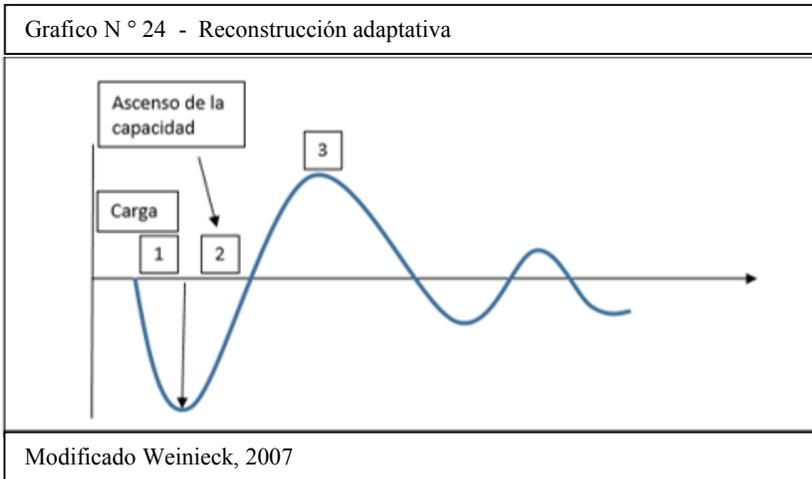
- de su reserva superficial: reservas actuales de adaptación. Estas fluctúan durante el entrenamiento. Rápidamente disponibles
- de reserva profunda. Sirven de reserva de la energía superficial, pero solamente tras un tiempo de reposo o un cambio de actividad.



3- La reconstrucción adaptativa

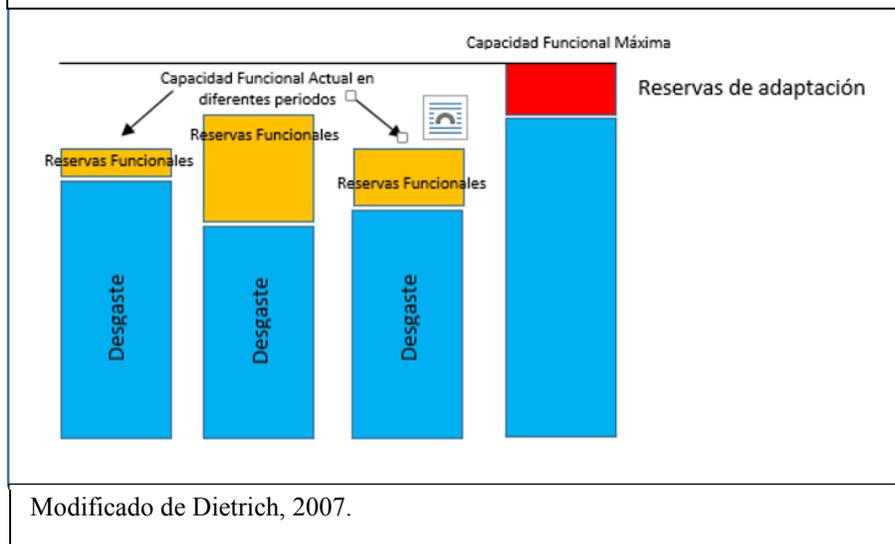
Este modelo teórico con sustento en la ley de Selye, propone que todos los sistemas y órganos en reposo se encuentran en un estado de disponibilidad para la reacción, a lo que se denomina homeostasis (Dietrich, 2007). Cuando se aplican al organismo determinados estímulos, se ponen en marcha ciertos mecanismos de regulación, explicados anteriormente a través del SGA de Selye. Seguidamente se desencadena un proceso de fatiga y luego una fase de recuperación. El restablecimiento posterior de las cargas no solo está enfocada al retorno de las funciones del organismo a su estado anterior, sino también a consolidar los cambios que aseguran el crecimiento de las capacidades funcionales. La mejora progresiva del nivel de preparación del atleta se logra gracias a la conservación residual de entrenamiento. Una vez concluido el entrenamiento se suceden varios cambios en los sistemas. En el periodo de recuperación se distinguen 4 fases: a. de restablecimiento, b. de restablecimiento demorado, c. supercompensación, e. restablecimiento duradero (tardío) (Mishchenko y Monogarov, 2001). A las primeras dos fases le corresponde el periodo de restablecimiento de la capacidad de trabajo, a la tercera, un rendimiento elevado y a la cuarta, el retorno al nivel normal de la capacidad de trabajo. Si a partir de este nuevo nivel se le aplicara una nueva carga, volvería a sucederse los mismos procesos. Este nuevo estado de equilibrio dinámico supondría un nivel de exigencia cada vez más alto. Esto plantea la necesidad del incremento constante de las cargas, en volumen o en intensidad o en ambas. La velocidad y la duración del

restablecimiento dependen de la potencia de trabajo; a mayor trabajo mayores cambios y velocidad de recuperación. Luego de una ejecución de ejercicio en un régimen del 90 % de la intensidad y con una duración de 30 segundos, la capacidad de trabajo general se recupera en 90-120 segundos (Mishchenko y Monogarov, 2001)



Este concepto de cargas progresivamente en aumento encuentra un límite o techo, que es la de alcanzar un meseta o estancamiento a pesar de que se aumente la carga. Así lo afirma Dietrich (2007) cuando dice que existen experimentos que indican que tras repetidas adaptaciones a un nivel de rendimiento más alto, el margen para seguir elevando este nivel disminuye. Por lo tanto, podríamos decir que el volumen global de las capacidades de adaptación tiene un límite determinado. Este límite es individual y depende de varios factores, entre ellos los físicos, psíquicos y sociales. El mismo es agotable y se denomina reserva de adaptación. Durante la larga carrera de un deportista atravesara por diferentes grados de adaptación denominados capacidad funcional actual, el cual se corresponderá con el nivel deportivo. La misma determinará en cada momento el nivel superior de la reserva funcional disponible, entendida esta como la diferencia momentánea entre la capacidad funcional y el desgaste (Dietrich, 2007).

Gráfico N ° 26 – Relaciones que mantienen la capacidad funcional actual, la reserva funcional como diferencia entre capacidad funcional y desgaste actual. La capacidad funcional máxima con la reserva de adaptación



Modificado de Dietrich, 2007.

Este modelo propuesto por Verkoshansky (1998), considera que las cargas serán óptimas cuando las mismas produzcan un desgaste tal que logren aproximarse hasta la actual capacidad funcional. Si las cargas son superiores o inferiores a las reservas funcionales, en ambos casos el efecto de entrenamiento será menor del esperado (Dietrich, 2007).

Maglichio (2009), converge en este concepto introduciendo dos términos más como es el de anabolismo y catabolismo. Identifica al catabolismo como una avería funcional que se genera cuando el organismo es expuesto a estímulos de sobrecarga lo suficientemente altos como para provocar la misma, la cual puede subsanarse con tiempos de recuperación y gracias a una adecuada provisión de alimentos. Si se han tomados estas precauciones los tejidos se repararán y reconstituirán más grandes, más fuertes y más funcionales que en su estado inicial. Cuando se programan los entrenamientos los procesos de catabolismo y anabolismo deben respetar un equilibrio, ya que si el proceso catabólico excede la capacidad de los tejidos para repararse, se producirá la falta de adaptación o el sobreentrenamiento, por el otro lado, si el entrenamiento no es lo suficientemente intenso como para que provoque un grado de catabolismo no se estimulará la reconstrucción y en consecuencia el rendimiento no mejorará. De acuerdo a lo expuesto son posibles 2 tipos de reacciones:

- Si el estímulo es demasiado fuerte o actúa largamente, llega la extenuación que es la fase final del síndrome de estrés.
- Si el estímulo no supera las reservas adaptativas del organismo, comienza la movilización y redistribución de los recursos del organismo (energéticos y estructurales), se activan los procesos de adaptación específica.

En resumen; el proceso de adaptación incluye:

1. La creación de la necesidad de una adaptación específica mediante el entrenamiento apropiado.
2. La provisión de nutrientes para el crecimiento y la reparación de los tejidos
3. Realizar suficiente reposo para que tenga lugar el crecimiento y la reparación.
4. Tipos de adaptaciones

4- Tipos de adaptaciones

Existen 2 tipos de adaptación; la adaptación genotípica basada en la evolución de la raza humana a través de los tiempos y la adaptación fenotípica, que indica el proceso adaptativo que se desarrolla en el transcurso de vida de un individuo (Platonov, 2001).

Adaptación genotípica: Desde que el hombre hizo su aparición por primera vez en el mundo, el mismo ha pasado por varias modificaciones anatómicas y fisiológicas debido en gran parte a su relación con el entorno/ambiente. Los cambios climáticos y los escasos alimentos entre otros factores, hicieron que nuestros ancestros para sobrevivir tuvieran que adaptarse. Algunas adaptaciones fisiológicas producidas a lo largo de la evolución las encontramos hoy en día en el ser humano actual; ejemplo de ello es su gran capacidad aeróbica, su alta capacidad en el almacenamiento de la energía y su gran capacidad para disipar el calor entre otros. Estas adaptaciones en su momento significaron contar con una gran arma biológica utilizada para la subsistencia, en nuestros tiempos esta arma biológica es utilizada para competir. Actualmente valores de rendimiento similares a los de aquellos tiempos solo pueden ser encontrados en lugares que aún mantienen un estilo de vida parecido o en el deporte de alto rendimiento (Farinola, 2011).

Adaptación fenotípica: Caracterizada por una gran dinámica de los cambios adaptativos de la homeostasis de los sistemas, este tipo de adaptación, se da como respuesta a la influencia de diferentes factores del ambiente. En el caso deportivo, este tipo de adaptación se va adquiriendo de manera paulatina en condiciones de múltiple realización de reacciones urgentes de adaptación (Mishchenko y Monogarov, 2001). Estas adaptaciones solo pueden lograrse con una determinada fuerza, duración y velocidad. Los cambios estructurales durante este tipo de adaptación van conformando una huella estructural a partir de la cual se generará un aumento de la potencia y eficacia de los sistemas afectados de acuerdo al tipo de actividad desarrollada.

Por lo tanto, el deporte ha heredado un cuerpo biológico determinado, con ciertas características, con ciertas individualidades. Está en manos de cada entrenador comprenderlas, desarrollarlas y potencializarlas.

5. Conservación de la adaptación

Las adaptaciones solo podrán mantenerse o ser conservados si están presentes las duras cargas dirigidas a su mantenimiento. La preocupación del entrenador se centrará en encontrar un sistema de cargas o metodología que pueda asegurar el mantenimiento del nivel de adaptación logrado, sin provocar, al mismo tiempo, el agotamiento y el desgaste de las estructuras del organismo responsables de la adaptación (Platonov, 2001).

De acuerdo a las reacciones de adaptación del organismo humano se pueden diferenciar:

- a- Adaptaciones agudas (congénitas-adquiridas)
- b- Adaptaciones crónicas
- c- Congénitas
- d- Adquiridas

a- Las reacciones de adaptación aguda están condicionadas:

- Por el volumen del estímulo
- Por el grado de preparación del deportista
- Por su disponibilidad para la ejecución de un trabajo concreto
- Por la capacidad de los sistemas funcionales para recuperarse eficazmente.

Es importante tener en cuenta que la formación de la adaptación aguda con objetivos específicos, (Ej. una o varias acciones motrices), expresados en los cambios repentinos, no significan en absoluto la existencia de una adaptación estable. La eficacia de este proceso radica en el conocimiento y equilibrio de los recursos funcionales disponibles en un momento dado, los cuales actuarán de limitantes al momento de diseñar los volúmenes e intensidades de trabajo. Para que el aumento de dichos recursos funcionales se produzca, será necesario una exigencia máxima o cercana a esta, las cuales sí conducirán a la formación de la adaptación crónica (Platonov, 2001).

Las reacciones de adaptación aguda pueden ser divididas en diferentes fases:

- 1- Primera fase: Inicio de la actividad de los diferentes componentes del sistema funcional que asegura la ejecución del trabajo propuesto. Ej. Aumento de la FC, de la ventilación, Consumo de O₂ y la acumulación de lactato.

- 2- Segunda fase o estado estable: La actividad del sistema funcional transcurre bajo las características estables de los parámetros principales de su abastecimiento.
- 3- Tercera fase: Alteración del estado estable o equilibrio entre la demanda y el real abastecimiento a consecuencia de la aparición de la fatiga de los sistemas neuromusculares y cardiovasculares.

Según Platonov (2001), las exigencias demasiadas frecuentes, relacionada a la tercera fase, pueden influir desfavorablemente sobre la velocidad de formación de la adaptación crónica y como resultado a la obtención de cambios negativos de los diferentes órganos.

Es de destacar que un sistema funcional bien adaptado se caracterizará por su flexibilidad y movilidad, ambos con un único fin, estar preparados para las situaciones en que sean necesarias, en este caso, en los entrenamientos y fundamentalmente en la competición. Estas características en cada individuo se expresarán de diferentes maneras. Un ejemplo de ello es la utilización por parte de los nadadores de distintas estructuras de coordinación de movimientos durante una carrera, cada uno manifestará determinadas características técnico-tácticas; es decir, en el nado encontraremos gran variedad de frecuencias y amplitudes de brazadas, muchas veces consiguiendo el mismo resultado. Al mismo tiempo, los recursos funcionales responderán a lo largo de la carrera de diferentes maneras, fundamentalmente de acuerdo al tipo de entrenamiento que haya practicado. Por lo tanto, el nadador responderá en la competición de acuerdo a como haya sido estimulado (Platonov, 2001).

- b- Las adaptaciones crónicas se caracterizan por su construcción a lo largo del tiempo como consecuencia de una acción prolongada y múltiple que ejerce de estimulante sobre el organismo.

Se produce en base a la realización de varias adaptaciones agudas, y se caracteriza por la conversión de un organismo no adaptado a adaptado, como resultado de la acumulación paulatina de determinados cambios. El desarrollo de este tipo de adaptación sólo podrá realizarse con la utilización sistemática de cargas que presenten altas exigencias al sistema que está en adaptación. La intensidad del desarrollo de las reacciones de adaptación crónicas está determinada por:

- El volumen de cada una de las cargas

- La frecuencia de su aplicación
- El volumen del entrenamiento

La adaptación crónica se desarrolla con más eficacia cuando se utilizan cargas frecuentes y voluminosas, las cuales representen altas exigencias a los sistemas funcionales (Platonov, 2001).

La formación de las reacciones adaptativas crónicas transcurre en 4 etapas:

- 1- Primera etapa: Es la movilización sistemática de los recursos funcionales del organismo durante el proceso de realización de los programas de entrenamiento con el fin de estimular los mecanismos de la adaptación crónica. Tienen carácter específico, es decir, la movilización estará determinada por la orientación de los entrenamientos.
 - 2- Segunda etapa: A partir del aumento de las cargas y sus repeticiones sistemáticas, comienzan a surgir transformaciones funcionales y estructurales. Entre ellas, hipertrofia de tejidos y órganos conjuntamente con una mejor coordinación entre sistemas.
 - 3- Tercera etapa: En esta etapa la adaptación crónica se estabiliza, esto se manifiesta en la aparición de mayores reservas que ayudarán a asegurar un nuevo nivel, al mismo tiempo se logra una mayor coordinación funcional.
 - 4- Cuarta etapa: Esta etapa surge sólo si los entrenamientos no fueron bien planificados; las cargas han sido excesivas y los periodos de descansos no fueron respetados.
- c- Las adaptaciones congénitas son aquellas que tienen que ver con el impacto que genera determinada carga en diferentes individuos. (Redistribución del riego sanguíneo, carga de percepción, excitación nerviosa).
- d- Las adaptaciones adquiridas son aquellas que con ayuda del entrenamiento pueden ser modificadas (por medio de la enseñanza o el entrenamiento).

El paso de una situación aguda a una crónica es el momento crucial del proceso de adaptación. Para que ella se lleve a cabo este proceso debe tener como objetivo el impacto en los sistemas estructurales y funcionales, que aseguren, el desarrollo, la fijación y el aumento de la potencia de los sistemas en función de las exigencias ejercidas sobre este (Platonov, 2001).

6. Manifestaciones de la desadaptación

Un entrenamiento realizado racionalmente nos daría como resultado un crecimiento sustancial de las posibilidades funcionales de los órganos y los tejidos. La utilización irracional y excesiva de las cargas de entrenamiento llevaría al deportista a lo que denominamos sobrentrenamiento. Esto se verá reflejado en el desgaste y agotamiento de los sistemas funcionales responsables de soportar la carga.

Por el contrario, el cese de los entrenamientos o la aplicación de cargas bajas, incapaces de asegurar el mantenimiento del nivel de los cambios adaptativos logrados con anterioridad, conducirá a lo que denominamos la desadaptación, que es el proceso inverso a la adaptación. Este proceso es de carácter activo y comienza a actuar a causa de la falta de entrenamiento. Existe algunos datos al respecto; sobre una población universitaria deportiva, se observó que al cesar con los entrenamientos, algunas variables fisiológicas, a los pocos días, ya comenzaban a reflejar algunos cambios significativos (Platonov, 2001):

- A los 9 días de inactividad su VO_2 habría disminuido un 21%, su volumen sistólico en un 10 %, un aumento de la FC, atrofia de las fibras musculares y una disminución de la actividad de las enzimática.

A los 10 días luego del cese se normalizaría el estado del organismo, por lo tanto, nos encontraremos en un nivel inferior con respecto al nivel inicial. De acuerdo al nivel de inactividad motriz el proceso de desadaptación avanzará más velozmente o no (Platonov, 2001).

La carga y magnitud en este sentido tendrán una gran relevancia dentro de la planificación deportiva y no menor será la correspondencia que exista entre ellas. De acuerdo a lo mencionado podremos encontrar dos extremos, ambas con consecuencias negativas para el

organismo del deportista que busca la optimización de su rendimiento; ellas son la utilización de cargas excesivas y el cese prolongado de la actividad.

Las cargas excesivas conllevan a una adaptación no equilibrada. Se producirá un agotamiento de los sistemas funcionales dominantes en la reacción de adaptación, en consecuencia, una disminución de las reservas estructurales propias; pero también se verán afectados todos aquellos sistemas que no participan en forma directa en la reacción de adaptación.

Platonov (2001) otorga vital importancia a la varianza, como resultado de una dosificación adecuada con un enfoque orientado al desarrollo de cualidades y capacidades que determinarían el éxito en la modalidad deportiva.

Como mencionamos anteriormente, el proceso de desadaptación transcurre a diferentes velocidades de acuerdo al nivel de inactividad motriz, por lo tanto, cada una de ellas tendrá diferentes impactos sobre el organismo. Ya hemos dado un ejemplo en aquellos casos en los que se produce un cese repentino de la actividad y sus consecuencias. Durante los periodos de descansos de los deportistas, se recomienda continuar con la actividad, pero de forma disminuída y paulatina. (Wilmore y Costill, 2004). La continuación de las sesiones, a pesar de ser considerablemente menores en cuanto a sus exigencias, podría mantener el efecto de entrenamiento por un tiempo prolongado, aproximadamente entre los 60 y 90 días.

A continuación expondremos algunos datos de interés, tomados de investigaciones realizadas por Wilmore y Costill (2004), según las cuales demostraron que ante una disminución brusca de las cargas, sobre un entrenamiento realizado durante 5 meses con el objetivo de desarrollar la resistencia, el estado logrado puede perderse en el transcurso de las 6 u 8 semanas posterior al cese. Entre los 6 y 24 días disminuye en un 14-25% la cantidad de capilares funcionales situados alrededor de las fibras musculares. Otro estudio realizado también por Costill (1985) estudiaron los cambios producidos durante 4 semanas de inactividad, luego de un entrenamiento intenso de 20 semanas. Los resultados revelaron una disminución de su capacidad respiratoria en un 50 %. Con respecto al glucógeno muscular, se encontró una disminución progresiva de 153 mmol Kg⁻¹ a 93 mmol Kg⁻¹. Un dato relevante es que sobre las enzimas PKF y fosforilasa este lapso de tiempo no tuvo ningún efecto.

Es importante destacar que las velocidades de desadaptación no son iguales durante todo este proceso. Las primeras semanas las desadaptaciones se producen de manera acelerada para luego ir disminuyendo paulatinamente. Las reacciones de la adaptación permanecen durante un tiempo de manera solapada; en caso de volver a los entrenamientos, los mismos servirán de base para una recuperación más rápida. Cuando más rápido se logre una adaptación, más difícil es mantener el nivel alcanzado y más rápido se pierde cuando se deja de entrenar. El desafío del entrenador estará puesto en lograr un equilibrio entre la carga y la recuperación con el objetivo de mantener a su deportista en las mayorías de las competiciones o por lo menos en las más importantes. Del lado contrario están aquellos entrenadores que aumentan la carga con regularidad durante muchos años, es decir, tienen como objetivo producir aumentos progresivos, los cuales son menos veloces que los anteriores, sin embargo, son capaces de mantener el nivel durante más tiempo (Platonov, 2001).

Durante este pequeño o largo proceso de adaptación, en ambos las características básicas son las alteraciones constantes de los procesos de adaptación, es decir, adaptación-desadaptación (catabolismo-anabolismo) En muchos casos, esto también produce una fatiga del sistema. La constante activación-desactivación de la biosíntesis necesaria para la recuperación de todos los sistemas lleva al desgaste local de los mismos. Cuando las cargas no se adecuan al organismo del deportista, y se utilizan en exceso, producen un agotamiento de los recursos estructurales y energéticos del organismo, con consecuencias fundamentalmente en el nivel de rendimiento tanto en el entrenamiento como en la competición (Platonov, 2001).

7. La formación de la adaptación crónica en el proceso de la preparación anual y a largo plazo

Platonov (2001), habla de regularidades objetivas de la formación de la adaptación. Estas regularidades se refieren a la edad de iniciación deportiva y los años que transcurren hasta que el deportista obtiene sus primeros logros, según las cuales serían condicionantes. De acuerdo a sus investigaciones las mujeres con menores volúmenes de entrenamiento conseguirían alcanzar un nivel similar de logros que los hombres. Parte de la base que cada deporte involucra una especificidad en las reacciones de adaptación que se manifestaría en el tiempo de mantenimiento de los índices de la adaptación crónica, es decir, el grado de

entrenamiento que le permitiría permanecer mayor o menor tiempo en la competencia de alto nivel.

Otra cuestión que toma en cuenta el autor es diferenciar aquellos deportes en los cuales pueden mantenerse más tiempo que otros en la alta competencia. Los deportes en los cuales las condiciones son constantes, es decir, misma carga de los sistemas funcionales durante los entrenamientos y competiciones, carácter monótono e invariable del trabajo, sólo pueden sostenerse durante 1 a 3 años debido al impacto que ocasiona las altas cargas sobre el aparato locomotor y en consecuencia las lesiones que ocasiona. A diferencia de aquellas modalidades que ofrecen una gran variedad de métodos y medios, caracterizados por una alta emotividad, en ellos pueden permanecer entre 10 a 15 años. Destaca que la permanencia estaría dada en los más jóvenes gracias a sus altas posibilidades funcionales y en los mayores por su experiencia, madurez técnica y táctica.

8. Desarrollo de la adaptación en función de la dinámica y orientación de las cargas de entrenamiento y de competición

Cuando se habla del desarrollo de los procesos de adaptación Platonov (2001), hace referencia a la adaptación del organismo a un deporte dado por medio de un programa de entrenamiento el cual debe integrar un incremento paulatino de la dificultad. Entre las dificultades podemos encontrar:

- 1- Aumento del volumen total del trabajo de entrenamiento y de competición
 - 2- Aumento de la intensidad del proceso de entrenamiento.
 - 3- Cambios en la orientación y aumento de la parte de medios de influencia específica dentro del volumen global.
 - 4- Utilización de factores no relacionados con los entrenamientos o las competiciones que aumentan las exigencias del organismo.
-
- 1- Se refiere al aumento de la múltiples características cuantitativas del proceso de entrenamiento (horas-metros-días-cantidad de competiciones, sesiones).
 - 2- Prevé incrementos de intensidad en el volumen general, transformación de la relación de la cargas de entrenamiento y competición. Aumento de las sesiones de

entrenamiento de choque, creación de un microclima de competencia y dura competitividad en cada entrenamiento.

- 3- Apunta a los cambios generados a partir de la predisposición del organismo del deportista para desarrollar características físicas determinadas, es decir, perfeccionar cualidades y capacidades a una edad determinada. También se caracteriza por un aumento de una etapa a otra de los medios de acción específica en el volumen total de trabajo, los cuales se reflejan en el aumento del volumen de los ejercicios de preparación especial y de competición como del volumen del trabajo dirigido a fortalecer el nivel de los logros deportivos.
- 4- Se caracteriza por la creación de condiciones para una mayor movilización de las reservas funcionales del organismo durante todo el proceso de entrenamiento con el objetivo de estimular los procesos de adaptación. Para ello se utilizan diferentes aparatos de entrenamientos en regímenes diferentes, así como también entrenamiento en montañas y altitud.

Según Platonov (2001) los recursos de adaptación del organismo están determinados en gran medida genéticamente y que la utilización de entrenamientos fuertes en jóvenes conduce a una adaptación más rápida y al mismo tiempo al agotamiento de las posibilidades adaptativas del organismo en desarrollo. Como resultado el joven deportista ve limitado su futuro porvenir. Por lo tanto, para que una planificación a largo plazo tenga éxito es recomendable programar las cargas teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, ya que de esta manera se obtendrá lo que el autor denomina una adaptación crónica eficaz. Considera que la orientación del proceso desde edades tempranas debería enfocarse teniendo en cuenta las exigencias que la actividad competitiva presenta a los diferentes sistemas funcionales, caso contrario se transformaría en una barrera para poder alcanzar un nivel superior (Platonov, 2001).

En este sentido, si bien en los primeros años de preparación es necesario realizar grandes volúmenes de trabajo con orientación aeróbica, datos de los últimos años han demostrado que en algunas ocasiones esto puede limitar el nivel de los resultados, en especial en disciplinas de velocidad de modalidad cíclica (Platonov, 2001). Las cargas máximas se encontrarían en los deportistas de alto nivel, aunque muchos campeones del mundo y en

JJOO han trabajado con cargas considerablemente menores. Esto demostraría la especificidad de las cargas al momento de ser planificadas, no solo respecto a la disciplina sino también al organismo al cual se las aplican. Cada deportista reaccionará de forma diferente. Esto se debe a la utilización racional de las posibilidades individuales. Cuando los niveles de trabajo son orientados a un bajo volumen como consecuencia de una búsqueda óptima de la adaptación, estos se dirigen muchas veces al perfeccionamiento de la fuerza-velocidad, técnica y la táctica. La magnitud de las cargas también debe ser adaptada a las características de cada deportista. Actualmente estos dos elementos deberían ser tenidos en cuenta al momento de realizar una planificación ya sea a largo plazo como a corto plazo. Dentro de este planteo se presentan 2 enfoques (Platonov, 2001):

- 1- El aumento regular del volumen e intensidad de los estímulos. El objetivo es la formación paulatina de una adaptación crónica.
- 2- El aumento brusco del volumen e intensidad de las cargas y con alta concentración en el tiempo. El objetivo es lograr una profunda movilización de los recursos funcionales del organismo. Este método fue utilizado en la época de los 70 para entrenar a nadadores, especialmente mujeres, de los equipos de URSS y ex. RDA. Cuando se hacía foco en este tipo de método el mismo tenía como objetivo la estimulación de las modalidades relacionadas con la resistencia.

Un trabajo realizado por Gonzalez Revuelta (1998) tuvo como objetivo comprobar el comportamiento de una determinada carga física sobre la individualidad funcional de diferentes sujetos. El estudio fue realizado con jóvenes estudiantes que realizan como especialidad deportiva la natación. Se registraron dos tomas de su capacidad funcional, antes y después de un entrenamiento de 8 semanas de entrenamiento aeróbico. Los resultados después de la primera medición registraron un pobre rendimiento aeróbico. Con respecto a la segunda medición, se observó que solo el 25 % de los sujetos mejoraron su resistencia aeróbica tanto en capacidad como en potencia. Otro 25 % mejoró solo la capacidad pero no la potencia aeróbica; el 50 % restante desarrollo más la capacidad anaeróbica en detrimento de la aeróbica. De acuerdo a estos resultados los autores confirmaron la necesidad de diseñar

regímenes de entrenamiento teniendo en cuenta las características individuales del rendimiento aerobico-anaerobico de los sujetos (González Revuelta, 1998).

9- Principios de la carga

A partir de todo lo expuesto, se realizó la siguiente clasificación a modo de síntesis:

1. Principio del estímulo eficaz de la carga

Este principio sostiene la necesidad de que el estímulo de la carga sea lo suficientemente fuerte como para que se inserte dentro de la zona de excitación o umbral y produzca un aumento o mejora del rendimiento.

2. Principio de la carga individualizada

Como mencionamos anteriormente el impacto de una carga produce reacciones diferentes en cada deportista. Un estímulo puede suponer una exigencia pequeña para uno y para el otro excesiva. Lo mismo sucede con los métodos de entrenamientos. Para ello se deben tener en cuenta los rasgos individuales del deportista.

3. Principio de la carga creciente

Este principio sugiere que las exigencias planteadas al deportista deben ir incrementándose teniendo en cuenta sus aspectos físicos y psíquicos (historia deportiva, nivel de rendimiento). Dietrich (2007), propone un incremento de la carga de manera discontinua en los casos que se haya producido un estancamiento del rendimiento, es necesario para ello un buen estado deportivo preexistente. Recomienda el incremento súbito de la carga, ya sea de volumen como de intensidad. Esta nueva alteración obliga al organismo a poner en marcha nuevos procesos de adaptación para los cuales serán necesarios ciertos tiempos de ajustes para estabilizarlos.

4. Principio de la sucesión correcta de las cargas

Se aplica cuando se trabajan varios componentes del rendimiento. Si se van a realizar sesiones en donde la coordinación y la velocidad es el trabajo principal, no pueden realizarse trabajos de fuerza máxima antes.

5. Principio de la carga variada

Como mencionamos anteriormente la variación de la carga intenta provocar nuevas adaptaciones. Las variaciones deben efectuarse cuando el incremento continuo de la carga no produce mejoras o cuando queremos mantener o garantizar la forma deportiva en un nivel alto, ya sea en un tiempo determinado, con varios puntos máximos o a lo largo de la temporada.

6. Principio de la alteración de la carga

Este principio apunta a modalidades deportivas complejas, como puede ser el decatón. El entrenamiento de las distintas capacidades, someten al organismo a diferentes tipos de desgaste, y al mismo tiempo su recuperación variará de acuerdo a la carga impuesta. Un ejemplo de ello es cuando entrenamos la resistencia; este tipo de entrenamiento produce un desgaste en las reservas energéticas del músculo, para lo cual se necesitará un tiempo determinado. Mientras esto se sucede podría trabajarse otra estructura funcional, por ejemplo, la fuerza. Este tipo de estrategia permitiría obtener un mayor volumen y una mayor intensidad en el entrenamiento.

7. Principio de la relación óptima entre la carga y la recuperación

Este principio establece los pasos que se suceden en la supercompensación o en la llamada reconstrucción adaptativa explicada precedentemente. Actualmente está siendo muy discutido este concepto, ya que originalmente tuvo la función de explicar la forma de recarga de las reservas energéticas musculares y hepáticas, y en la actualidad debido a la generalización del concepto se intenta asociarlo a las mejores neuromusculares. Siff y Verkoshansky (2000) en este sentido manifiesta que a pesar de haberse producido adaptaciones en los sistemas de energía o en las reservas de adaptación, se producen otros tipos de cambios. El mismo involucra al sistema muscular, mediante transformaciones del tejido conectivo, como son la hipertrofia tisular, la alteración de las características de las

fibras musculares, la intensificación de la síntesis de proteínas, la activación del aparato genético de las células musculares y el aumento del ritmo de liberación de energía. Es por ello que el concepto de supercompensación solo debería utilizarse para describir los cambios que afectan al metabolismo energético (cantidad de fosfatos ricos en energía y de las reservas de glucosa) (Weineck, 2005).

Repararé en este principio, al cual considero uno de los más interesantes, ya que me obliga a repensar el mismo y del que me gustaría realizar algunos comentarios. Desde los inicios de este trabajo hemos hablado del impacto que produce la carga sobre el organismo del deportista. La carga en todo momento fue externa, es decir, impuesta desde el exterior. Este último principio menciona en forma muy fugaz a la recuperación centrándose en los efectos de la carga, pero, ¿Qué sucedería si la recuperación en vez de ser considerada consecuencia de la carga fuese parte de la misma, o aún mejor, que la recuperación tuviese un rol activo y no pasivo? Para ello deberíamos pensar en otro tipo de estructuración del entrenamiento, en donde la recuperación pase a tener igual peso o aún mayor que la aplicación misma de la carga externa. Mediante esta nueva visión la carga no solo sería externa también sería interna. La misma surgiría como consecuencia de una alternancia de recuperaciones incompletas, semicompletas y totales, utilizadas tanto en las sesiones de entrenamiento, en los microciclos, mesociclos y macrociclos. Para ello los entrenadores deberían transformarse en expertos de la recuperación, como dice Mishchenko y Monogarov (2001), un entrenador moderno debe saber administrar, conducir y dominar los procesos de recuperación.

Bibliografía

1. Counsilman, J. (1995). *La natación*. Barcelona: Hispano Europea
2. Costill, D. (1985). Características del metabolismo del músculo esquelético durante el desentrenamiento de la natación competitiva. *Med. Sci Sports Exerc*, vol 3, 339-43
3. Dietrich, M. y Lehnertz, K. (2007). *Manual de metodología de entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo
4. Farinola, M. (2007). *Una perspectiva evolucionista del ejercicio*. Bases fisiológicas del ejercicio. Barcelona: Paidotribo
5. González Revuelta, M., Amaro Chelala, J., Gomez Urbina, Reinaldo (1998). Comportamiento del rendimiento aeróbico-anaeróbico en un grupo de jóvenes que practican natación. *Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Salvador Allende". Revista cubana investigación biomédica*, Vol. 3, 198-9.
6. Gutiérrez Jiménez, A. (2007). *Entrenamiento personal, bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde
7. Maglischo, E. (2009). *Técnica. Entrenamiento y competición*. Barcelona: Paidotribo
8. Mishchenko, S. y Monogarov, D. (2001). *Fisiología del deportista*. Barcelona. Paidotribo
9. Selye, H. (1956). *The stress of life*. New York: Mc Graaw-hill
10. Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento olímpico*. Barcelona: Paidotribo
11. Siff, M. y Verkoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
12. Verkoshansky Y. (1998). *Organization of the training process*. Moscú: New Studies Athletics
13. Vinuesa, M. y Coll, J. (1987). *Teoría básica del entrenamiento deportivo*. Madrid: Esteban Sáenz Martínez
14. Weingärther, O. (2008). Pasado y presente de la regla biológica del estímulo. *Reckeweg Journal 1. Bensheim: Alemania*
15. Weinieck, J. (2007). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo
16. Wilmore y Costill (2004). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona: Paidotribo.

Cap. N° 3- Las adaptaciones en un entrenamiento de calidad

La forma en que entrenamos a nuestros nadadores en la actualidad sienta sus bases en las experiencias personales, en la poca investigación e indagación. La idea de crear una base aeróbica como garantía de buenos resultados en el futuro, ha hecho que los trabajos en natación se hallan focalizado preponderadamente en la capacidad aeróbica provocando dos cuestiones; por un lado que los actuales entrenamientos sean muy voluminosos, es decir, que se deban nadar mucha cantidad de metros; y por el otro que un gran porcentaje de los mismos sean nadados a baja intensidad difiriendo de la intensidad propia de las pruebas en que compite. Muchas justificaciones se dan al respecto, entre ellas, la mencionada al comienzo del capítulo, y de las más escuchadas que los nadadores necesitan tiempo dentro del agua para mejorar su técnica y tiempo para acomodarse a la misma. Cuanto más se reflexiona sobre estos temas, mas subyacen ciertas cuestiones que tienden a sostener o justificar esta forma de interpretar el entrenamiento en natación. Surgen así dos cuestiones:

1. La única manera de sostener esa enorme cantidad de metros, es nadarlas a baja intensidad, por lo tanto, se resigna calidad.
2. La intensidad preponderante a la cual se practica la técnica (baja intensidad) a lo largo de una temporada, propone condiciones cinemáticamente muy diferentes a las de competencia, por lo tanto, se resigna tiempo para la realización de gestos de calidad a velocidad de competencia.

Para la realización de cualquier actividad física y en especial para las deportivas es necesario contar con energía; gracias a ella seremos capaces de generar la potencia necesaria para llevarlas a cabo. El proceso mediante el cual la energía dentro del cuerpo se pone a disposición para el rendimiento se denomina metabolismo. Durante muchos años la forma de producción de esta energía y sus implicaciones fueron las principales preocupaciones de los entrenadores. Según Maglischo (2009) este ha sido el principal responsable en las mejoras de los métodos de entrenamientos.

El rendimiento de los nadadores según Maglischo (2009) dependerá del grado de disponibilidad de energía. La producción de ella debiera ser el objetivo principal de un entrenamiento, es decir, generar gran cantidad de energía a un ritmo cada vez mayor. Los

sistemas anaeróbicos y aerobicos, son las 2 usinas principales proveedoras de energía, de acuerdo al tiempo del esfuerzo se definirá quien será el sistema que aporte mayor porcentaje de energía (Maglischo, 2009). Desde hace mucho tiempo y casi de manera dogmática se ha establecido que era necesario dentro del ámbito de la natación crear una resistencia de base como garantía de buenos rendimientos en el futuro. Esto ha hecho que casi todo el entrenamiento se base fundamentalmente en la producción de energía por vía aeróbica. Grandes volúmenes nadados a intensidades muy diferentes a las de competencia. Propuestas como las de Mateiev (1985) sobre la programación del entrenamiento no hacen más que sostener este tipo de mirada. La mayor cantidad del tiempo los nadadores se encuentran nadando a intensidades inferiores a las de la competencia, solo se asemejaran las intensidades a las de competencia en las etapas finales pre-competitivas y en el periodo de tapering.

Desde hace algunos años los ejercicios de alta intensidad han recobrado relevancia, por lo que se han intensificado las investigaciones en este sentido tratando de descubrir sus adaptaciones. A continuación describiremos las diferentes adaptaciones que surgirán a partir de la elección de un aporte mayoritario de energía a través del metabolismo anaeróbico.

Antes de comenzar será conveniente definir a que nos referiremos cuando hablemos de entrenamiento anaeróbico; serán todos aquellos tipos de ejercicios en donde la fuerza, potencia y velocidad sean el objetivo principal dentro de una sesión o plan de entrenamiento y con ello se logre el aumento o mejoramiento de estas tres cualidades y en consecuencia la mejora de rendimiento.

Al finalizar este capítulo el entrenador de natación podrá tener una visión de las diferentes adaptaciones que pueden obtenerse mediante la realización de un entrenamiento preponderantemente anaeróbico con miras a la mejora del rendimiento en las diferentes pruebas de natación.

1- Adaptaciones neuromusculares

Desde el punto de vista muscular y nervioso la realización de estos tipos de ejercicios provocará determinadas adaptaciones, las cuales giraran alrededor de tres ejes principales:

a. Reclutamiento de UM:

Una de las adaptaciones al entrenamiento anaeróbico se da a nivel neural, a través de la mejora de la capacidad de reclutamiento de las unidades motoras para la realización de una tarea específica. Como mencionamos anteriormente las ganancias de fuerza estarían dadas por la movilización adicional de unidades motoras para la realización de una acción motora.

b. Reducción de la inhibición autogénica:

Otra adaptación que se produce es a nivel del SNC. Este es el encargado frecuentemente de limitar la fuerza mediante mecanismos de protección, en este caso, de inhibición sobre el sistema neuromuscular. Este mecanismo impide que los músculos realicen más fuerza de la que los huesos y tejidos conectivos pueden soportar. El entrenamiento anaeróbico puede reducir este mecanismo de inhibición, permitiendo que el músculo alcance mayores niveles de fuerza y de esta manera mejorar el rendimiento.

c. Reducción de la coactivación de los músculos agonistas y antagonistas:

Para la maximización de la fuerza del músculo agonistas, es necesario disminuir al máximo también la coactivación. De las tres adaptaciones es la que menos aporte a nivel ganancia total de fuerza genera. En el transcurso del capítulo iremos desarrollando cada uno de ellos.

2- Adaptaciones neuronales:

Una de las bases en la que se sustenta las ganancias de fuerza durante los programas de entrenamiento son las adaptaciones neurales. Estas ganancias no es propiedad única de tejido muscular, también lo es del sistema motor (López Chicharro, 2006).

Las adaptaciones neurales contemplan 4 aspectos:

2.1 Aumento en el número y frecuencia de los impulsos nerviosos por segundo transmitidos hacia las UM

2.2. Mejora en el grado de sincronización de la actividad de las UM (sincronización intramuscular).

2.3. Mejora en la coordinación intermuscular

2.4 Mejora en la inhibición muscular o autogénica

- a. Para generar una máxima tensión muscular es necesario que se produzcan dos factores; primero, que todas las UM hayan sido reclutadas y segundo, que todos los impulsos nerviosos tengan una óptima frecuencia para realizar un reclutamiento efectivo de las fibras musculares. Mediante un aumento de la frecuencia de impulsos, la máxima fuerza generable por el musculo se alcanza más rápidamente durante mayor periodo de tiempo. Cuando se utilizan cargas sub-máximas, a medida que transcurren las series, la fatiga comienza a tomar protagonismo, es por ello que comienzan a ser reclutadas más cantidad de fibras y UM con el fin de evitar la pérdida de fuerza. Cuando todas las UM han sido reclutadas, la única manera de sostener la intensidad es mediante un aumento en la frecuencia de los impulsos (de 50 a 90 impulsos por segundo). No en todos los músculos esto puede darse ya que cada uno posee UM con mayor o menor umbral de excitación, ya que a diferentes cargas se reclutan más o menos UM. Una forma de optimizar todos estos componentes, tanto en la generación de frecuencia y número de impulsos nerviosos, es mediante el entrenamiento con cargas pesadas y con pocas repeticiones (Cervera, 1999).

- b. La mejora de la sincronización se da como consecuencia de un largo periodo de entrenamiento en donde las cargas no necesariamente han de ser elevadas. El factor de sincronización está muy asociado a la frecuencia de estimulación de las UM. En el caso de la realización de una acción motora máxima, la sincronización es también máxima y con una mayor cantidad de impulsos nerviosos por segundo. Esto sucede a nivel de las UM pero no a nivel del músculo; el cual es asincrónico en su reclutamiento, debido a la búsqueda de un movimiento refinado. Una descoordinada frecuencia de impulsos da como resultado una baja en el rendimiento, Una de las maneras de desarrollar y mejorar la sincronización nerviosa es a través de ejercicios de alta intensidad y de explosividad.
- c. El mejorar la coordinación entre los músculos producirá una serie de adaptaciones; inhibición de los músculos antagonistas, aumento de la co-contracción de los músculos sinergistas, aumento de la excitabilidad de las motoneuronas con la consecuencia de una mejor selectividad a un trabajo específico concreto (tipo, velocidad y ángulo).
- d. Toda inhibición tiende a adormecer o reducir una acción concreta. En este caso, la inhibición neuromuscular cumple la función de protección ante demandas de fuerzas máximas o teóricamente soportables por el organismo, al mismo tiempo la misma tendería a una posible reducción de fuerza. Según Cervera (1999) la manera de inhibir esta función es la realización de ejercicios de elevada explosividad y la aplicación de un método de facilitación neuromuscular; un ejemplo de ello son los ejercicios específicos realizados con poleas durante todo el recorrido del movimiento. Wilmore y Costill (2007) aporta más datos y sostiene que este tipo de ejercicios permite producir más fuerza en los músculos comprometidos con independencia del incremento de la masa muscular.

3- Adaptaciones musculares

Como consecuencia de un entrenamiento contra resistencia o de alta intensidad, las fibras musculares comienzan a sufrir determinadas modificaciones. Una de ellas es el cambio en el tamaño de la fibra (hipertrofia), otra en los cambios de tipo de fibra y por último en la sumatoria de sarcómeros en el interior de la fibra muscular. Lo que produce la hipertrofia muscular es el aumento de la sección transversal de las fibras existentes. Esta, se produce fundamentalmente por dos causas; en primer lugar, por el aumento en la síntesis proteica en el músculo, generalmente cuando son estimuladas las fibras de contracción rápida y en segundo lugar por el decrecimiento en el catabolismo de las proteínas, ocasionado por la estimulación de las fibras de contracción lenta (Cervera, 1999). La gran hipertrofia muscular está directamente relacionado con el tipo de ejercicio y su intensidad. Realizando trabajos contra resistencia con un enfoque en la fuerza máxima y la potencia, produciríamos un aumento de la hipertrofia en las fibras de contracción rápida; mientras que un entrenamiento enfocado al aumento de la masa muscular, la hipertrofia se producirá en las fibras de contracción intermedia y lenta. En los entrenamientos direccionados en la fuerza máxima, la hipertrofia muscular se produce en menor grado, enfocándose el aumento principalmente sobre las fibras de contracción rápida (Cervera, 1999).

Ante la realización de este tipo de entrenamiento se da una transformación de las fibras IIb a IIa. Las fibras tipo IIb que son las fibras de fuerza y potencia, si se activan lo suficiente pueden transformarse en IIa (Gutiérrez, 2007).

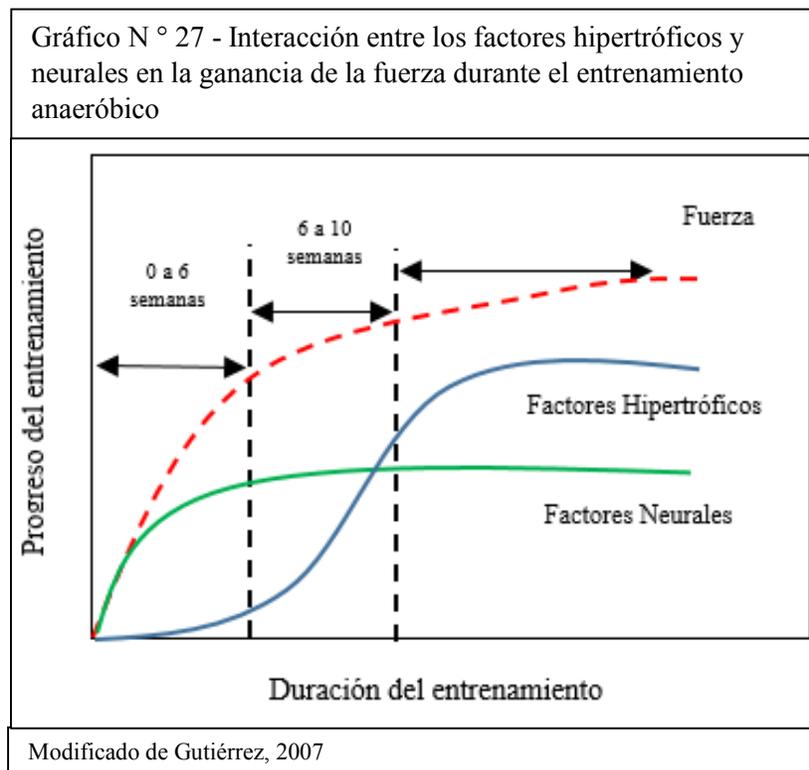
Otras de las cuestiones a tener en cuenta es la generación de puentes cruzados, a mayor cantidad de ellos, mayor velocidad de contracción y fuerza generada por el músculo. La cantidad de sarcomeros generados en serie, determinará la distancia a la que el músculo podrá acortarse como la longitud del sarcómero sobre la cual este puede producir su máxima potencia. Dicha regulación y optimización se produce en cada ángulo y rango de movimiento, de tal forma que el sarcómero se ajusta al movimiento, añadiéndose o eliminándose sarcomeros y dando lugar a un incremento en la longitud de este (Cervera, 1999).

Willmore y Costill (2007) afirman que con un entrenamiento excéntrico se logran mayores incrementos en la sección transversal. Un estudio realizado con sujetos que solo realizaban ejercicios concéntricos y otros excéntricos, demostró que después de 36 sesiones de

entrenamiento, los que realizaron el segundo tipo de trabajo produjeron un aumento en las fibras FT y de la fuerza 10 veces mayor que con el primer tipo de entrenamiento.

4- Temporización de los factores neurales e hipertróficos en la ganancia de la fuerza

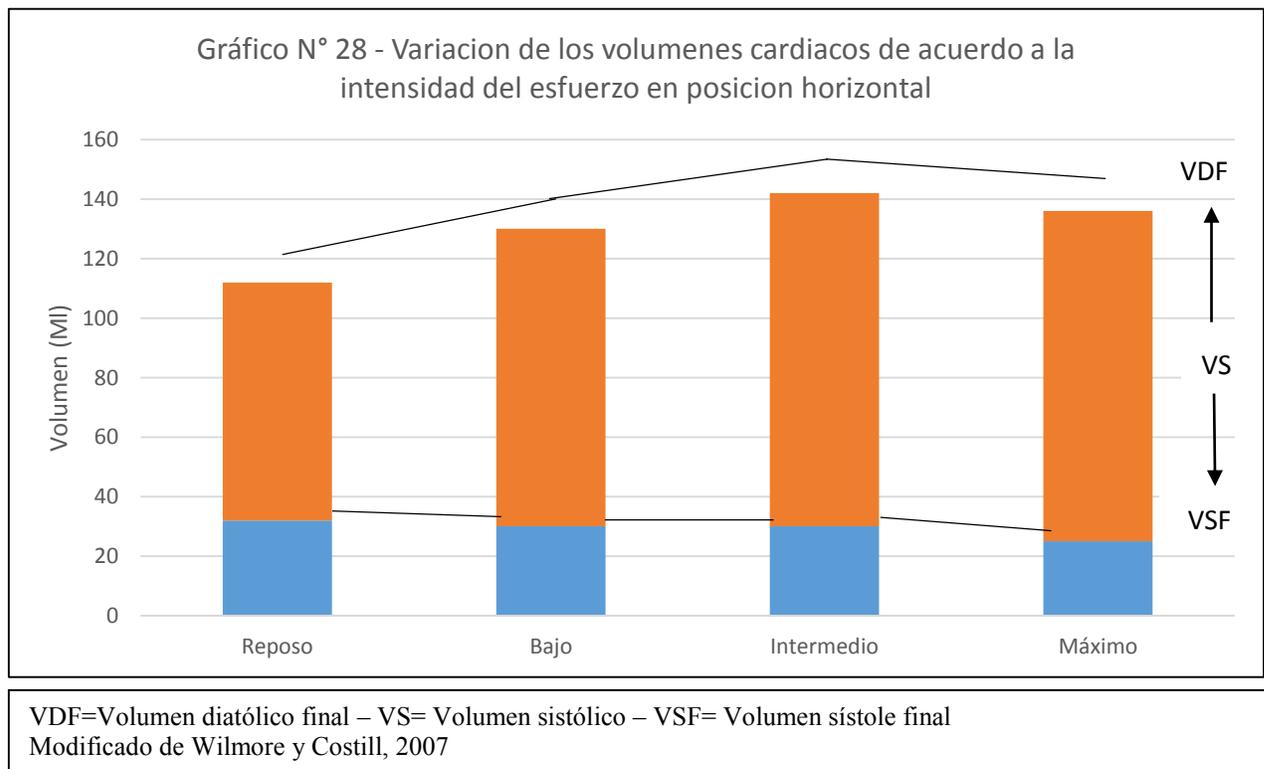
Las adaptaciones neuronales están determinadas por la habilidad del SNC para realizar una apropiada activación muscular (Cervera, 1999). Las primeras mejoras en el rendimiento, fundamentalmente en las primeras semanas, se logran sobre la base de mejoras neurales (de 2 a 8 semanas). La correlación entre incremento de la fuerza y de masa muscular es muy débil en este periodo por lo que las ganancias de fuerzas no pueden ser explicadas por la hipertrofia muscular (Gutiérrez, 2007). A medida que transcurren las semanas, alrededor de la 10ma. Semana en adelante, el factor hipertrófico comienza a tomar protagonismo contribuyendo activamente en las ganancias de fuerza. Aquellas planificaciones que tienen como objetivo una mejora de la fuerza máxima, debieran realizarse sobre la base de ciclos de 12 semanas. Estas adaptaciones llegan a mantenerse a niveles elevados 1 o 2 semanas después de cada ciclo, en caso de no aplicarse nuevos estímulos de fuerza, las mejoras conseguidas comienzan a disminuir (Cervera, 1999).



5- Adaptaciones cardiovasculares

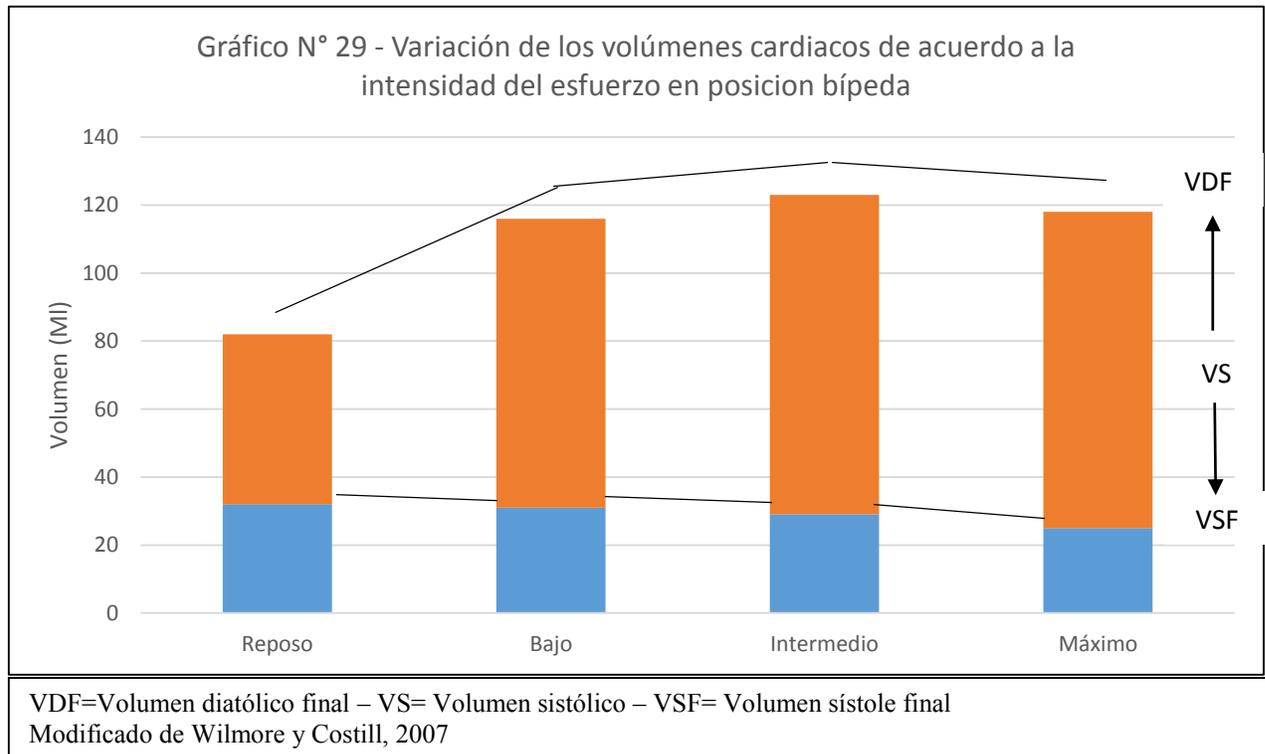
Volumen sistólico

Una de las manifestaciones de adaptación cardíacas al ejercicio es el cambio en el volumen sistólico del corazón. En natación este volumen se ve modificado debido a la posición horizontal que adopta el nadador, provocando que la sangre no se acumule en las extremidades regresando con más facilidad al corazón. Si comparásemos los volúmenes en estas dos posiciones encontraríamos dos características bien distintivas; en primer lugar, en reposo, valores aumentados en posición horizontal con respecto a la posición bípeda, en segundo lugar, en ejercicio, valores levemente inferiores en posición horizontal con respecto a la posición bípeda (Wilmore y Costill, 2007).



En el Gráfico N ° 28 se observa como varían el VDF y el VSF y en definitiva el VS. En el caso de VDF sufre pocos cambios en los distintos tipos de trabajo, solo en la intensidad intermedia se encuentra por sobre los demás, de acuerdo a ello puede decirse que los ejercicios de intensidad intermedia son los que más impactan sobre la modificación del VS,

en cambio sobre el VSF prácticamente en reposo y en ejercicio no sufre grandes cambios. Podríamos deducir que el factor VDF es el que más influye en la modificación del VS.



En el Grafico N° 29 se observa las modificaciones del VDF, VSF y del VS. Es de destacar con respecto a los datos del grafico N° 26, que en todos los casos reposo, ejercicio e intensidades el VS es menor. Continuando con la comparación, el VSF en los casos de reposo y en ejercicio bajo e intermedio son levemente inferior, solo en la intensidad máxima desciende a valores de 30 ml, esto indicaría una mayor contractibilidad de los ventrículos. De acuerdo a este trabajo queda claro que la realización de ejercicio produce ciertas variaciones. Las de carácter intermedio son las que más impacto tienen en los cambios, no obstante, en intensidades máximas en ambos casos (posición bípeda y horizontal) también son significativos, siendo levemente inferiores a los intermedios, pero con una sustancial diferencia respecto a los anteriores, encontramos una mayor contractibilidad en el VSF. Por lo tanto, la realización de ejercicios a intensidades máximas produciría también adaptaciones positivas para el entrenamiento y en consecuencia en la mejora del rendimiento.

Las modificaciones en estos dos factores (VDF y VSF) que dan como resultado la variación del VS, se dan como consecuencia de:

- a. Estiramiento de los ventrículos: Si durante las diástole ingresa mayor contenido de sangre esto provocará que las paredes de los ventrículos se estiren más que cuando ingresa menor volumen, en consecuencia, puede ser eyectada mayor cantidad de sangre puesta a disposición para el ejercicio. Este factor estaría más influenciado en ritmos de esfuerzos bajos.
- b. Contracción mayor de los ventrículos: Este es el segundo factor por el cual puede modificarse el VS. A mayor cantidad de volumen sanguíneo cardiaco, este reacciona contrayéndose con mayor fuerza. Este factor parecería tener más influencia en los ritmos de esfuerzo más altos.

Un dato a tener en cuenta es que el VS puede aumentar, incluso sin un VDF aumentado, esto se lograría aumentando la contractibilidad de los ventrículos (Wilmore y Costill, 2007).

Al realizar ejercicios a ritmos altos de esfuerzo la frecuencia cardiaca se verá incrementada, esta situación impactará directamente sobre el tiempo de llenado, en consecuencia ingresará menor cantidad de sangre. Como mencionamos anteriormente esta limitación podría ser compensada con una mayor contractibilidad de los ventrículos, por lo tanto, existiría una compensación. En natación como en ningún otro deporte, de acuerdo a la posición que adopta en nadador, podría compensarse aún más ya que estando en posición horizontal dispondría de mayor cantidad de sangre para el llenado del ventrículo.

6- Adaptaciones enzimáticas

De acuerdo al tipo de entrenamiento se producirán:

- a. Aumento o disminución del número de moléculas de enzimas. Una elevada concentración de determinadas enzimas tendrá como respuesta la posibilidad de alcanzar un flujo de sustratos elevados con niveles bajos de sustratos, es decir, una optimización del sistema de obtención de energía (una elevada concentración de enzimas favorecerá el uso extensivo del sustrato) (Virus, 2003).

- b. Incremento de la velocidad de las reacciones metabólicas, imprescindible en aquellos ejercicios de alta intensidad, los cuales necesitan de hacerse rápidamente de energía para poder continuar.
- c. Alteración de la sensibilidad de las enzimas hacia los factores estimulantes e inhibitorios; en el primer caso, de acuerdo al tipo de entrenamiento, y en el segundo, cuando dejamos de entrenar. En el caso de la vía anaeróbica, el flujo de sustrato está controlada por el glucógeno fosforilasa y la PFK. Este tipo de enzimas se encuentran en todos los músculos esqueléticos, pero en mayor cantidad en las fibras FT sin entrenamiento (Viru, 2003). Debemos tener en cuenta que tanto la PFK como otras enzimas glucolíticas, se caracterizan por un periodo de vida corto, de manera que luego de 2 o 3 días después de la sesión de entrenamiento el efecto estimular de estas enzimas podría haber desaparecido. En deportistas de elite lo que provocaría una mejor performance sería que ellos son capaces de obtener una mayor regulación enzimática más que en cantidad de enzimas; por lo tanto, poseen un mayor desarrollo del control metabólico, caracterizado por una alta sensibilidad para el control de las vías productoras de energía en los músculos, estos son; la movilización rápida y estable de los recursos del organismo, una utilización más económica de los recursos del organismo y una mayor labilidad del control metabólico (Viru, 2003).

El metabolismo anaeróbico tiene como sustrato principal la glucosa. La misma pueda obtenerla de diferentes partes; glucógeno hepático y glucosa muscular. Comparado con la glucolisis aeróbica, su aporte es considerablemente inferior, no obstante, por esta vía pueden sintetizarse grandes cantidades de ATP por unidad de tiempo, lo que permite la realización de ejercicios breves de alta intensidad. La cantidad de resíntesis de ATP generada por esta vía depende de la disponibilidad de glucosa, de la concentración de enzimas glucolíticas en los músculos ellos son la PFK¹, PKL, HK1 y LDH, de la capacidad de remover y amortiguar grandes cantidades de ácido láctico (Viru, 2003).

¹ PKK (Fosfofructokinasa)- PKL (000000) – HK! (Hexokinasa) – LDH (Lactato deshidrogenasa)

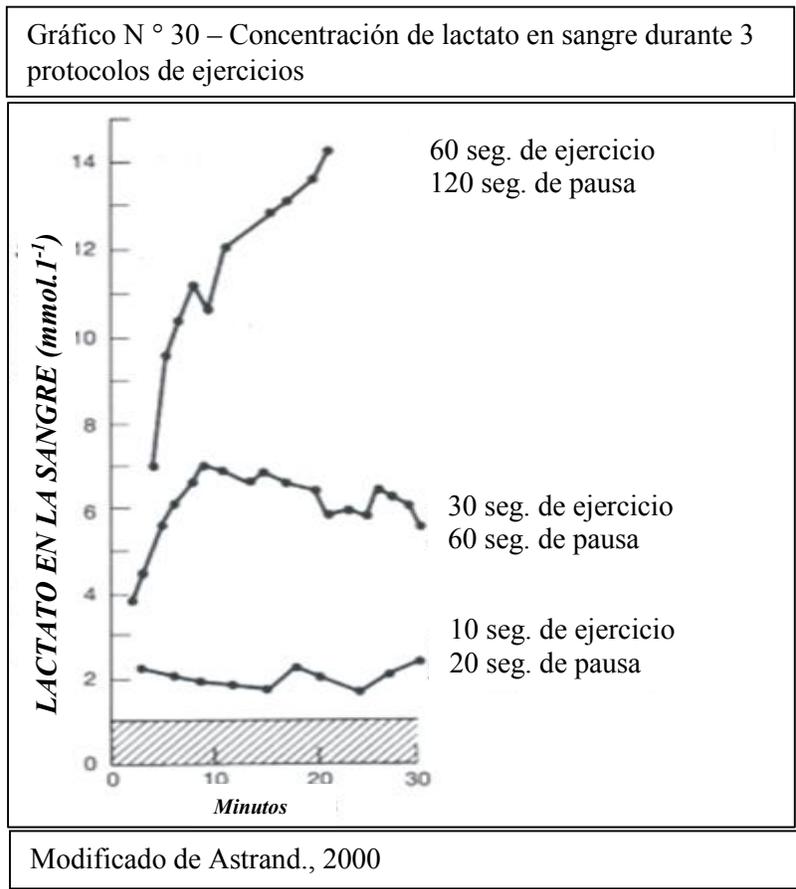
La mayor parte del esfuerzo de entrenamiento de este metabolismo se dirige a aumentar la capacidad total del sistema. La estimulación del sistema anaeróbico promueve la acumulación de ácido láctico, y al mismo tiempo entrena los mecanismos de amortiguación y remoción del mismo, así como la tolerancia al ejercicio conciertos niveles de acidosis metabólica.

Un estudio realizado por Mc Dougall (1998) demuestra los efectos de estimular el sistema anaeróbico mediante un entrenamiento intervalado de alta intensidad y corta duración. El entrenamiento consistió en la realización de esfuerzos de sprint máximos de 30 segundos intercalados con 2-4 minutos de recuperación realizados 3 veces por semana. El programa se inició con 4 intervalos con 4 minutos de recuperación por sesión en la semana 1, progresó a 10 intervalos con 2.5 minutos de recuperación por sesión en la semana 7. La muestra fue tomada sobre 20 hombres de entre 20 a 22 años de edad. Los resultados mostraron un incremento de la HX1 (Hexokinasa) y de la PFK (Fosfofructokinasa) que antes del entrenamiento. Con respecto a las enzimas oxidativas, el entrenamiento resultó en incrementos significativos ($p < 0.05$) en la actividad de la CS (en ~36%) MDH. A pesar del estímulo relativamente corto, el programa resulto en mejoras en el VO_2 max. Y en incrementos en la actividad máxima, tanto en las enzimas glucolíticas, como oxidativas. En base a esta literatura y este trabajo, parecería que el entrenamiento a una intensidad que exceda el VO_2 max. Podría ser un componente más importante que el volumen de entrenamiento para estimular un incremento en el potencial oxidativo muscular

El entrenamiento anaeróbico es la llave fundamental para el incremento de las enzimas glucolíticas (Costill, 1999). Los estudios más frecuentes que se han realizado han sido sobre las enzimas CPK (Fosfokinasa), PFK (Fosfofructokinasa) y LDH (Lactatodeshidrogenasa). La realización de este tipo de entrenamiento produce un incremento en estas 3 enzimas del orden del 10 al 25 % con repeticiones de 30 segundos, muy pequeños incrementos se producen con repeticiones de 6 segundos. Un estudio más reciente ha demostrado que en esfuerzos de 30 segundos a máxima intensidad resulta en un incremento de la enzima HX1 (56%) y PFK (49%) pero no así de la Pc y de la LDH (Costill, 1998).

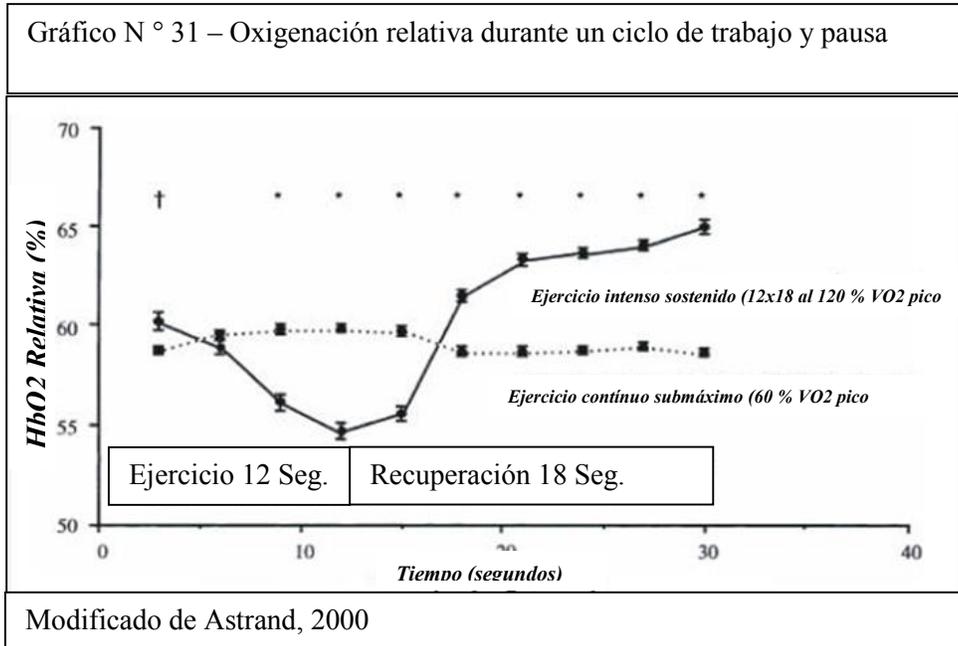
7- Respuestas fisiológicas durante el ejercicio intermitente

Por ejercicio intermitente entenderemos a aquellos breves explosiones de ejercicio intensivo con una duración inferior a 1 minuto (Astrand, 2000). Para observar las respuestas fisiológicas producidas por este tipo de ejercicios, se realizó un estudio con diferentes tipos protocolos de ejercicios (10x20-30x60-60x120). La diferencia entre ellos estaba centrada en el tiempo de ejecución del ejercicio y el descanso o recuperación. El mismo consistía en realizar esfuerzos máximos sobre un cicloergómetro durante 30 minutos.



En el Gráfico N ° 30 se pueden observar las respuestas fisiológicas ante 3 diferentes protocolos de ejercicio. En el 10x 20 los músculos intervinientes y sus procesos metabólicos pudieron someterse a mayores demandas sin una fatiga excesiva, la concentración de lactato sanguíneo no superó los 3 mmol.l⁻¹ al término de los 30 minutos. El protocolo 30 x 60 la concentración de lactato sanguíneo alcanzó a los 10 minutos su pico máximo pero con el

transcurso de las series comenzó a disminuir hasta llegar a menos de los 6 mmol.l^{-1} a los 30 minutos. Por último, el protocolo de 60x120 fue el que más costo metabólico y fatiga produjo, a partir de los 10 minutos comenzó a elevarse exponencialmente hasta llegar por sobre los 14 mmol.l^{-1} . El gráfico demuestra como los protocolos de 10x20 y en menor grado el del 30x60 puede realizarse sin un aporte importante de procesos anaeróbicos, no así en el protocolo de 60x120. Cuando se realizan ejercicios de 10 segundos, se produce inmediatamente una dilatación de los vasos sanguíneos de los músculos participantes, produciendo en consecuencia una buena irrigación sanguínea, tanto en el ejercicio como en la pausa. El sostenimiento en este tipo de ejercicios es dado gracias a los depósitos de O_2 en la mioglobina (500 ml x masa muscular), en particular en el trabajo inicial y de corta duración. Se estima que las reservas de O_2 en la mioglobina constituyen un 20 % de la energía requerida para un trabajo intensivo de 15 segundos. Durante el descanso, estos depósitos vuelven a llenarse rápidamente a un tasa del 50 % de las reservas (Scarfó, 2005). Otro rasgo encontrado es que estas reservas son utilizadas dentro de los primeros 20 segundos de ejercicio dinámico, Luego de un retraso de 3 segundos se produce un fuerte aumento en la extracción del O_2 desde la Hb por los músculos activos, produciéndose recién a los 45 segundos una extracción máxima. Al inicio del ejercicio el O_2 se encuentra en exceso, en consecuencia, el factor limitante para el VO_2 de los músculos, sería la distribución ineficiente del flujo sanguíneo.



En el Gráfico N ° 29 se comparan dos protocolos de ejercicios uno realizado al 60 % y otro al 120 % del VO₂ pico. Se observa como a intensidades más altas de ejecución, la Hb reacciona alcanzando rápidamente puntos más bajos respecto al otro protocolo. Estas diferencias se dan fundamentalmente por efecto de la demanda y suministro de O₂ como lo hemos mencionado anteriormente. Al mismo tiempo que las declinaciones son muy pronunciadas, su recuperación llega a ser muy rápida, casi inmediata. A los 8 segundos posteriores al ejercicio ya se encuentra en valores superiores respecto al valor inicial.

Bibliografía:

1. Astrand, P. y Shepard, R. (2000). *La resistencia en el deporte*. Barcelona: Paidotribo
2. Cervera, V., (1999). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte*. Barcelona: Inde.
3. Costill, D., Wilmore, J. y Kenney, L., (1999). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, Ill.: Human Kinetics
4. Wilmore, J. y Costill D., (2007). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona: Paidotribo
5. Gutierrez, A., (2007). *Entrenamiento personal. Bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde
6. Selye, H. (1956). *The Stress of life*. New York: MacGraw-Hill Book Company.
7. MacDougall, D. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. *Department of Kinesiology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canada. Journal Applied Physiology* . 84 (6) 2138-2142
8. Maglischo, E., (2009). *Técnica, Entrenamiento y Competición*. Barcelona: Paidotribo
9. Mateveev, L., (1985). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. España: Mir
1. Scarfó, R. (2005). El ejercicio intermitente. Perfil metabólico muscular. *PubliCE Standard. G-SE*.
10. Viru, A. y Viru, M., (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo

Cap. N° 4 – Modelo tradicional de entrenamiento en natación

1- Breve reseña histórica

Cuando la natación hace su irrupción en las competencias deportivas por los años 1850 no se tenía la concepción de realizar trabajos de entrenamientos duros, sólo se dedicaban al cuidado de los detalles de las técnicas. Según el inglés Ralph Thomas (1904), gran contribuidor a la natación gracias a sus indagaciones especializadas en la recolección de material del origen de la natación plasmada en su obra "Swimming", revelaron que en los primeros tiempos aquellos primeros nadadores no se entrenaban como lo entendemos actualmente, solo se hacía hincapié en la técnica y la verdadera preparación consistía en realizar nados a una velocidad relativamente lenta (Ralph, 1904).

Años posteriores a esta preparación se le incorporó determinados ejercicios que consistían en fortalecer los medios de propulsión (brazos y piernas) mediante la utilización de tablas flotadoras y tracciones resistidas a través de sujetar las piernas. A pesar de estos nuevos ejercicios, la concepción de la idea de que el nadador para entrenarse debía nadar grandes distancias a paso lento continuó firme aun cuando su especialidad fuese de velocidad. Este tipo de entrenamiento era conocido como el método de la superdistancia, el cual dominó durante mucho tiempo hasta finales de 1920 (Ralph, 1904).

Varios entrenadores de la época no se sentían cómodos con esta forma de entrenamiento, en consecuencia, comenzaron a añadir nados rápidos dentro de la sesión de entrenamiento, entre 4 y 8 pasadas de 50 yardas. A partir de 1930 este método comienza hacerse más popular, el mismo consistía en nadar una larga distancia variando la velocidad; a este método se lo denominó pirámide o locomotoras. Estas variaciones en los métodos de entrenamiento dieron como resultado el surgimiento de los que hoy conocemos como la preparación a intervalos o bien fartlek (Ralph, 1904).

Desde aquellos años hasta después de la II Guerra Mundial, los sistemas de entrenamiento no tuvieron mucho progreso. Solo dos entrenadores durante este período, Matt Mann III y Robert Kiphut, perfeccionaron sus métodos al dar mayor importancia a la velocidad. Una sesión típica consistía en realizar recorridos de 50 yardas a máxima velocidad con recobro

del aliento, entre 10 a 15 repeticiones al finalizar el entrenamiento. Otros entrenadores comenzaron a implementar en sus sesiones solo unas pocas repeticiones contra el reloj y con descansos entre los nados lo suficientemente largos para permitir una recuperación casi completa, a este método se lo denominó trabajo de repetición (Ralph, 1904).

Todos estos tipos de métodos eran puestos en práctica como ensayos con poco sustento científico, ya que la fisiología recién daba sus primeros pasos. A mediados de los años 50, los entrenadores de natación comenzaron a observar los entrenamientos en el atletismo. En la delantera ya hacía varios años que implementaban este tipo de entrenamiento por intervalos con grandes logros y al mismo tiempo podían encontrarse algunas investigaciones. No obstante, sucedía lo que actualmente sucede, los entrenadores más antiguos se resistían a introducir estos cambios. Australia, fue el primer país en cosechar los logros de este sistema de entrenamiento en los J.J.O.O. de Melbourne de 1956, pasando del 9º lugar en el medallero general de Helsinki 1952 al 3º lugar, gracias a las 8 medallas de oro obtenidas en natación (Ralph., 1904).

Este gran éxito de Australia hizo que todas las miradas se posaran sobre ellos. Los americanos y los países del bloque soviético se lanzaron a la carrera en la búsqueda de mejorarlo aún más. Imaginaron que si un pequeño estímulo provocaba determinados resultados una cantidad mayor podría ser más beneficioso. Esto provocó que se intensificasen la cantidad de repeticiones y se perdiese de foco a la calidad. Un ejemplo de ello era lo que realizaba el nadador alemán Gerhard Hetz; nadaba 40 series de 100 yardas con un minuto de descanso, y 100 series de 50 yardas con 30 segundos (Ralph, 1904).

Muchos entrenadores de la época, en especial el americano James Counsilman, no estaban de acuerdo ya que consideraba que este tipo de entrenamiento no podría ser soportado por un largo periodo de tiempo, más allá de su monotonía, pero por sobre todas las cosas sentía que violaba una de las premisas más importante del trabajo por intervalos, que es la de que el nadador debe nadar sus largos a velocidad igual o muy cercana de aquella que nadara en la carrera. Afortunadamente muchos entrenadores no siguieron este camino y fue abandonada inmediatamente (Ralph, 1904).

Por aquellos tiempos algunos entrenadores americanos y de australianos de gran éxito como George Haines, Forbes Carlile y Don Talbot, entre otros, demostraron, apoyando nuevamente

las teorías de la calidad, que la cantidad no debía ser la preocupación básica de un programa de entrenamiento de intervalos. Comienza con ellos la discusión que se mantiene a la actualidad, calidad o cantidad. En vez de nadar 100 x 50; ellos trabajaban de 16 a 40 x 50, al nadar menor cantidad podían concentrarse en la calidad (Ralph, 1904).

Actualmente la tecnología refuerza determinadas teorías por lo que estas discusiones concluyen ante los resultados de las investigaciones. No debemos olvidar que todos los seres humanos responderemos de diferentes maneras a iguales estímulos, por lo cual, la evaluación de la adaptación debieran ocupar el centro de nuestra tarea.

2- Los sistemas de entrenamientos desde 1990

La reducción de las marcas deportivas en conjunto con la alta competitividad por la supremacía en el deporte mundial, exige llevar a límite la fisiología humana. Los procesos de entrenamientos son cada vez más exigentes, los sistemas de preparación deportiva son perfeccionados gracias a la investigación científica. Los años 90 se caracterizaron por un gran desarrollo del trabajo científico en diferentes áreas (la fisiología, la biomecánica y la bioquímica de la natación deportiva), así como un gran avance desde la perspectiva práctica (estructura de la actividad competitiva, vías de optimización del control del entrenamiento, métodos de desarrollo de las diferentes aptitudes motoras). Estos avances hicieron que rápidamente sean generalizados y transmitidos como recomendaciones prácticas eficaces para aumentar la calidad de la preparación de los nadadores. La aplicación de la experiencia fue entendida como vía para la aplicación de los conocimientos sobre la preparación de nadadores (Platonov, 1994).

La característica esencial desde los años 60 hasta la actualidad fue el aumento de los contenidos de entrenamiento y de competición. Durante este lapso de tiempo los mejores nadadores del mundo pasaron de un volumen de trabajo anual de 800 horas a 1400 horas; de 1400 a 3400 km; con respecto al trabajo fuera del agua de 150 horas hasta el doble; la participación en competiciones de 50 a 160 hs según Platonov (1994). Este gran incremento de los volúmenes provocó una crisis por aquellos años, ya que numeroso deportista y equipos habían incrementado extraordinariamente los volúmenes de nado y no lograron los resultados esperados. Más aún, muchos sufrieron los efectos de la sobrecarga de los principales sistemas funcionales del organismo, provocando un rápido agotamiento de las posibilidades de

adaptación, en consecuencia, una merma negativa en el desarrollo de todas las aptitudes, en especial, de la fuerza y de la velocidad. El entrenamiento fuera del agua, no escapó a esta lógica (Platonov, 1994).

3- Entrenamiento en seco (fuera del agua)

Los nadadores rusos de la última década y media, habían triplicado prácticamente el volumen de trabajo realizado fuera del agua, pasando de 120 horas a 350 horas. Este aumento se dirigió a desarrollar las aptitudes de la fuerza especial y la flexibilidad enfocados en las articulaciones del hombro y del tobillo. Con respecto al trabajo de la preparación general, la misma se concentraba sobre el desarrollo de la fuerza y la resistencia general, a través de cargas no específicas (barra con pesas o propio peso) en el primer caso y realizando actividades de cross y esquí de fondo en el segundo caso. La introducción de máquinas del tipo isocinética contribuyó en gran manera en la preparación de la fuerza de los nadadores, ya que permitía preparar la coordinación de los músculos a la realización de ejercicios característicos de la natación. La conciencia de construir cada vez más elementos que permitan al nadador realizar sus gestos característicos así como su control y métodos de preparación fueron los principales objetivos a seguir (Platonov, 1994).

Por aquellas décadas, gracias a investigaciones y experiencias prácticas comenzaron a notar que la creación de un ambiente de alta competencia generaba que se pudieran incrementar los volúmenes e intensidades de trabajo; para ello algunos países como ex RDA, EEUU y la antigua URSS y Australia, intercambiaban o realizaban una preparación en conjunto (Platonov, 1994). El proceso de entrenamiento de los mejores nadadores, se enfocaba en el desarrollo del conjunto de aptitudes de la fuerza en estricta concordancia con las características propias de la natación y de la competición (salida, nado, vuelta y llegada). La perfección llega a ser determinante; se realizan cada vez más controles de etapas y se corrige el proceso de entrenamiento utilizando las características de modelos. Los procesos de entrenamiento se enfocarían más que nunca en la optimización de la estructura metodológica y organizativa de la preparación del deportista en cada etapa de su carrera (Platonov, 1994).

4- Características de las cargas de entrenamiento en natación

Actualmente los sistemas de entrenamientos aplicados a la estimulación de la capacidad aeróbica en natación están relacionados con trabajos de intensidades bajas y moderadas. De acuerdo a esta visión es que se han desarrollado diferentes tipos de periodización, en especial, aquellas que sostienen los periodos de base, en donde como mencionamos, recomiendan metodologías de intensidades inferiores a la VAM. Solo en la medida que avancemos en la periodización encontraremos esfuerzos más intensos y solo una pequeña porción a intensidades de competencia en la etapa de puesta a punto (Ferrer, 2011). Estos sistemas se caracterizan por los grandes volúmenes globales, especialmente de nado. A pesar de que con esta modalidad se han logrado grandes logros, esto no fue así para otros, varios nadadores fueron coronados campeones del mundo con volúmenes menores. La aproximación de los nadadores a las cargas de entrenamiento a largo plazo es un factor decisivo. De acuerdo a la experiencia de nadadores de elite, la realización de un entrenamiento con volúmenes moderados de trabajo y la utilización de otros factores que determinan la eficacia del proceso de preparación no estarían lejos de ser pensados.

En la estructuración del entrenamiento a lo largo de la carrera deportiva el aumento progresivo de las cargas de entrenamiento sería un punto central. Las mismas deben ser adaptadas a las posibilidades funcionales del nadador, lo cual permitiría un aumento del nivel de preparación. El incremento de las cargas se realiza sobre la base de 3 aspectos:

1. aumento del volumen global de trabajo
2. aumento de la intensidad
3. el aumento de la parte de las cargas intensivas en el volumen global.

De acuerdo en la etapa que se encuentre nuestro nadador podremos ir variando las cargas según las variantes mencionadas. Varias son las etapas por la que atravesaría un nadador a lo largo de su carrera deportiva, ellas serían V. En la número I (9-10 años), II (11 y 13 años) y III (14 a 17 años), se produce un aumento progresivo de las cargas hasta llegar al final de la etapa III, con porcentajes de un 70-80 % de los valores máximos. Luego los incrementos de volúmenes globales son más paulatinos, incrementándose bruscamente su intensidad y el porcentaje de trabajo intenso en su volumen global. Los valores anuales propuestos son para el aumento global del orden del 15 al 30 % y para el trabajo global intenso del 10 al 15 %.

En algunos nadadores el paso repentino de porcentajes mayores a los mencionados anteriormente provocarían mejoras sorprendentes en sus marcas. Este cambio brusco en la dinámica de las cargas ya era utilizado en los años setenta, el objetivo no era el aumento progresivo de las cargas sino un incremento brusco de los volúmenes e intensidad de trabajo. Esta estrategia actualmente sigue siendo utilizada; durante las primeras etapas de entrenamiento las cargas aumentan paulatinamente para luego aumentar bruscamente a los efectos de lograr los resultados de alto nivel; generalmente suelen aumentar el doble y antes de las competencias principales. En la etapa de mantenimiento de los resultados de alto nivel, el entrenamiento pasa de lo cuantitativo a lo cualitativo, los volúmenes pasan a ser poco importantes o moderados, ya sea en el agua o fuera de ella; el entrenamiento suele enfocarse en la calidad técnica (Platonov, 1994)

5- Características de la natación de las principales potencias

Características de la natación en la Ex RDA

Los nadadores de la ex RDA en comparación con otros países, se preparaban con menores volúmenes de trabajo. Estos pequeños volúmenes les permitían ejecutar una parte importante de los ejercicios con una gran intensidad que correspondía al carácter específico de la distancia de competición. Sus entrenamientos se centraron en el perfeccionamiento técnico y en el aumento de la eficacia de los mecanismos del suministro de la energía. La orientación de los mismos era claramente cualitativa (Platonov, 1994).

Características de la natación en EEUU

La natación de EEUU se caracteriza por un incremento gradual de las cargas. Cada año aumentan las horas y los volúmenes de trabajo. Luego del tercer y cuarto año de entrenamiento cada sesión solo dura entre 1 hora y media y 2 horas, con un volumen de nado de 4000-5000 mts en la sesión. Los volúmenes aumentan preferentemente a expensas del incremento del volumen de las principales series, ejecutadas estas, a gran intensidad. Dan gran importancia a la preparación fuera del agua; comienzan con dos sesiones semanales que se van aumentando paulatinamente a lo largo del año. Cuando se llega a cierto nivel competitivo, los volúmenes comienzan a aumentarse constantemente así como la intensidad de las cargas, se incrementa el número de sesiones con grandes cargas en cada microciclo, se

utilizan duros regímenes de entrenamiento que permiten desarrollar la fuerza especial, se multiplica la tensión psíquica y se crea una fuerte competencia en cada entrenamiento. Llegan a nadar entre 15000-20000 mts diarios, gran parte de ellos son ejecutados con gran intensidad. El volumen medio nadado ronda los 10000-12000 mts semanales y el trabajo fuera del agua oscila entre 7-9 horas (Platonov, 1994).

Con respecto al tipo de planificación, la utilización de la planificación bicíclica en la preparación anual es la de mayor adhesión. La preparación comprende la planificación de dos macrociclos, cada uno de los cuales culmina con una competición importante. El 1er. macrociclo abarca dos etapas; la de preparación y la de competición. En este microciclo los volúmenes al principio son poco importantes, de 2000 a 5000 mts por sesión y una sola vez al día. Luego la carga aumenta progresivamente, centrándose la mayoría del trabajo sobre la técnica de nado. El volumen de cada microciclo llega a las 15 horas. Una tercera parte de este tiempo es dedicado al trabajo en seco (fuerza y flexibilidad) y las dos terceras partes al trabajo en agua, llegando a nadar entre 2000 y 2500 metros. Más adelante se incorporan más sesiones y se intensifican los trabajos y los volúmenes. Las sesiones por microciclos llegan a 12 y el volumen global durante estos periodos a las 28 - 32 horas. El trabajo en seco aumenta a 8 horas. El volumen nadado para los velocistas llega a los 7500 mts, para los de medio fondo a los 8000 mts y para los de fondo los 10.000 mts (Platonov, 1994).

Tabla N ° 15 - Sesión para nadadores velocistas y medio fondistas (Total de metros nadados 8.150 metros) – 1er. Macrociclo	
400 Metros	PP (piernas) variando el estilo
6 x 200 Metros	Estilo en 3'30''
6 x 100 Metros	Estilo en 1'30''
6 x 50 Metros	2 cada 40"; 2:45, 2:50
6 x 400 Metros	Cada 5" progresivo
200 Metros	A ritmo lento
8 x 100 Metros	Estilo en 1'15
200 Metros	A ritmo lento
20 x 50 Metros	En 1'
Fuente: Platonov, 1994	

Tabla N ° 16 - Sesión para nadadores fondistas (Total de metros nadados 14.400 metros) – 1er. Macro ciclo	
400 Metros	En 5':15'
400 Metros	Estilo en 6' (PP)
4 x 400 Metros	Estilo libre progresivo en 4':15
8 x 100 Metros	Estilo libre en 1':15
4 x 200 Metros	Estilo libre en 2:15
2 x 400 Metros	Estilo libre en 4:30'
800 Metros	Estilo en 8:30'
2 x 400 Metros	Estilo libre en 4:30'
4 x 200 Metros	Estilo libre en 2:15
8 x 100 Metros	Estilo libre en 1:15
200 Metros	A ritmo lento en 4'
8 x 200 Metros	PP en 3:15
200 Metros	Estilo libre en 4'
2400 Metros	Estilo libre – respiración 1:3, 1.5
100 Metros	A ritmo lento
10 x 25 Metros	Mariposa rápido + 75 metros estilo libre en 1:45
400 Metros	Estilo en orden inverso en 7'
16 x 25 Metros	Cada 30''
Fuente: Platonov, 1994	

En el 2do. Macro ciclo (precompetitivo) del periodo de preparación el volumen de trabajo en el agua disminuye y se incrementa la intensidad, aumentan el número de ejercicios de velocidad y participan en torneos 2 veces por semana nadando sus pruebas y en algunas complementarias (Platonov, 1994).

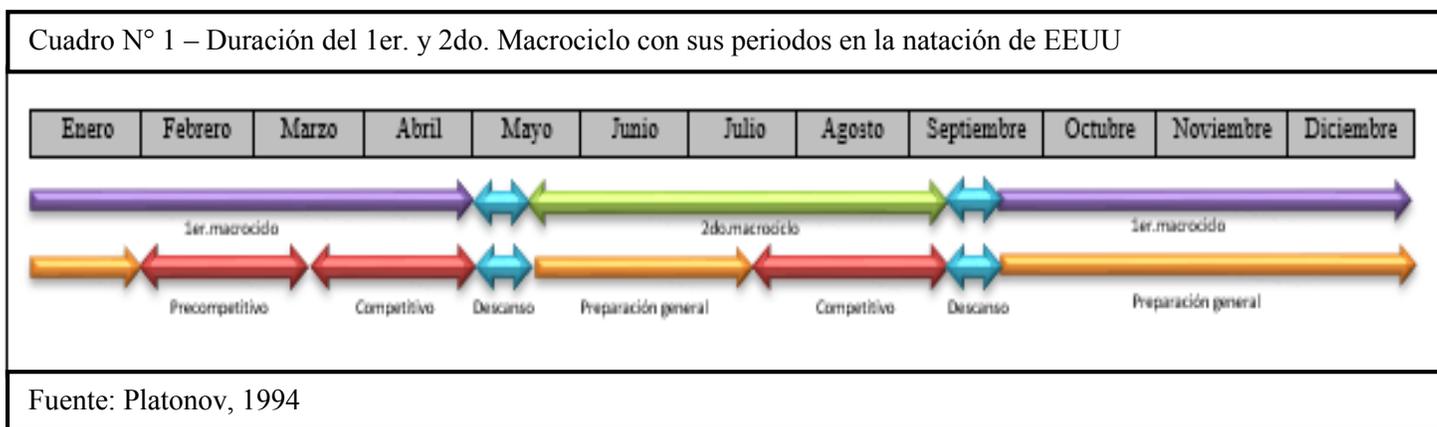
Tabla N ° 17 - Sesión para nadadores velocistas y medio fondistas (Total de metros nadados 3.800 metros) – 2do. Macro ciclo	
1200 Metros	Calentamiento
3 x 200 Metros	Fraccionados, 4 x 50 metros con 10'' progresivo
200 Metros	Lento
3 x 100 Metros	PP en 1:40
40 x 25 Metros	A velocidad
200 Metros	A ritmo lento
Fuente: Platonov, 1994	

Tabla N ° 18 - Sesión para nadadores fondistas (Total de metros nadados 6.200 metros) – 2do. Macro ciclo	
1500 Metros	Calentamiento
20 x 100 Metros	Estilo libre en 1:10, respiración 1:5
200 Metros	A ritmo lento
4 x 400 Metros	Estilo en 7'
16 x 25 Metros	Intervalado de 5'
8 x 50 Metros	Intervalado de 10'
400 Metros	Coordinación
200 Metros	A ritmo lento
3 x 100 Metros	PP a ritmo intenso
100 Metros	A ritmo lento
8 x 50 Metros	Con pausa de 10''
200 Metros	A ritmo lento
Fuente: Platonov, 1994	

En el periodo competitivo el volumen global de trabajo asciende hasta las 30 horas con 12 sesiones de entrenamiento semanal. El volumen de nado llega a los 5000 mts; el trabajo en seco hasta 5 horas semanales (Platonov, 1994).

6- Modelos tradicionales de periodización deportiva en natación

Modelo de la planificación bicíclica de los EEUU en los años 80

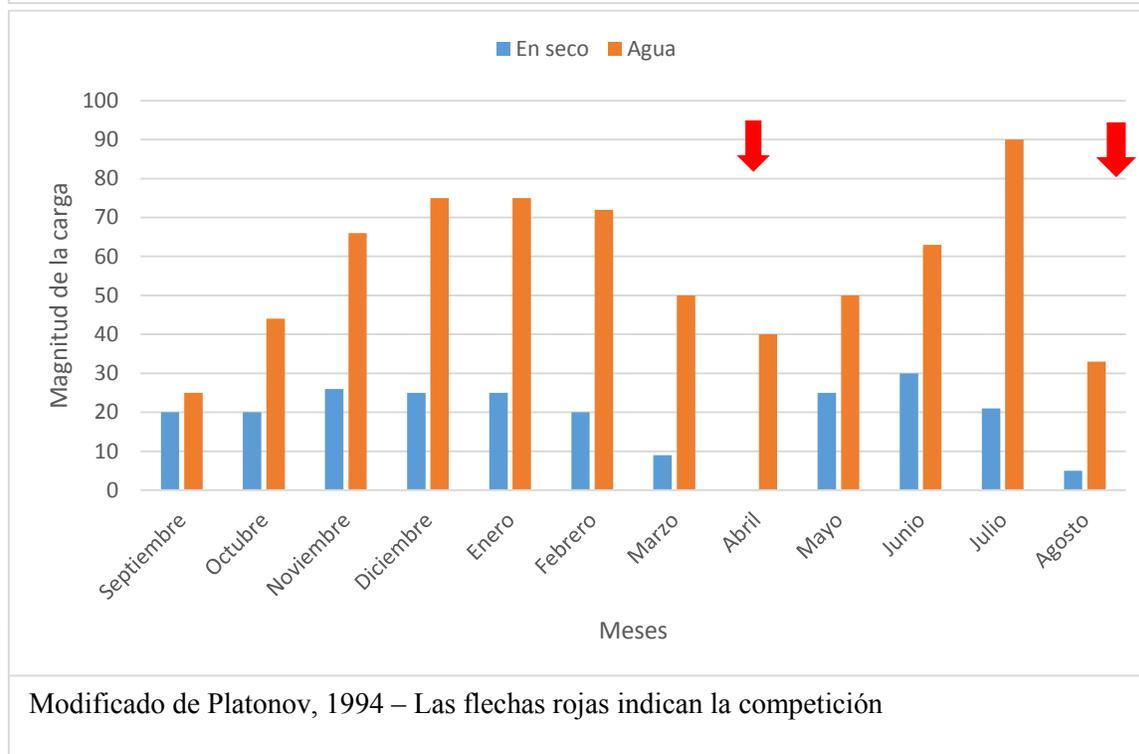


En el Cuadro N° 1 pueden observarse la duración de los dos macrociclos con sus respectivos periodos. El 1er. macrociclo tiene una duración de 7 meses y medio, comprende el periodo desde mediados de septiembre hasta el mes de abril inclusive y abarca 2 etapas; la de preparación y la de competición. El periodo competitivo se extiende desde mediados de febrero hasta mediados de marzo, luego comenzaba el periodo competitivo que se extendería hasta el mes de abril. El 2do. Macro ciclo tiene una duración de 4 meses y medio, comprende un breve periodo de preparación (2 meses), un periodo competitivo de 2 meses también y un periodo de descanso de 15 días. La característica principal de este tipo de planificación es la larga duración del 1er. Macro ciclo (7 meses y medio), por largos periodos de preparación (6 meses en el 1er. Macro ciclo y 2 en el 2do. macro ciclo) y cortos periodos de competición. Este tipo de estructuración tiene como limitación la imposibilidad de participar en un gran número de competiciones importantes.

Tabla N° 19 – Características de los programas de los mesociclos de 4 semanas de duración

Mesociclos	Metros	VGT (hs)	VN (Km)	SSN	VS (Hs)	SSS	SGC	competiciones
De introducción en la I etapa del periodo de preparación	50-100	60	100	6	36-38	6	4-8	
	200-400	68	140	9	38-40	9	8-12	
	1500	70	150	9	40-42	9	8-12	
De introducción en la II etapa del periodo de preparación	50-100	80-86	120-140	9	40-42	9	8-12	4-6
	200-400	90-95	160-180	9	44-46	12	12-16	4-6
	1500	90-95	160-180	12	48-50	12	12-16	4-6
De base en la I etapa del periodo de preparación	50-100	90-95	180-200	12	36-38	9	4-8	10-12
	200-400	100-105	220-240	12	36-38	6	12-16	8-10
	1500	100-105	220-240	12	36-38	6	12-16	8-10
De base en la II etapa del periodo de preparación	50-100	110-115	220-240	12	36	6	20-22	10-12
	200-400	120-125	300-340	14	36	6	24-26	8-10
	1500	130-135	320-350	14	36	6	24-26	8-10
De control y preparación	50-100	95-100	160-180	9-12	24-26	6	16-18	12-14
	200-400	100-105	260-280	12	30-36	6	20-22	10-12
	1500	100-105	260-280	12	30-36	6	20-22	10-12
Precompetitivo	50-100	95-100	140-160	9-12	12-14	6	8-12	12-14
	200-400	100-105	220-280	10-12	14-16	6	12-14	10-12
	1500	105-110	240-280	10-12	14-16	6	12-14	10-12
Competitivo	50-100	70-75	80-100	6-9	8-10	4	4-6	14-18
	200-400	70-75	100-130	9-11	12-14	6	8-10	12-14
	1500	70-75	120-150	9-11	12-14	6	8-10	10-12
Modificado de Platonov, 1994								
VGT=volumen global de trabajo- VN=volumen de nado/SSN=sesiones semanales de nado/VS=Volumen en seco/SSS=sesiones semanales en seco/SGC=Sesiones con grandes cargas/								

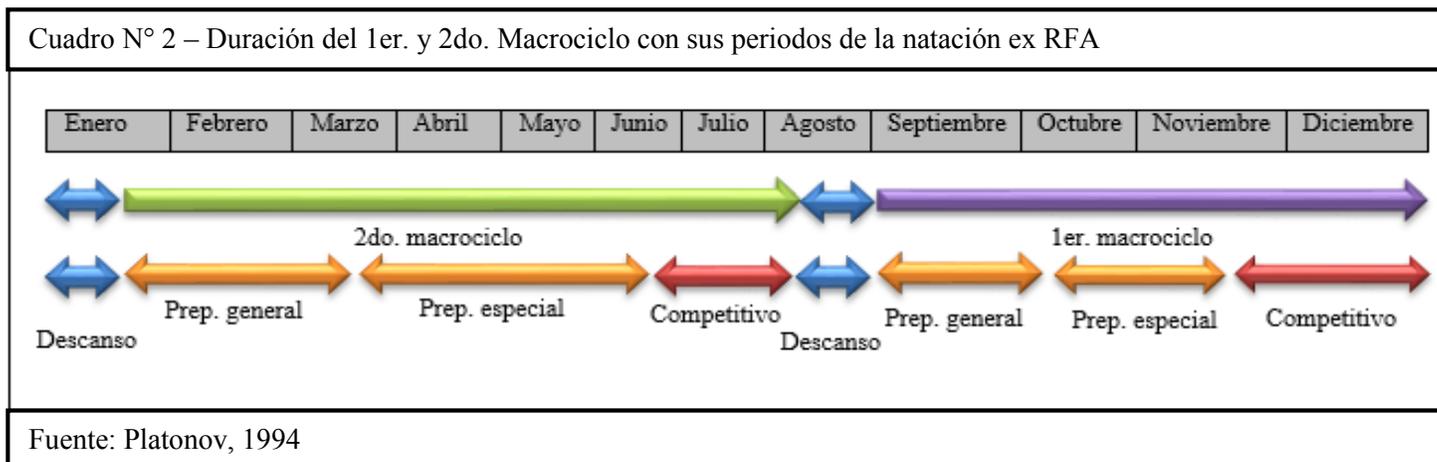
Grafico N° 32 – Magnitudes de carga de entrenamiento en seco y en el agua en una planificación bicíclica de nadadores de EEUU



Modificado de Platonov, 1994 – Las flechas rojas indican la competición

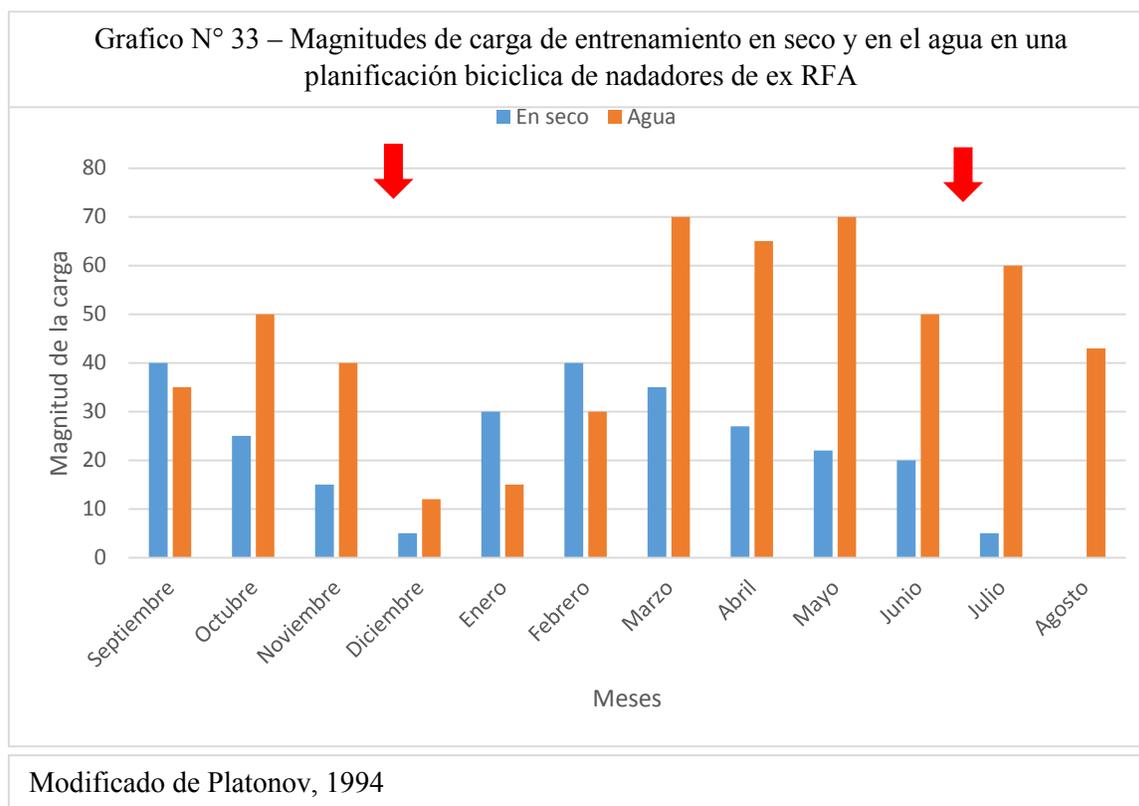
En el Grafico N° 30 se puede observar la dinámica de las cargas del entrenamiento dentro del agua como en seco. Los volúmenes de nado fluctúan entre las competiciones; se van incrementando gradualmente, para luego descender a medida que nos acercamos a las competencias. En la planificación bicíclica como es característico encontramos un macrociclo más extenso que el otro. En este caso el 1er. Macrociclo es el más extenso, comprendido entre septiembre y abril. El inicio de este periodo se caracteriza por una iniciación en seco y en agua muy similares; el trabajo en agua a partir del mes de octubre comienza a tener mayor relevancia. Prácticamente el trabajo en seco en los periodos de competencias se reducen a la mínima expresión.

Modelo de la planificación bicíclica de la ex RFA en los años 80



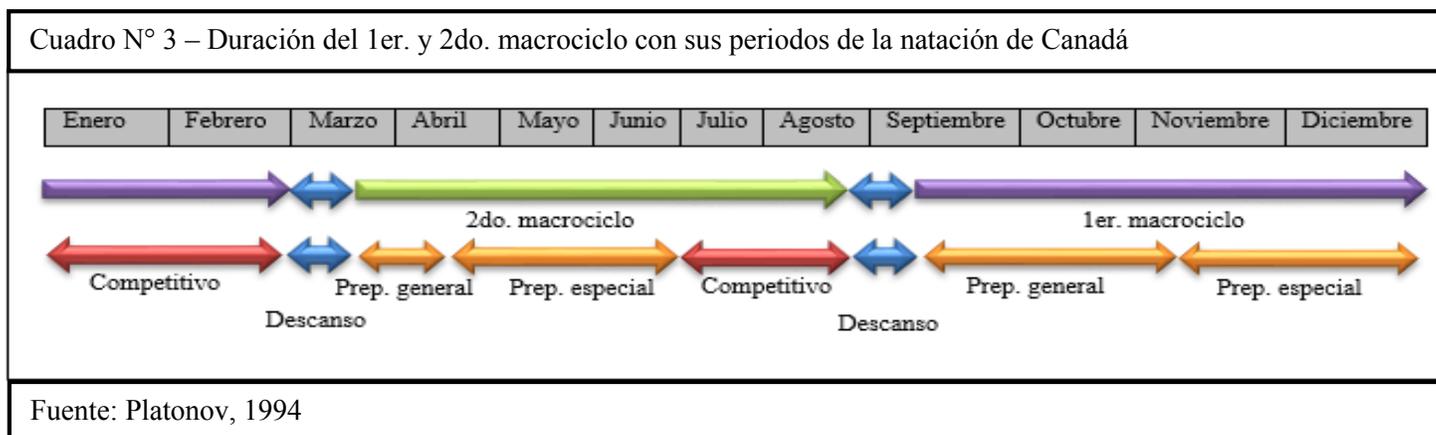
En el Cuadro N° 2 vemos la duración de los 2 macrociclos con sus respectivos periodos. Distinguimos dos macrociclos muy similares en su duración, el 2do. macrociclo es levemente más extenso. Dentro de la preparación se distinguen la preparación general propiamente dicha y la preparación especial. En la primera el trabajo se basa en la variabilidad, se planifican sesiones en seco con el objetivo de desarrollar la fuerza, la flexibilidad y la resistencia general; las sesiones duran entre 30' y 60'. Se llevan a cabo 2 sesiones diarias en el agua, hasta 10 por semana. La cantidad de horas dentro del agua llegan a las 4 horas diarias, llegando a nadar entre 4000 y 12000 mts. En la segunda instancia, el trabajo en el agua se destina al desarrollo de la velocidad, la resistencia general y especial y a perfeccionar la técnica. El volumen de nado puede variar entre los 7000 y 20000 mts. En el periodo competitivo el volumen global de trabajo fuera y dentro del agua disminuye considerablemente. El trabajo se centra en la especificidad. Ya en el 2do. Macro ciclo y luego del descanso, se repite la misma preparación general y especial que en el 1er. Macro ciclo así como también los volúmenes trabajados; se incrementa los volúmenes de trabajo de resistencia fuera del agua. La etapa de la preparación especial dura 3 meses y se divide en 3 mesociclos: En el primero de ellos (5 semanas) se intentan crear un potente fundamento funcional a lo largo de un trabajo intenso fuera del agua en conjunto con un trabajo variado dentro del agua. El segundo mesociclo (4 semanas) Las cargas se orientan hacia la especialidad deportiva, se orienta a desarrollar la resistencia-velocidad y la velocidad pura;

el trabajo dentro del agua llega a los 23.000 mts y fuera del agua a las 28 horas. El tercer mesociclo (4 semanas) se incrementan el volumen de trabajo especial tanto en el agua como fuera de ella. Se utilizan mucho los ejercicios de competición. Luego comienza el periodo competitivo, el cual dura aproximadamente entre 1 mes y medio y 2 meses. El volumen global de trabajo se reduce sustancialmente, al mismo tiempo el porcentaje de trabajo específico aumenta (Platonov, 1994).



En el Grafico N° 33 puede observarse otra distribución de las magnitudes de carga del entrenamiento en seco y en agua. En este caso podemos observar en cada macrociclo dos maneras de aproximación a las competencias. En el 1er. Macro ciclo las magnitudes en seco y en agua disminuyen a la mínima expresión, mientras que en el 2do. Macro ciclo solo se reduce el trabajo en seco, mientras se mantienen importantes magnitudes de nado. En este tipo de planificación tiene más relevancia el trabajo fuera del agua que en la planificación de los nadadores de los EEUU (Platonov, 1994).

Modelo de la planificación bicíclica de Canadá en los años 80

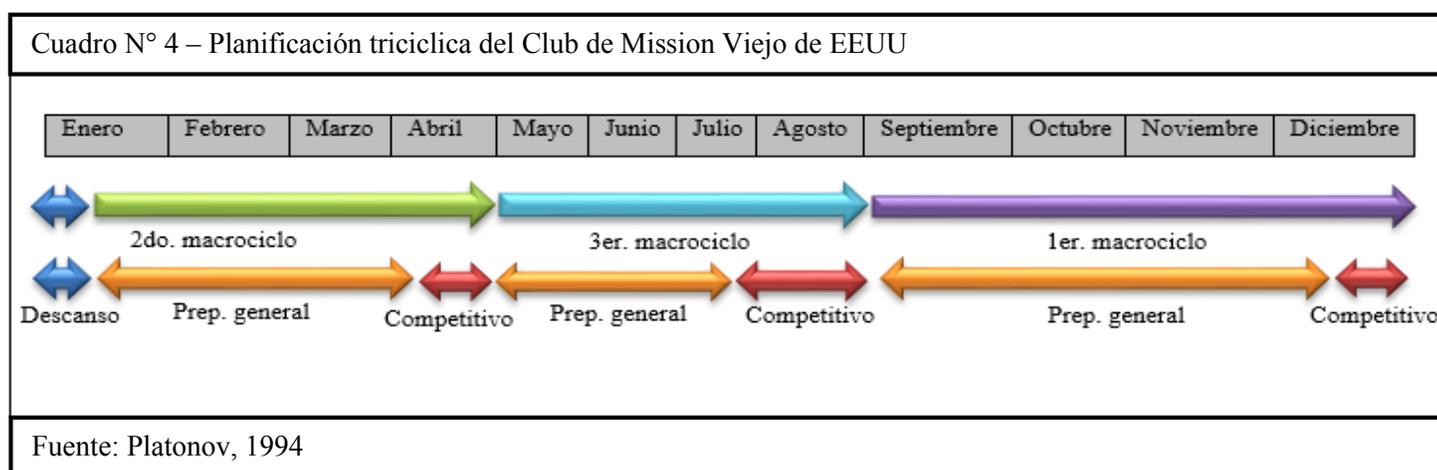


En el cuadro N° 3 observamos la duración de los 2 macrociclos con sus respectivos periodos. En este caso encontramos 2 macrociclos de igual duración (6 meses cada uno). En el 1er. Macro ciclo distinguimos un periodo largo de preparación dividido en dos partes; la preparación general y la preparación especial ambos con una duración de 2 meses. Luego le sigue el periodo de competición también de 2 meses de duración. El 2do. Macro ciclo comienza con un pequeño periodo de preparación general (15 días) seguido de un extenso periodo de preparación especial. (3 meses). Luego se inicia el periodo competitivo con una duración de 2 meses. Durante el 1er. Macro ciclo se hace hincapié en el trabajo aeróbico. Los trabajos en el agua son realizados preferentemente, hasta un 70 %, con medios suplementarios y auxiliares. El perfeccionamiento de la técnica, también se realiza con medios auxiliares. El trabajo fuera de agua es realizado 3 veces a la semana en la sala de musculación y 3 veces a la semana se trabaja el cross. El volumen semanal aproximado es de 3500 a 4500 mts y en octubre de 5000 a 6000 mts. En la segunda etapa del periodo de preparación, el volumen realizado en el agua por semana aumenta hasta los 7000 y 8000 mts en noviembre y de 9000 a 9500 en diciembre. Se hace foco sobre el trabajo de piernas realizados a gran intensidad. Las series y los tramos se ejecutan en todos los estilos, para luego realizarlos individualmente. Gran parte del volumen se dirige a perfeccionar los mecanismos anaeróbicos. El 10 % de volumen global está vinculado a perfeccionar las aptitudes de velocidad, las series más utilizadas son: n x 400, n x 300, n x 200, n x 100, n x

50 y n x 25. Las cargas durante este periodo son sumamente voluminosas y de gran especificidad. Luego se inicia el periodo competitivo, donde la reducción del volumen fuera del agua y en ella es considerable. Aumentan los ejercicios de velocidad y de competición (salida, vuelta, llegada). Se planifica nadar 2 distancias de competición divididos en tramos iguales; ej. 200 y 400 estilos; 8 x 50, 4 x 100, 150 + 250, 200 + 200, 300 + 100. El intervalo de descanso va disminuyendo paulatinamente y al finalizar se trabaja para la compensación. El volumen del nado va disminuyendo de los 5000 a 6000 metros a los 2200-2400 metros. Se utilizan medios para colaborar con la recuperación como saunas, masajes e hidrotratamientos (Platonov, 1994). El periodo de descanso puede ser activo o pasivo. Al inicio de la preparación del desarrollo general del 2do. Macro ciclo, los trabajos se concentran en una intensidad mayor que en la misma etapa del 1er. Periodo. La cantidad de sesiones en agua alcanzan las 11 y 12 y en seco entre 15 y 18. El objetivo principal de las sesiones en seco es perfeccionar la fuerza-velocidad y la fuerza-resistencia. El volumen de nado aumenta de 3000 a 4000 mts en la primera etapa hasta los 6000 y 9000 mts. Los tramos son nadados a una intensidad mayor que en el anterior macro ciclo. Dos veces por semana, por la mañana, se practica el nado de una hora. Se utilizan también medios auxiliares para la retención de la respiración. En la etapa de preparación especial, los volúmenes se enfocan a la especialidad competitiva. Muchas veces debido a la intensidad de los entrenamientos los volúmenes se reducen entre los 900 y 1000 mts. Se presta especial atención al perfeccionamiento del potencial de velocidad de los diferentes tramos del nado (salida, viraje). Estos trabajos intensos se alternan con distancias largas (4000 y 6000 mts) y velocidad media. El trabajo en seco llega a reducirse y no ser un objetivo primordial; solo entre 3 y 4 horas en la semana (Platonov, 1994). En el transcurso del periodo competitivo del 2do. Macro ciclo, el volumen continúa disminuyendo. Se utilizan primordialmente la división del nado en tramos, los cuales son nadados a velocidades intensas, con cortas pausas. El trabajo en seco se reduce solo a la ejecución diaria de unos ejercicios complejos de 30 minutos, los cuales permiten mantener la movilidad de las articulaciones. Al finalizar las competiciones se planifica un periodo de transición entre 20 y 25 días (Platonov, 1994).

Planificación tricíclica y tetraciclina

Cada vez más y de acuerdo a la incorporación de competencias al calendario, los entrenadores han adaptado sus planificaciones a estos cambios. El empeño de participar en la mayoría de las competencias ha hecho que en la actualidad este tipo de planificación sea más comunes. Este tipo de planificación tiene como característica el escalonamiento de los logros, cada temporada es un paso intermedio para alcanzar el objetivo de la siguiente. Tomaremos como ejemplo un Club de EEUU, llamado Mission Viejo (Platonov, 1994).



En el cuadro N° 4 se puede observar la distribución de los macrociclos en una temporada. El periodo de preparación general del 1er. Macrociclo es el más extenso; el periodo competitivo solo dura unas semanas (2 o 3). El volumen de nado se inicia con valores de 3000 mts diarios, finalizando el mes en los 8000 mts. Todo el trabajo se basa en el perfeccionamiento de la técnica de todos los estilos y en la brazada específicamente. Con respecto a los volúmenes, a finales de Octubre los mismos llegan a los 12000 mts diarios para los velocistas, 14000 mts para los medio fondistas y de 18000 mts para los fondistas. Finalizando la etapa de preparación general, los nadadores se preparan durante 8 y 10 días para las competencias, disminuyendo el volumen hasta los 8000 mts. Es característico de este tipo de planificación que los nadadores compiten bajo los efectos de la carga. En el 2do. Macrocolo se comienza con un trabajo intenso, después de un descanso tan solo de varios días. El periodo de preparación del 2do. Macrocolo se caracteriza por un incremento de la intensidad; los

nadadores de fondo llegan a nadar 16000 mts, los medio fondistas 12000 y los velocistas 8000 mts. Llegando al mes de abril, se dedican 3 semanas para las competiciones. Los volúmenes de nado continúan disminuyendo; al término de la 3ra. Semana los fondistas terminan nadando 5000 mts; los medio fondistas 3000 mts y los velocistas entre 2000 y 2500 mts. En el 3er. Macro ciclo disminuye bruscamente el periodo de preparación general; el mes de mayo es el periodo de preparación de base semejante al de noviembre y diciembre. Durante junio y julio la intensidad comienza a cobrar protagonismo. A finales de julio comienzan a prepararse para las competiciones (Platonov, 1994). Las características del entrenamiento en seco consisten en carreras durante 10-30 minutos durante la mañana, por la tarde una sesión de 1 hora de duración con enfoque en la fuerza y la flexibilidad. Se utilizan en gran medida el Mini-Gym, máquinas de musculación como Universal y Nautilus, por lo menos 3 veces a la semana. Cuando se acercan las competiciones, este tipo de trabajos disminuyen hasta un 50 %, aumentando nuevamente luego de las competiciones. Al mismo tiempo, aumenta la preparación de la fuerza-velocidad en el agua a los efectos de transferir el potencial acumulado de fuerza en las pruebas de velocidad. En el 3er. Macro ciclo el entrenamiento de la fuerza adquiere un carácter aún más especializado, el volumen de trabajo disminuye en este periodo entre un 10 y 20 % (Platonov, 1994). La planificación tetracíclica fue propuesta por los años 70 por especialistas de la ex RDA. Este enfoque habría surgido como consecuencia de experiencias en la preparación en diferentes países e hipótesis científicas. Este consistía en la necesidad del aumento del volumen de la preparación específica de la fuerza fuera del agua con el simultáneo aumento del volumen de nado. Cada micro ciclo debía contener un contenido específico que permitiera, obtener buenos resultados en las competiciones importantes y servir de base para la preparación de las competencias más importantes. Este sistema fue rápidamente introducido y puesto en marcha a finales de los 70 por la Unión Soviética y años más tarde en los países del este, como Hungría y Bulgaria. En los años subsiguientes comenzó a extenderse a los EEUU. Este sistema de planificación se basa en una orientación real y no solo de principios; esto se logra gracias a una (Platonov, 1994):

- Periodización precisa
- Periodización con varios ciclos, finalizando cada uno de ellos en una competencia.
- Dinámica compleja de cargas

- Variedad de medios de entrenamientos
- Medios externos de la preparación (medios de recuperación, alimentación, máquinas de musculación especiales).
- Planificación en altura
- Planificación racional de las competiciones

El trabajo en altura ocupa a lo largo de la temporada un papel importante. En la 2da. Mitad de cada microciclo se desarrolla una etapa de 3 semanas de preparación de montaña, utilizando máquinas de entrenamiento y musculación altamente especializada que logran un aumento importante de la especificidad de la preparación de la fuerza en seco, ejemplo en túnel hidrodinámico. Otro importante factor de este tipo de planificación es el aumento sistemático de un macrociclo a otro del volumen específico en el volumen global.

7- La construcción tradicional de la resistencia por vía aeróbica en natación

Como hemos mencionado en otros capítulos, la construcción de la resistencia en natación se ha sustentado en la realización preponderantemente de entrenamientos aeróbicos. El volumen de metros nadados parecería ser el determinante principal de acuerdo a esta filosofía; largas distancias nadadas a baja intensidad. El método utilizado frecuentemente para ello es el continuo y el intervalado de mediana y larga duración. Este tipo de entrenamiento no conseguiría desarrollar los patrones neurológicos para la estimulación de la fibra muscular, la técnica biomecánica y los sistemas energéticos que se necesitan para las pruebas en la competición (Costill, 1998).

Una de las principales mejoras con estos tipos de entrenamientos es el aumento del número de capilares alrededor de cada fibra muscular, lográndose de esta manera un mayor intercambio. Otro de los cambios importantes es el aumento de la actividad y la cantidad de las enzimas oxidativas, no obstante, de acuerdo a un estudio realizado con el objetivo de observar estos cambios a lo largo de 12 semanas de entrenamiento aeróbico, mostró que en las últimas 6 semanas la captación máxima de O_2 fue mínima. Al mismo tiempo se observó que en las enzimas de la glucólisis no se produjeron cambios e inclusive, disminuyeron (Costill, 1998).

Uno de los principales cambios en este tipo de entrenamiento es el incremento del contenido de mioglobina y de las mitocondrias. Ambos producen mejoras significativas tanto a nivel de intercambio como de producción de energía. Estos datos han hecho que los entrenadores focalicen sus entrenamientos en busca de desarrollarlos y potenciarlos, pero, es necesario conocer algunos otros datos importantes. Como mencionamos, es muy seductor tener gran disponibilidad de intercambio, pero a su vez es necesario ponderarla en relación a los objetivos de la prueba. Gracias a un estudio controlado en laboratorio es posible medir algunos cambios que tienen un impacto en forma directa sobre la capacidad aeróbica, esto es la captación máxima de O_2 de una porción del músculo. En comparación, los músculos no entrenados tienen un QO_2 de 1500 $ul.h^{-1}.g^{-1}$, y los nadadores que nadan entre 5000 y 12000 metros diarios llegan a tener el doble. A pesar de este evidente incremento de la capacidad respiratoria del músculo, nadar más de 3000 mts diarios no mejora el QO_2 . Esos datos

demuestran que existe un límite en la capacidad del musculo para adaptarse al entrenamiento aeróbico, los valores máximos o mayores progresos en este aspecto se encontrarían entre los 4000 y 6000 mts diarios aproximadamente (Costill, 1998).

La gran disponibilidad de energía es otro de los beneficios de este tipo de construcción de la resistencia. La producción de esta energía depende fundamentalmente de aceleradores químicos llamadas enzimas, las cuales se incrementan gracias al entrenamiento aeróbico, no obstante, en determinado momento a pesar del paulatino incremento de ellas, se produce un descenso de la captación de O₂. Un dato relevante es que una moderada actividad diaria incrementa la capacidad aeróbica del musculo y de la actividad de las enzimas. Un estudio ha demostrado que realizando natación recreativa durante 20 semanas, ya incrementa la actividad de las enzimas oxidativas (SDH-HK-MDH), en especial de la SDH, incrementándose un 25 % por encima de los niveles observados en individuos sedentarios (Costill, 1998).

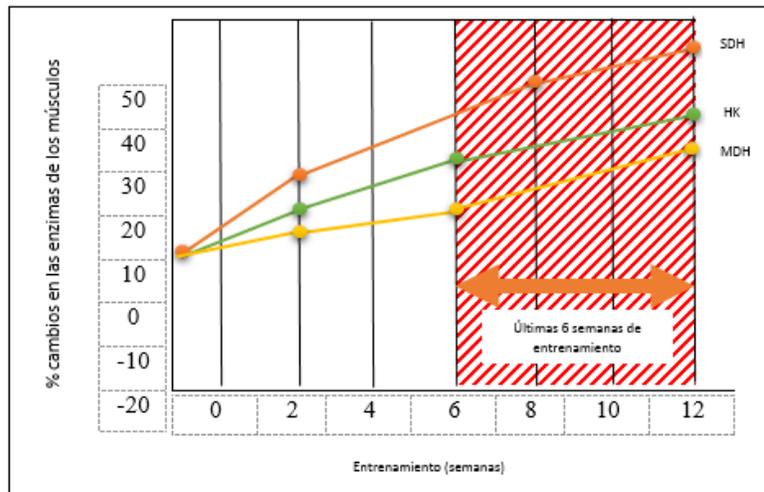


Gráfico N ° 34 - Cambios en las enzimas de los músculos en un entrenamiento de 12 semanas
Modificado de Costill, 1998

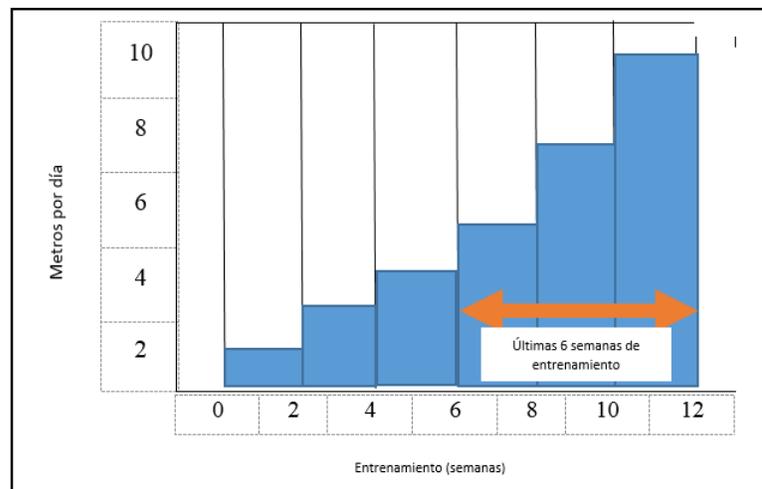


Gráfico N ° 35 - Incremento de los metros de entrenamiento en 12 semanas
Modificado de Costill, 1998

En el Gráfico N ° 34 - se observa como a pesar del aumento de volumen de metros diario de entrenamiento las enzimas no siguen el mismo crecimiento exponencial que en las primeras 6 semanas, en la segunda 6 semanas las encontramos más estables y no mostraron mejoras adicionales de la capacidad aeróbica.

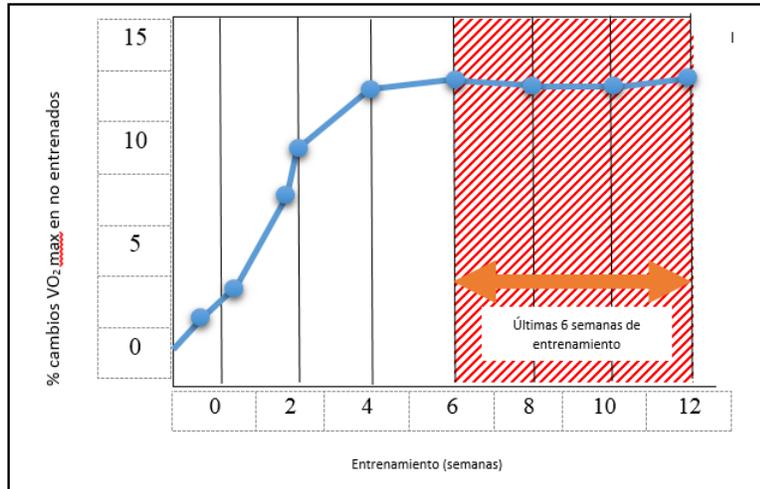


Gráfico N ° 36 - Variación del VO₂ max con un entrenamiento de 12 semanas
Modificado de Costill, 1998

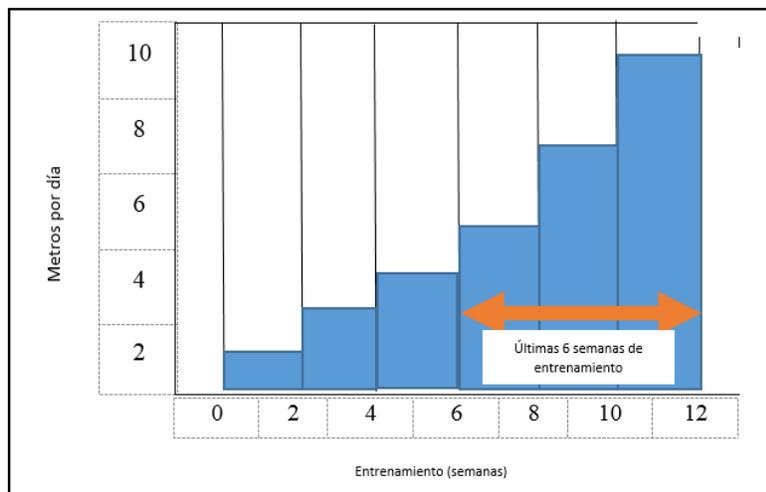


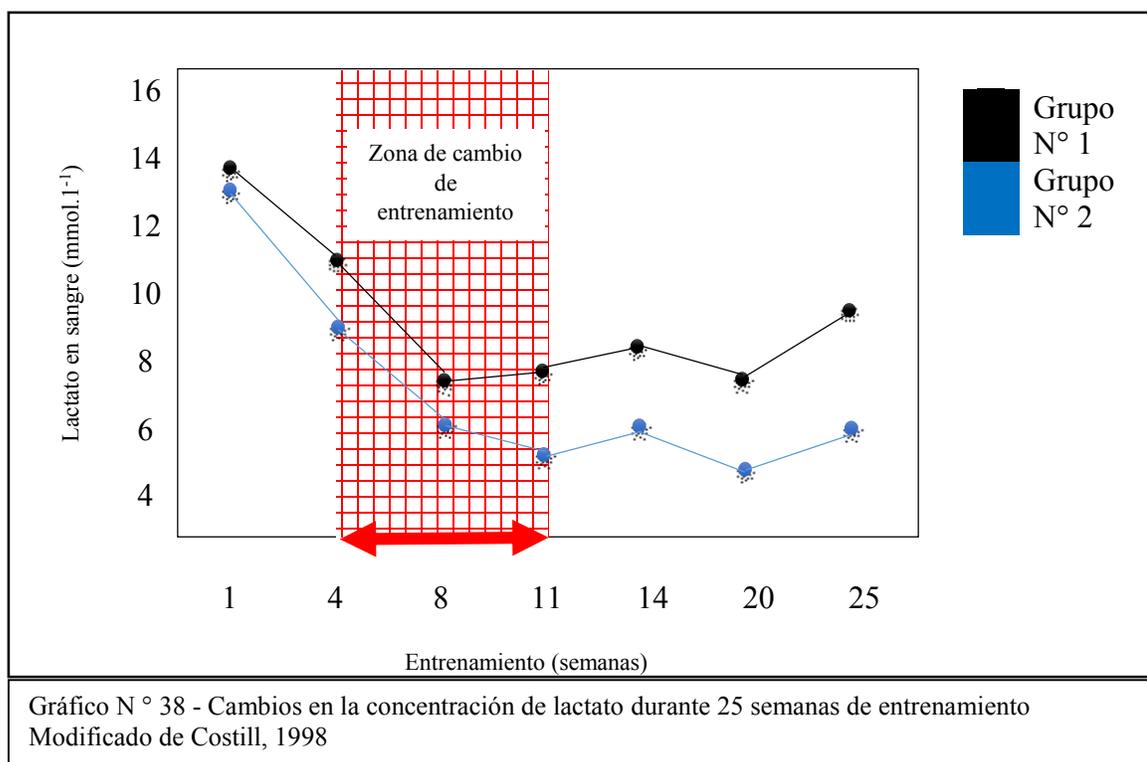
Gráfico N ° 37 - Incremento de los metros de entrenamiento en 12 semanas
Modificado de Costill, 1998

En el Gráfico N ° 36 - Observamos como en las primeras 6 semanas de entrenamiento, el VO₂ max crece de manera exponencial. Entrando a las segundas 6 semanas, el VO₂ max comienza a estabilizarse, sin registrar mejoras o avances. Esto reflejaría que un incremento adicional en el volumen de entrenamiento no mejorará su resistencia, por lo tanto, parece ser

que existe una cantidad óptima de ejercicio físico que producirá las mejores progresos de la capacidad aeróbica y la resistencia (Costill, 1998).

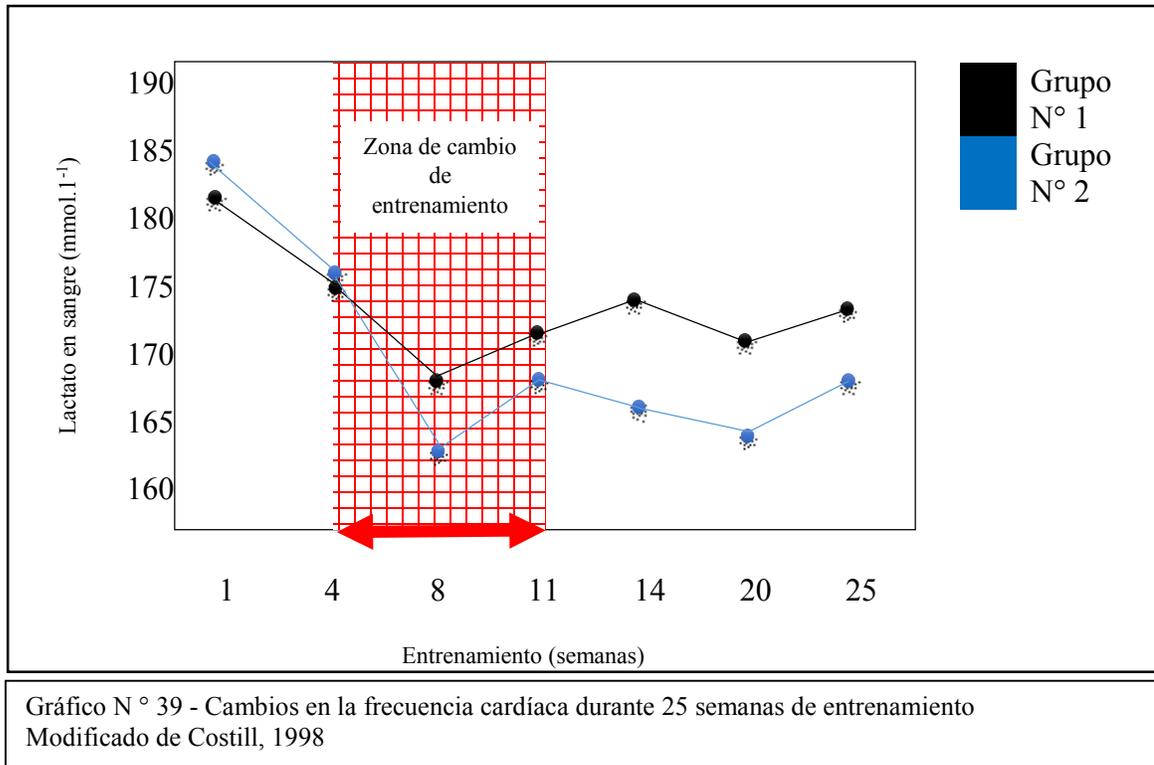
Luego de varios años de estudios a nadadores Costill, (1998) sugiere que para los nadadores, en promedio, el régimen de entrenamiento óptimo correspondería a un gasto de energía que oscila entre las 6000 y las 10000 Kcal semana⁻¹, que equivaldría a nadar entre 25000 y 30000 mts semanales.

Como mencionamos en capítulos anteriores, otra estrategia para el incremento de volumen al entrenamiento es adicionar más sesiones diarias. Actualmente en nadadores en formación se planifican no menos de 2 sesiones diarias. Al respecto, Costill (1998) realizó un estudio con 2 grupos de nadadores durante 25 semanas. Ambos grupos comenzaron con 1 sesión diaria. El grupo n° 1 durante la semana 4^o y 11^o realizó dos sesiones diarias, volviendo luego a 1 sesión. Se registraron de ambos grupos los niveles de lactato y frecuencia cardiaca.



En el Gráfico N ° 38 - se observa el comportamiento en la concentración de lactato en ambos grupos durante las 25 semanas. A pesar de haber disminuido sustancialmente los valores de

lactato en ambos grupos al principio del entrenamiento; el grupo n° 1 que adicionó una sesión más, no registró cambios significativos.



El gráfico N° 39 - se observa el comportamiento de la FC de cada grupo a lo largo de las 25 semanas de entrenamiento. Durante la semana de adición de una sesión al grupo n° 1, la FC prácticamente no tuvo cambios. Se registraron FC promedio levemente superiores al grupo n° 2. Esto podría deberse a que no todos los individuos poseen el mismo potencial de adaptación. Cada individuo experimentará ante un estímulo diferentes niveles de mejoras, mientras que unos manifestarán grandes logros otros muy pocos si es que experimentan alguno en su capacidad aeróbica (Costill, 1998).

De acuerdo a los datos expuestos podríamos decir que la adición de entrenamiento no daría como resultado una mejora de la performance; al contrario, durante estos periodos adicionales los nadadores no revelarían ninguna mejora de la potencia natatoria, disminuyendo en consecuencia su velocidad. Esta reducción de la potencia y la velocidad fue observada en los miembros superiores a consecuencia de una disminución de la fuerza

muscular, en este sentido, se observó que la potencia de los brazos disminuyó sustancialmente cuando los metros nadados fueron de 9000 mts diarios. Los valores más altos fueron encontrados cuando estos nadaron 2700 mts durante un periodo de 3 semanas (Costill, 1998).

8- Distribución de volúmenes de acuerdo al área de trabajo en una planificación tradicional

Grafico N° 40 – Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).



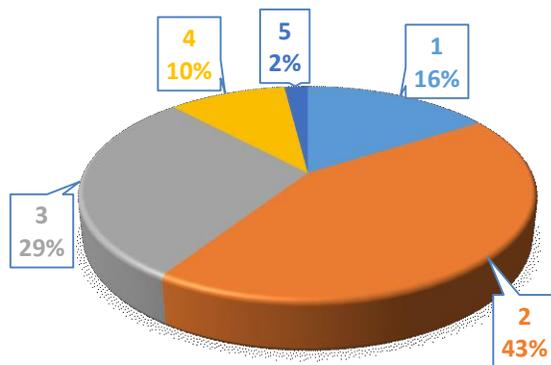
Modificado de Platonov, 1994 – Zona de trabajo: Zonas de intensidad

1: Ejercicios aeróbicos de poca potencia; 2: Ejercicios aeróbicos de potencia moderada; 3: Ejercicios mixtos (anaeróbicos-aeróbicos); 4: Ejercicios anaeróbicos lácticos; 5: Ejercicios anaeróbicos alácticos

En el Gráfico N° 40 se pueden observar los diferentes porcentajes de los ejercicios en cuanto a zonas de trabajo utilizados durante una temporada en nadadores masculinos especialistas en las distancias de 100 y 200 mts. Encontramos porcentajes similares en zonas de trabajo 1 y 2; estas son las menos intensas. Si sumáramos estos 2 porcentajes, nos encontraríamos nadando a velocidades lentas un 68 % de nuestro entrenamiento y solo un 42 % a las velocidades más rápidas. Solo un 18 % del total fueron nadados a velocidades muy rápidas.

Grafico N° 41 – Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).

(B) VOLUMEN DE TRABAJO FUERA DEL AGUA EN NADADORES MASCULINOS

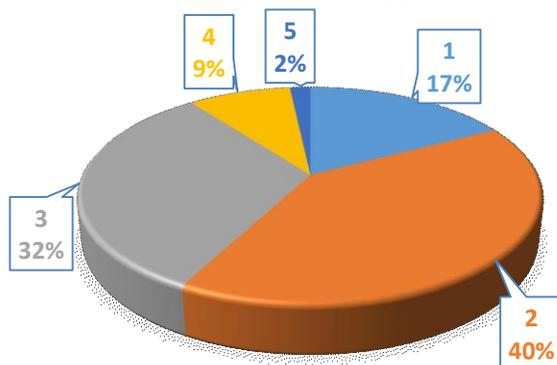


Modificado de Platonov, 1994 — 1: Ejercicios aeróbicos de poca potencia; 2: Ejercicios aeróbicos de potencia moderada; 3: Ejercicios mixtos (anaeróbicos-aeróbicos); 4: Ejercicios anaeróbicos lactácidos; 5: Ejercicios anaeróbicos alácticos

En el Grafico N° 41 se observan casi las mismas características que en el gráfico anterior, solo que en esta oportunidad nos encontramos con nadadores especialistas en distancia de entre 400 y 1500 mts. La intensidad más trabajada es la 2 con un porcentaje del 43 %; le sigue la 3 con un porcentaje del 29 % y en 3er. Lugar la zona 1 con un porcentaje del 16 %. Es sorprendente observar como en este tipo de nadadores con preponderancia sobre los sistemas aeróbicos, se nada mayor porcentaje en la zona 3 (29 %), con respecto a los nadadores de velocidad, los cuales tienen un porcentaje menor sobre la misma zona, la cual es del 24 %.

Grafico N° 42 – Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).

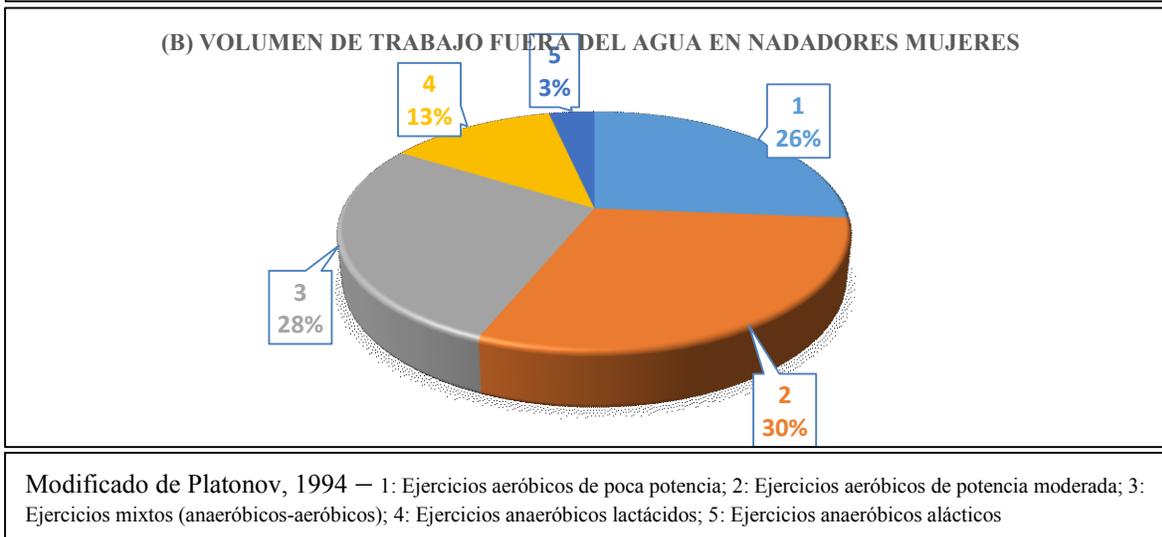
(A) VOLUMEN DE TRABAJO FUERA DEL AGUA EN NADADORES MUJERES



Modificado de Platonov, 1994 – 1: Ejercicios aeróbicos de poca potencia; 2: Ejercicios aeróbicos de potencia moderada; 3: Ejercicios mixtos (anaeróbicos-aeróbicos); 4: Ejercicios anaeróbicos lactácidos; 5: Ejercicios anaeróbicos alácticos

En el Grafico N° 42 vemos los diferentes porcentajes de trabajo en las diferentes zonas a lo largo de una temporada en nadadoras especialistas en distancias de 100 y 200 mts. Se repite la misma forma de trabajo sobre las zonas. Encontramos en la sumatoria de las zonas menos intensas los porcentajes del 57 %, mientras que en las más intensas el 43 %. No obstante esta observación, en este caso, hay una mayor proporción de porcentaje de la zona 2 (40%) con respecto a la zona 1 (17 %). En los nadadores masculinos esta proporcionalidad en las dos zonas son iguales (29 %). Al mismo tiempo la zona 3 es también más trabajada con respecto a los varones (24 % varones, 32 % mujeres); este aumento de trabajo de las mujeres de esta zona, tiene como origen un mayor trabajo de la zona 2 y una sustancial reducción de la zona 1. Llama la atención a pesar de un incremento de los porcentajes de zonas más rápidas, que las zonas 4 y 5 sean muy poco estimuladas. En su sumatoria solo alcanzan el 11 % del entrenamiento total. Mientras que los varones con la misma especialidad alcanzan un 18 %.

Grafico N° 43 – Correlación en porcentajes del trabajo fuera del agua (hombres y mujeres) especializados en distintas distancias durante una temporada (A. 100 y 200 mts; B.400 y 1500 mts).



En el Grafico N° 43 se pueden observar los diferentes porcentajes de los ejercicios en cuanto a zonas de trabajo utilizados durante una temporada en nadadoras femeninas especialistas en las distancias de 400 y 1500 mts. Se observa una mayor estimulación de las zonas 2 y 3. Ambas alcanzan un porcentaje del 58 %. No obstante se puede observar también un fuerte trabajo sobre la zona 1. La distribución de las primeras 3 zonas es lo primero que llama la atención. Las zonas de mayor intensidad se encuentran reducidas a solo un 16 %, a pesar de haber sido estimuladas en mayor proporción que los nadadores varones de la misma especialidad (9 %), siguen siendo porcentajes muy pequeños. Podríamos decir que las zonas de baja y mediana intensidad ocupan el mayor porcentaje de trabajo, esto es el 84 %, mientras que las de mayor intensidad solo un 16 %.

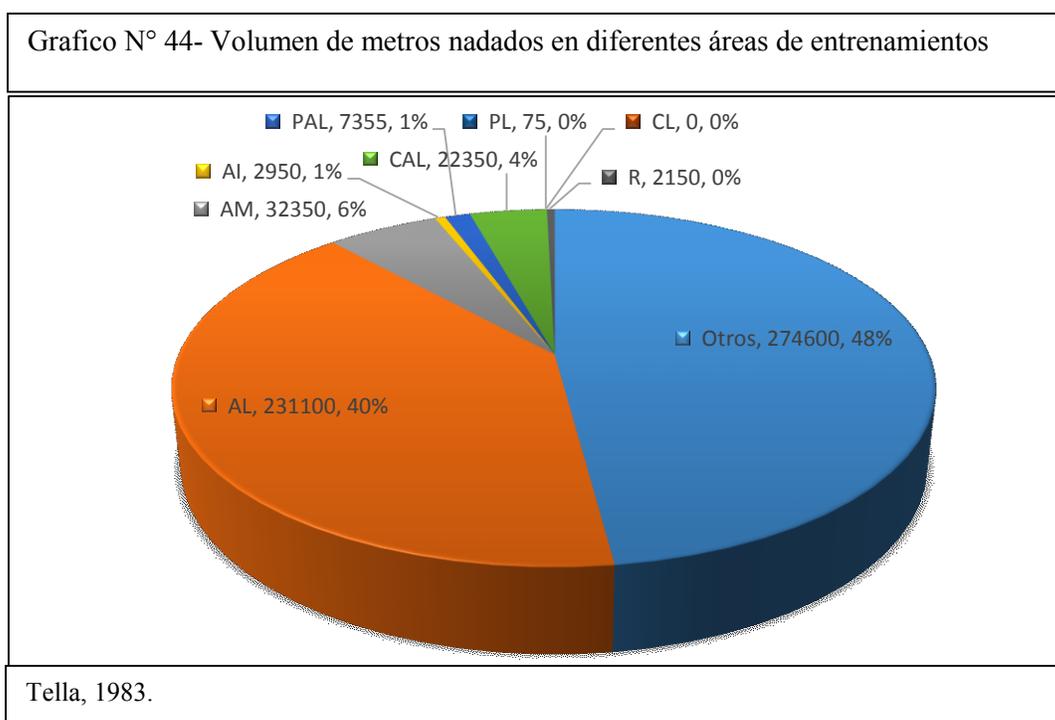
9- Distribución tradicional de volúmenes en un macrociclo de nadadores juveniles

Un estudio realizado por Tella (1983), en nadadores juveniles, tuvo como objetivo determinar la cantidad de metros nadados en un ciclo de entrenamiento (4 meses) a velocidades de competencia. Se tomaron 4 nadadores especialistas en 50, 100, 200 y 1500 mts. De acuerdo al volumen de metros globales, discriminó los metros y porcentajes nadados de acuerdo a las diferentes áreas. Los resultados demostraron un volumen porcentual bajo de metros realizado

en condiciones cinemáticas similares a los de competición con relación al volumen de metros totales.

Tabla N° 20 – Volumen de metros nadados en diferentes áreas de entrenamiento			
	n	Volúmenes	% de volumen
Vol. Total	4	572.930	100
Otros	4	274.600	47,95
AL(Aeróbico ligero)	4	231.100	40,33
AM(Aeróbico medio)	4	32.350	5,64
AI(Aeróbico intenso)	4	2.950	0,51
PAL(Potencia aláctica)	4	7.355	1,28
CAL(Capacidad aláctica)	4	22.350	3,90
PL(Potencia láctica)	4	75	0,01
CL(Capacidad láctica)	4	0	0
R(Ritmo de competencia)	4	2.150	0,38

Modificado de Tella, 1983



En el Gráfico N° 44 se puede observar en colores los diferentes porcentajes de las áreas de entrenamiento. Existe una gran estimulación sobre el área AL (Aeróbico ligero) en contraste con las áreas más representativas de la velocidad de competición. Si sumamos los porcentajes más intensos solo alcanzan el 6,8 % del volumen total y los menos intensos el 93,2 %. Sin lugar a dudas este estudio no solo demuestra la gran estimulación a lo largo del entrenamiento de volúmenes de nado nadados a velocidades cinemáticas muy diferentes a los de ritmo de competencia, con las consecuencias que esto produce; sino también el direccionamiento metabólico, preponderantemente sobre capacidad aeróbica. Este tipo de trabajo refuerza los modelos de entrenamientos tradicionales presentados anteriormente.

Bibliografía

1. Costill, D., Maglischo, E. y Richardson A. (1998). *Natación. Aspectos biológicos y mecánicos. Técnica y entrenamiento. Tests, controles y aspectos médicos*. Barcelona: Hispano Europea
2. Ferrer G., (2011). Adaptaciones aeróbicas y alta intensidad, y su relación con los deportes de equipo: ¿Continuos, intervalados, intermitentes, sprint intermitente o sprint repetidos (RSA). *PubliCE Standard.G-SE. Asociación Amateurs de hockey sobre césped de Mendoza*.
3. Ralph, T., (1904). *Swimming*. Londres: Sampson Low, Marston & Company
4. Platonov V. y Fessenko, S., (1994). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo*. Barcelona: Paidotribo
5. Tella, V. (2010). Análisis cinemático en nadadores: Entrenamientos vs. Competición. *Universidad de Valencia y I.E.S. "Alquipir", Murcia: España*.

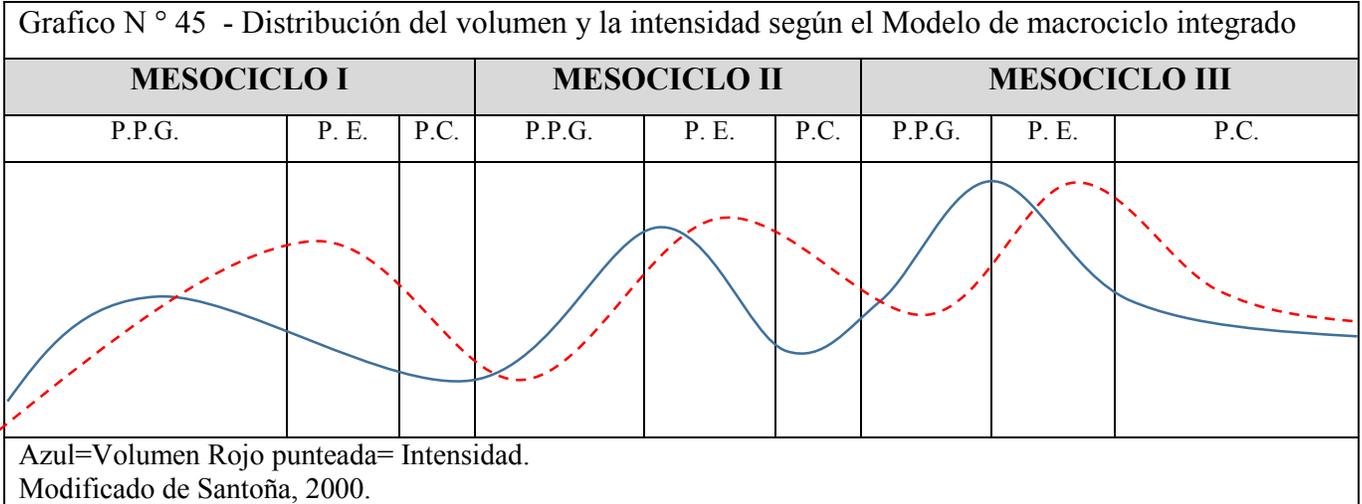
Capítulo N ° 5 - Periodización contemporánea en natación

1. Macro ciclo Integrado

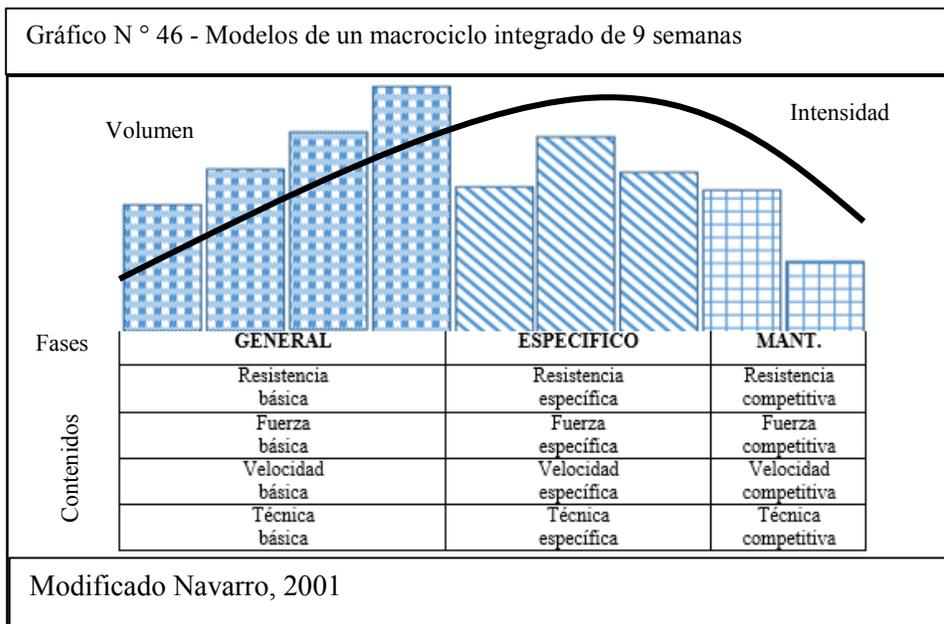
Esta propuesta fue impulsada por el Dr. Fernando Navarro Valdivieso de España a fines de la década de los 80. Su planteamiento se apoya en trabajos previos; Tschiene (1984) y de (Franz y Reiss, 1992). El primero de ellos plantea el mantenimiento del volumen y la intensidad de entrenamiento durante toda la temporada; el segundo trabajo basados en la teoría del trabajo acentuado sostienen el respeto por la dinámica de la carga en cuanto a su carácter general y especial (Navarro, 2001). El objetivo de esta propuesta es que el atleta trabaje la mayor cantidad de contenidos durante todo el macrociclo concentrándolos en periodos más cortos, de manera acentuada, con el fin de provocar determinadas adaptaciones (Navarro, 2001). Contempla en sí mismo todas las necesidades del entrenamiento para aumentar el rendimiento, ajustando al máximo los componentes del volumen y de la intensidad (Vasconcelos, 2005).

El macrociclo integrado esta compuesto por distintas fases con una orientación funcional determinada. Cada una de ellas dura entre 1 a 5 semanas; la diferencia estará marcada de acuerdo a la orientación funcional que se haya programado y la ubicación temporal respecto a la competición principal del ciclo de preparación (Navarro, 2001). A medida que se suceden los macrociclos debe darse un aumento gradual de la carga. Los macrociclos integrados duran entre 6 y 12 semanas. Pueden programarse desde 2 macrociclos hasta 4 por temporada. Este modo de integrar los contenidos en cortas semanas es su característica principal y es a partir de la cual se ha dado nombre a su propuesta.

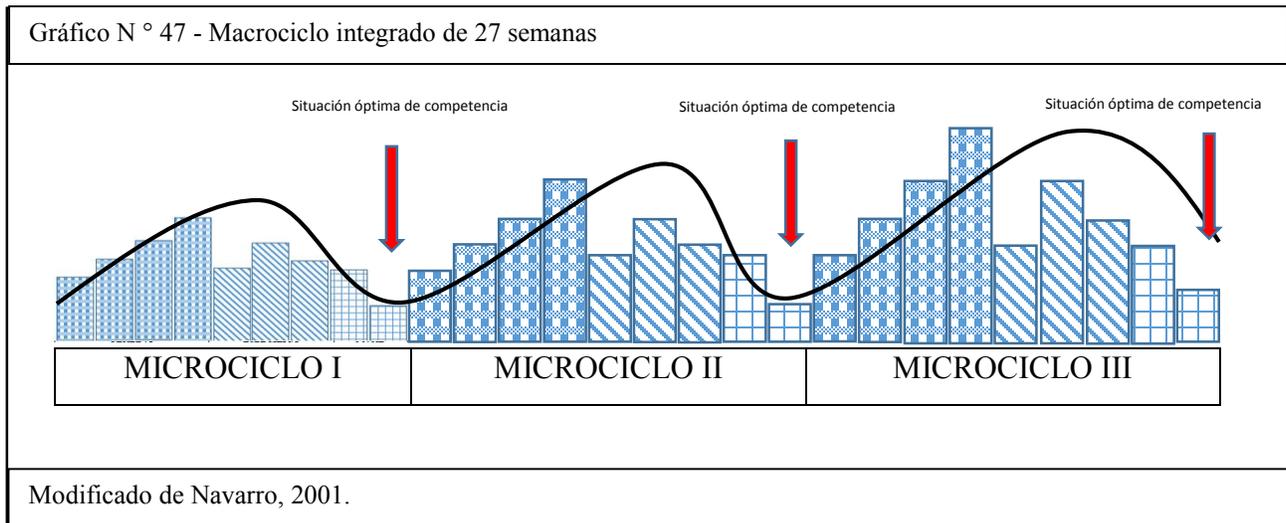
En este tipo de periodización, especialmente en modelos concentrados y acentuados, ha de tenerse en cuenta las consecuencias de incurrir en un entrenamiento cruzado, por ejemplo al trabajar la resistencia y la fuerza. Para ello se recomienda trabajarlos día por medio, cuanto más próximos estén en el tiempo, mayores serán los impedimentos entre sí (Navarro, 2001).



En el gráfico N ° 45 puede observarse como a través de los diferentes mesociclos el volumen y la intensidad varían. Las ondulaciones de ambas variables en este tipo de modelo son muy parecidas, solo que el volumen en cada mesociclos antecede a la intensidad, para luego descender. Los inicios de los P.E. se caracterizan por una suba importante del volumen, a medida que nos acercamos al P.C., este irá disminuyendo cobrando protagonismo la intensidad. Otros de los rasgos que se observan en este tipo de estructura es la variación en los tiempos de los diferentes periodos. En el primer mesociclo la mayor preponderancia la tiene el P.P.G. En el segundo mesociclo el P.P.G. comienza a disminuir, incrementándose el P.E. Por último, en el tercer mesociclo el P.C. es el que ocupa el rol principal.

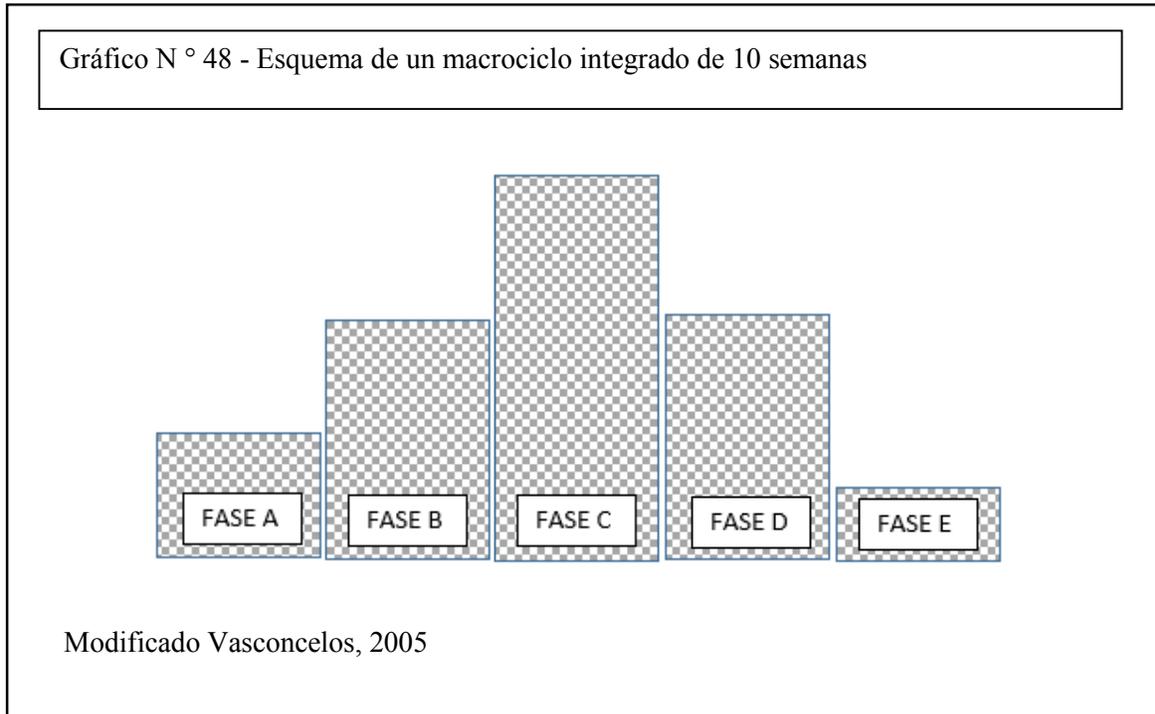


En el Gráfico N ° 46 se observa una estructura de 9 semanas integrada por 3 fases con una orientación acentuada de carga determinada. En la fase general la principal característica es su enfoque sobre el volumen y en el desarrollo de las capacidades básicas de la especialidad. En la siguiente fase, la específica, el enfoque se traslada del volumen a la intensidad y hacia el desarrollo de las capacidades específicas de la especialidad. En la fase de mantenimiento, el volumen y la intensidad disminuyen. Los trabajos son de índole específico de ritmo de competencia y de velocidad. Esta fase se caracteriza por la búsqueda y producción de la supercompensación (Navarro, 2001).



En el Gráfico N ° 47 se observa una estructura de 27 semanas dividido en 3 microciclos aumentando paulatinamente las cargas a medida que transcurren los macrociclos integrados. En las pruebas cortas (50 y 100 metros) las ondas de volumen e intensidad son más reducidas que en las pruebas restantes; esto permite realizar dentro del ciclo un mayor número de macrociclos de preparación con respecto a las pruebas de mayor distancia. Los contenidos deben acentuarse sobre aquellas capacidades o aspectos relacionados en forma directa con las necesidades del rendimiento de las distintas disciplinas. En el caso de las pruebas de menor duración, la acentuación a medida que transcurre el entrenamiento va aumentando progresivamente focalizándose sobre las capacidades específicas, especialmente en la potencia aeróbica, potencia láctica y capacidad aláctica. Por el contrario, en las pruebas mayor duración, la acentuación se focaliza en los contenidos aeróbicos (Navarro, 2001).

2. Ejemplos de macrociclos de 10 y 6 semanas en la propuesta de Navarro



FASE A:

Desarrollo de la resistencia aeróbica

Intensidad: Acumulación de lactato entre 2 y 4 mm/l

Mejora de la técnica y de la velocidad (Sistema anaeróbico aláctico)

Trabajo en seco: Trabajo de la fuerza general

Volumen: No es muy elevado

FASE B:

Desarrollo de la resistencia anaeróbica

Desarrollo de la potencia aeróbica

Iniciación en el sistema anaeróbico láctico

Trabajo en seco: Trabajo de la fuerza máxima

Volumen: Se eleva progresivamente en cada semana

FASE C:

El entrenamiento aeróbico alcanza su máxima plenitud

Iniciación en el ritmo de la prueba

Se mantienen los trabajos y los volúmenes de la Fase anterior

FASE D.

Entrenamiento específico

Gran desarrollo sistema anaeróbico láctico

Se aplican cargas de mantenimiento de los niveles obtenidos en la resistencia anaeróbica

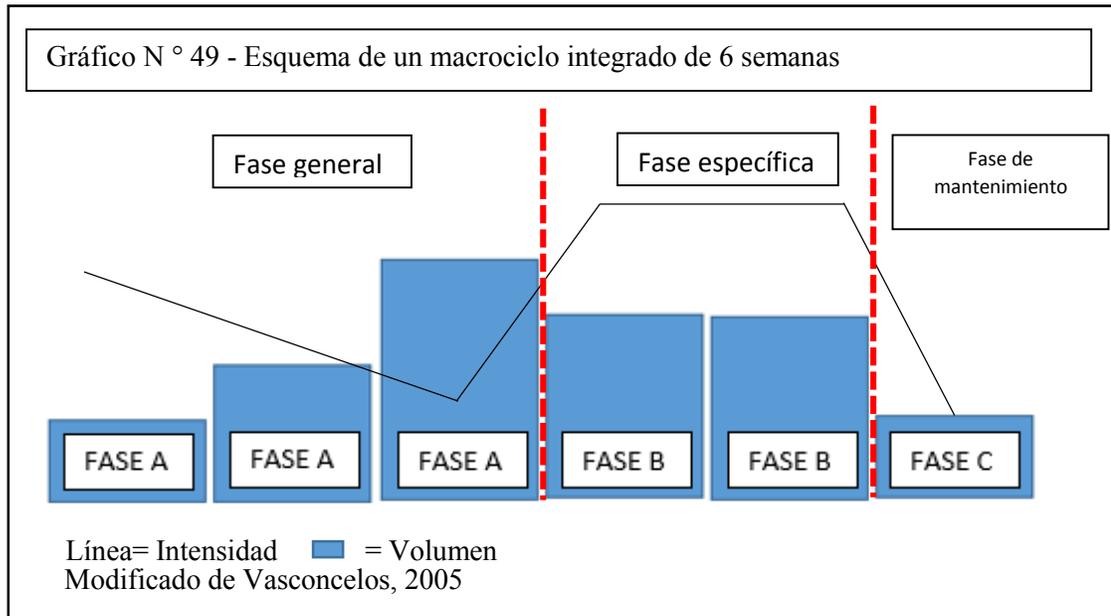
Volumen: Reducción del mismo y de elevada intensidad

FASE E:

Se reduce el número de sesiones

Trabajos generales sin provocar fatiga

3. Esquema del macrociclo integrado



Fase general: Se caracteriza por un volumen de entrenamiento elevado. Los ejercicios apuntan a la estimulación de las capacidades básicas y al trabajo fuera del agua. Desarrollo de la fuerza máxima, y de la fuerza resistencia láctica con ejercicios generales. Preparación de la técnica. Ej: en un macrociclo de 6 semanas esta fase comprendería la semana 1,2 y 3.

Fase específica: Se caracteriza por la elevación de la intensidad. Los ejercicios apuntan a las capacidades específicas de la modalidad. El trabajo fuera del agua se centra en el desarrollo de la resistencia muscular específica. Ej: correspondería a la semana 4 y 5.

Fase de mantenimiento: Disminuye el volumen y la intensidad. El objetivo es buscar la supercompensación, utilizando el ritmo específico de competencia y velocidad. Los contenidos restantes se enfocan solo al mantenimiento.

4. Breve reseña del modelo de Tschien sobre el cual sienta sus bases el macrociclo integrado

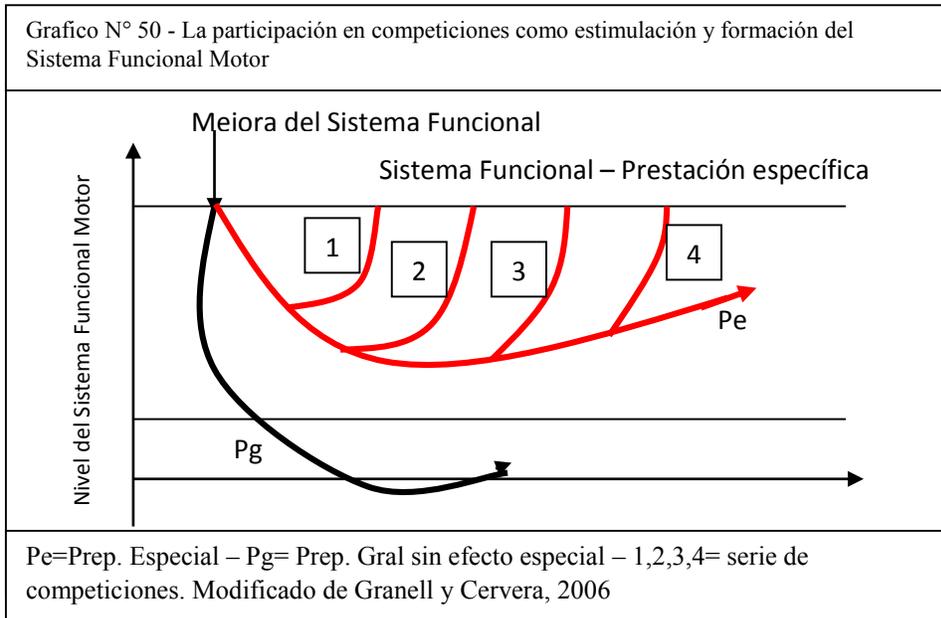
Este modelo fue presentado a principios de los años 80. Plantea la necesidad de un trabajo específico para cada deporte, a través de la utilización de la competición como elemento de desarrollo y como agente generador de nuevas formas para la aplicación de cargas de entrenamiento. La carga presenta características de especificidad muy elevada, prácticamente iguales a las de competición. La característica forma ondulatoria de la carga viene determinada por una programación de mesociclos con descarga final. Introduce mesociclos de descarga debido a las altas intensidades. A estos últimos se le añaden intervalos de descarga de carácter preventivo para poder soportar las cargas elevadas. La diferencia entre el volumen del periodo preparatorio y el de competición solo varía en un 20 %. (Badillo, 2002). El volumen tiene un carácter específico e individual.

Utiliza a las competiciones como motivación y evita que el entrenamiento se considere como un fin en sí mismo. Las competiciones permiten controlar la eficacia de los métodos y de los contenidos aplicados, y por lo tanto organizar el proceso de entrenamiento en condiciones óptimas. Los periodos de entrenamiento breves, garantizan fases suficientes de recuperación y regeneración.

Esta propuesta encuentra su apoyo en teorías esbozadas por los años 70:

1. La teoría de los sistemas funcionales
 2. Teoría de la acción de Bandartchuck,
 3. Adaptación a las cargas de entrenamiento (Leer Capítulo N° 2)
 4. Concepto de reserva de adaptación (Leer Capítulo N ° 2)
-
1. Esta teoría se basa en la movilización selectiva de las estructuras del organismo de acuerdo a las características concretas de la acción a ser ejecutada en un entorno dado. Su realización se debe a la combinación de una teoría biológica en concordancia con los movimientos deportivos dando como resultado la mejora de los sistemas funcionales intervinientes. Los procesos de adaptación, al igual que los gestos deportivos son específicos, responden y se dirigen hacia determinadas exigencias, las

mismas deben ser aplicadas con mucha frecuencia, ya sea a través de medidas específicas o en la repetición del resultado en competición. La participación permanente en competiciones es la característica principal de esta teoría. Periodos demasiados extensos entre competiciones no hace más que producir efectos negativos sobre el sistema funcional derivados de la ausencia de participación regular en competiciones.



2. En concordancia entre teorías de entrenamiento tradicionales y contemporáneas, el proceso de desarrollo de la forma deportiva solo puede ser entendido a partir de diferentes fases. De acuerdo al modelo de planificación utilizada y las características del deportista, se encuentran tres fases: desarrollo, mantenimiento y descanso, que suplen a las tradicionales de adquisición, mantenimiento y pérdida de la forma física. Este planteamiento se sostiene en las características de adaptación individual que cada atleta posee, estimando de acuerdo a ciertas características del atleta (grado de entrenamiento, años de entrenamiento, edad y características) que la adaptación solo puede lograrse en un lapso de tiempo que va desde los 2 a 8 meses. Una de las innovaciones es la forma en cómo se intercalan los periodos de desarrollo y mantenimiento con los de reposo. Conocer la respuesta adaptativa del deportista permite establecer con exactitud las diferentes etapas competitivas que se pueden alcanzar durante una temporada y, de esta manera, alcanzar mayores logros de

rendimiento (Nitsch, 2002). Parte de la concepción del atleta como una entidad movimiento-acción, en situaciones de competición y entrenamiento. La noción que del movimiento tiene la teoría de la acción deriva de las siguientes premisas.

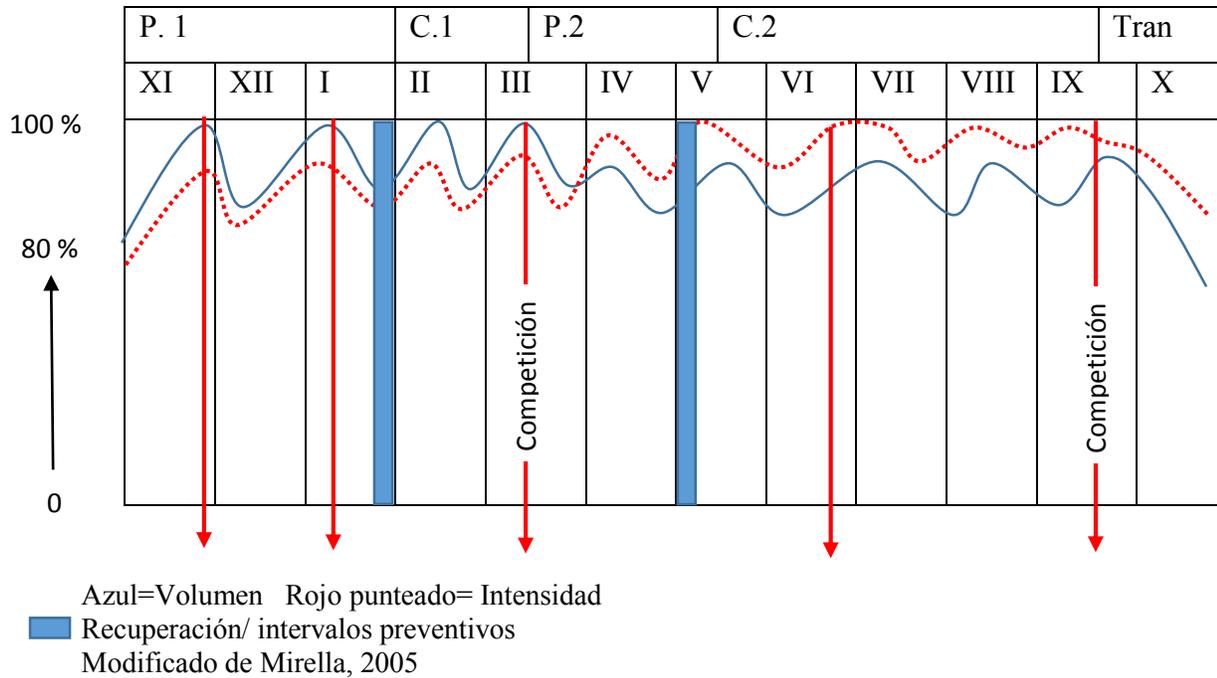
- El hombre de acuerdo a sus características estructurales, determinadas filogenéticamente y en configuración al entorno, dispone de ciertas características hacia la acción que lo hace único e individual. Por acción se entiende al comportamiento organizado bajo propósitos subjetivos, es decir, intencional.

Los movimientos del hombre es la forma de exteriorizar la acción, es decir, son la expresión de la situación en la que dicha persona se encuentra (movimientos en situaciones) implica que para su análisis y el modelado de sus movimientos como también para su evaluación y corrección, se debe tener en cuenta el contexto situacional en cada momento. El movimiento humano no se ha de ver solamente como un cambio de ubicación del cuerpo o punto de masa en referencia al tiempo, sino como algo organizado en base a una intención (Nitsch, 2002).

Características principales, García Manso (1996):

- Notable forma ondulatoria de la carga con continuas fases breves causadas por cambios frecuentes y notables de los aspectos cuantitativos y cualitativos del entrenamiento.
- Uso continuo de una elevada intensidad de carga.
- Utilización predominante del trabajo específico de competición
- Determinación de un sistema controlado de competiciones como procedimiento de intensidad específica para el desarrollo y mantenimiento de la forma deportiva.
- Introducción de periodos profilácticos motivados por el uso elevado de entrenamiento de alta calidad.
- Escasa diferencia (20 %) del volumen de carga entre el periodo preparatorio y el competitivo.
- La utilización de un control riguroso de las capacidades funcionales y condicionales
- Utilizar durante la preparación modelos de ejecución que se adapten a la propia competición.

Grafico N ° 51- Esquema estructural de Tschiene



5. Periodización Inversa

Este modelo de periodización deportiva surge en el año 2000 como consecuencia de una adaptación al fitness. El precursor de esta propuesta es un neo Zelandés llamado Ian King (2000). En su obra "Foundations of Physical Preparation" expone una alternativa más dentro del campo del entrenamiento deportivo. Actualmente las investigaciones sobre este tipo de entrenamiento son muy pocas, en su mayoría son de orden documental y anecdótico basadas en experiencia personales, solo 3 son el resultado de una investigación experimental y de ellas solo una con centro en la natación (Arroyo, 2011). España fue uno de los precursores en realizar y publicar este tipo de modelo adaptado para la natación. El grupo de investigadores pionero pertenece a la Facultad de Ciencias del Deporte de la Universidad de Castilla-La Mancha, actualmente se encuentran investigando los efectos en nadadores de nivel internacional.

Tabla N ° 21 - Publicaciones e investigaciones relacionadas con la periodización inversa			
Autor (es)	Año	Diseño de la investigación y actividad deportiva	Característica de la muestra
King	2000	Anecdótico/ Fitness	
Rhea et al.	2003	Experimental/ Fitness	
Sweetenham y Atkinson	2003	Anecdótico / Natación	
Ebben et al.	2004	Experimental / Remo	
Cissik, et al.	2008	Anecdótico / Fitness	
Prestes, et al.	2009	Experimental / Fitness	
Ratamess, et al.	2009	Anecdótico / Fitness	
Whaten and Hageman	2010	Anecdótico / Fitness	
Navarro	2010	Anecdótico / Natación	
Arroyo	2011	Experimental / Natación	
Modificado de Arroyo, 2011			

En contraposición con la periodización tradicional, este tipo de propuesta se basa en iniciar y mantener prioritariamente las altas intensidades de entrenamiento por encima de los altos volúmenes de trabajo. Comienza con alta intensidad/bajo volumen pasando luego a reducir la intensidad y a aumentar el volumen; en algunas ocasiones la intensidad se mantiene. El objetivo de este tipo de trabajo es comenzar estimulando la potencia-velocidad, para luego adaptar el entrenamiento a los distintos niveles de energía demandados en las diferentes disciplinas. Otra característica de esta propuesta es que se evita el trabajo general, el mismo solo es usado como mecanismo de regeneración y compensador. Quienes sí realizan este tipo de ejercicios son los especialistas de resistencia. Como premisa, este modelo sostiene la hipótesis que para competir es necesario cierta intensidad, para ello, recomienda iniciar la preparación de la intensidad específica de competición y luego construir el volumen de preparación aeróbica.

Principales características:

- La carga de entrenamiento se organiza de tal forma en que la intensidad específica de natación se entrena desde el 1er. Macro ciclo, posteriormente se construye el volumen.
- Se evita el trabajo de preparación general, ya que las cargas son organizadas en función de la intensidad competitiva.
- El incremento del volumen en el macro ciclo posterior, tiene como finalidad el desarrollo de la tolerancia y el aumento en la eficacia del aclarado láctico.

En cuanto a la organización de los mesociclos no difieren mucho de la tradicional, solo los dos primeros se diferenciarán. Se respeta el mesociclo de taper.

6. Implicaciones prácticas

1er. Mesociclo:

Es aquí en donde se enfoca el entrenamiento en el desarrollo de la velocidad específica de competición. El método de entrenamiento utilizado para lograr este objetivo, es el entrenamiento intermitente de alta intensidad denominado HIT (High Intensive Interval training), el cual consiste en la realización de episodios de corta duración a una intensidad por encima del umbral anaeróbico, separados por breves periodos de baja intensidad o inactividad que permiten una recuperación parcial e incompleta. Se recomienda la recuperación pasiva o inactiva entre las series de este tipo; en cuanto a la regularidad, se sugiere se realice no más de dos sesiones por semana. Las mejoras suelen observarse rápidamente, en tan solo 6 u 8 sesiones pueden encontrarse valores entre un 2 a 4 %. El objetivo de este mesociclo es el aprendizaje de una alta producción y tolerancia de lactato sanguíneo, donde la recuperación completa entre repeticiones permita una reorganización neuronal de los recursos físicos, traduciéndose en una mejora tanto en la coordinación intra/inter muscular (Arroyo, 2011).

Series características:

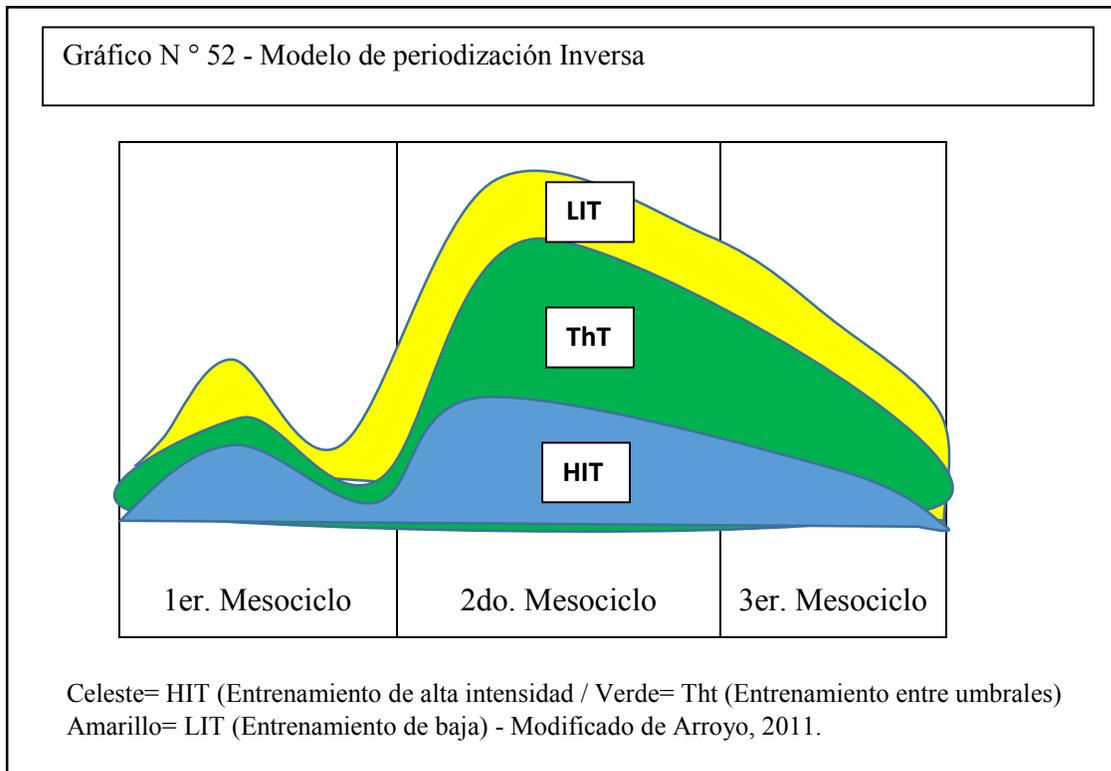
- (3-5x25 m) para nadadores de 50 y 100 m
- (8-16x25 m) para nadadores de 200 y 400 m
- (16-30x50 m) para nadadores de 800 y 1500 m

2do. mesociclo

En este mesociclo se focaliza sobre el desarrollo del sistema aerobico. El método de entrenamiento utilizado para ello es el nado continuo o fraccionado entre umbrales coincidiendo con los umbrales de lactato entre 2 y 4 mMol/l. Las series recomendadas son repeticiones de 50 a 400 metros nadados a ritmo de velocidad próximo al 70 % de la mejor marca de 100 metros. Este tipo de series son utilizadas inmediatamente luego de finalizadas las series de alta intensidad, obteniendo el nombre de series de aclarado láctico; en el caso de velocistas se requieren de 15 minutos de nado aerobico, mientras que los fondistas solo 5 minutos (Arroyo, 2011).

3er. Mesociclo

También como en el modelo tradicional, en este mesociclo se trabaja sobre el restablecimiento previo a la competición principal, llamado por algunos autores como etapa de taper o de supercompensación. El objetivo en esta etapa es la de fomentar el restablecimiento de los niveles energéticos. Muchas son las discusiones al respecto del tiempo a considerar para lograr estos efectos; Arroyo, 2011 recomienda no reducir más de un 50 % por semana. Mayores reducciones estarían asociada con disminuciones de rendimiento. El responsable en el mejoramiento del rendimiento estaría asociado a las adaptaciones musculares más que el aporte de O₂. El VO₂ max no sería responsable de estas mejoras y más aún, suele no sufrir modificaciones. Si comparamos las mejoras con el modelo tradicional, encontraremos porcentajes promedio de 3 % (Mujika, 2010). En cambio, en este tipo de modelo, no se registran grandes porcentajes, pueden observarse porcentajes entre el 1 al 1,5 %, considerados como una estabilización del rendimiento. Los mayores porcentajes se encuentran en los mesociclos anteriores (Arroyo, 2011).



De acuerdo a lo observado en el Gráfico N ° 52, puede conceptualizarse al modelo inverso como el macrociclo de preparación competitiva en el que se entrena y desarrolla la intensidad específica de competición de manera previa al incremento del volumen y entrenamiento aeróbico y que concluye con un periodo de afinamiento previo a la competición principal (Arroyo, 2011).

7- Planteamiento del problema

Los datos aportados a lo largo de los capítulos, han puesto de manifiesto que la afirmación de estos últimos 60 años respecto al volumen en la natación, solo ha sido una construcción basada más en la experiencia de entrenadores que en conocimientos científicos. Durante todo este tiempo se ha considerado que para alcanzar ciertas adaptaciones solo podría hacerse controlando el volumen de los ejercicios, es decir, la cantidad de metros a nadar. Esto ha hecho creer que quien más entrene mejor rendimiento obtendrá (Costill, 1998). Autores reconocidos, especializados en el campo de la natación gracias a sus estudios han revelado las ventajas y desventajas sobre los modelos que priorizan la cantidad por sobre la calidad. En los últimos años comienzan a surgir nuevas corrientes situando a la calidad en el centro de nuevos debates. Uno de ellos es el trabajo realizado por Arroyo (2011). Su investigación ha demostrado como el factor de la intensidad en un entrenamiento con jóvenes nadadores produce mejores efectos sobre la performance en comparación con los planes tradicionales. No obstante, a pesar de haber estructurado de manera opuesta, su planteamiento teórico parecería no poder escapar de los tradicionales, en cuanto se piensa desde la alternancia inversamente proporcional del volumen y la intensidad, dándole prioridad o antes o después, construyendo de esta manera la resistencia sobre bases predominantemente aeróbicas. Las modificaciones de modelos siempre se han hecho sobre esta base teórica. Un modelo que toma distancia de esta lógica es el propuesto por Tschien (1984) en donde la intensidad se prioriza por sobre el volumen. A pesar que varios autores también han basado sus trabajos en él, las variantes siempre se han sustentado sobre una concepción tradicional. Es a partir del modelo de Tschien (1984) que surge el entrenamiento de calidad, en donde la intensidad siempre es máxima, construyéndose el volumen sin ceder calidad. La construcción de la resistencia se realiza con predominancia anaeróbica. Para sostener esta intensidad se programan pausas con cese total de entrenamiento entre sesiones.

8- Objetivo

A pesar del esfuerzo de muchos entrenadores por buscar modelos de adaptación que permitan a nuestros nadadores estar en mejores condiciones ante una competición, aún sigue habiendo poca bibliografía y pocos estudios científicos que permitan evidenciar la eficacia de estas

propuestas, así lo afirma también Arroyo (2001) diciendo que el modelo de periodización inversa solo ha podido ser utilizado por el nadador Rafael Muñoz y en otros deportes como el ciclismo y el atletismo. No obstante, debido al hermetismo de algunos entrenadores en actividad, se hace difícil saber exactamente a qué modelo responden.

En esta investigación se realizará un programa de entrenamiento de calidad a nadadores juveniles, donde la principal característica será la intensidad de los entrenamientos a lo largo del macrociclo el bajo volumen de nado y la poca frecuencia, entendiéndose a la intensidad como el ritmo de competencia. Con el objetivo de estudiar la factibilidad de la implementación de este plan, se seleccionaron nadadores juveniles de ambos sexos, registrándose los tiempos de las pruebas de nado, antes, durante y al finalizar el entrenamiento, luego se analizaron y compararon los diferentes resultados

9- Hipótesis

De acuerdo a la presentación de esta investigación la hipótesis de trabajo es:

“Un programa de entrenamiento de calidad de 40 sesiones, donde la intensidad, el volumen bajo y la poca frecuencia sean las características principales, afecta positivamente en el performance de nadadores juveniles”.

10- Variables

Las variables dependientes corresponden a los diferentes tiempos que cada nadador obtenga a lo largo de la implementación del entrenamiento (antes, durante y después). La variable independiente está compuesta por el plan de entrenamiento de calidad. Respecto al análisis estadístico, se encuadran dentro de una descripción estadísticas de % de variación de los tiempos.

Bibliografía:

1. Arroyo, J. (2011). *Periodización inversa en la natación competitiva*. Berlin: Académica española
2. Badillo, J., Ayestarán, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Barcelona. Inde
3. Franz, B. y Reiss, M. (1992). L'allenamento negli sport di resistenza: *Rivista di Cultura Sportiva. Parte 1*.
4. King, I. (2000). *Foundations of Physical Preparation*. Reno NV: King Sports International
5. Mirella, R. (2005). *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza y de la resistencia*. Barcelona: Paidotribo
6. Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J. Med. Sci Sports* 2-24-31
7. Navarro, F. y Feal, A. (2001). *Planificación y Control del entrenamiento en Natación*. Madrid. Gymnos
8. Nitsch, J. (2002). *Entrenamiento de la técnica. Contribuciones para un enfoque interdisciplinario*. Barcelona. Paidotribo
9. Tschiene, P. (1984). Il sistema dell'allenamento. *Revista di Cultura Sportiva, 1*, 43-51.
10. Vasconcelos Raposo, A. (2005). *Planificación y Organización del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo
11. Weinieck, J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo

MATERIAL Y MÉTODOS

Capítulo N° 6 - Aplicación práctica de un modelo de entrenamiento de calidad

1- Materiales

Para llevar a cabo esta investigación se hizo necesario planificar varios aspectos de antemano. Debido a la intensidad y al sostenimiento de la misma que propone este modelo, era indispensable tener pleno conocimiento del estado de nuestro nadador. Para ello debimos recurrir a especialistas médicos y tecnológicos. Se sumó al equipo una nutricionista para la realización de un estudio antropométrico a cada nadador/a, el cual se repitió al término del plan. Durante el tiempo que duró el entrenamiento, los nadadores estuvieron en contacto permanente con la nutricionista, la cual suministró un plan nutricional acorde a cada necesidad.

Cuadro N° 5 - Informe modelo de antropometría

INFORME DE ANTROPOMETRIA				
Instituto Superior de Deportes - Laboratorio de Actividad Física y Salud				
Nombre: Sarcansky, Candela		Fecha: 02/03/2012		
Edad: 16,76		Ultima antropometria: 02/03/12		
DATOS ANTROPOMETRICOS				
	Valor	Anterior	Diferencia	
Básicos	Peso (kg)	61,20	0,00	61,20
	Talla (cm)	165,70	0,00	165,70
	Talla sentada (cm)	88,70	0,00	88,70
	Envergadura (cm)	161,20	0,00	161,20
Longitudes	Acromial-radial	35,00	0,00	35,00
	Radial-estiloidea	23,10	0,00	23,10
	Med. Estiloidea-dactilar	16,50	0,00	16,50
	Iloespinal	91,60	0,00	91,60
	Trocantérea	85,60	0,00	85,60
Longitudes	Trocantérea-fibial lateral	40,00	0,00	40,00
	Tibial lateral	46,00	0,00	46,00
	Tibial med-maleolar med	36,50	0,00	36,50
	Pie	23,80	0,00	23,80
Diámetros (cm)	Biacromial	36,60	0,00	36,60
	Tórax transverso	23,90	0,00	23,90
	Tórax anteroposterior	18,40	0,00	18,40
	Bi-iliocrestideo	27,10	0,00	27,10
	Humeral	6,30	0,00	6,30
	Femoral	8,90	0,00	8,90
Perímetros (cm)	Muñeca	5,00	0,00	5,00
	Tablillo	6,90	0,00	6,90
	Mano	7,50	0,00	7,50
	Cabeza	53,50	0,00	53,50
	Cuello	30,80	0,00	30,80
	Brazo relajado	27,70	0,00	27,70
Perímetros (cm)	Brazo flexionado	27,30	0,00	27,30
	Antebrazo máximo	23,90	0,00	23,90
	Muñeca	14,10	0,00	14,10
	Tórax	82,00	0,00	82,00
	Cintura	66,90	0,00	66,90
	Abdominal	74,10	0,00	74,10
	Cadera máximo	101,00	0,00	101,00
	Muslo máximo	59,90	0,00	59,90
	Muslo medio	54,80	0,00	54,80
	Pantorrilla máximo	35,50	0,00	35,50
Plegues (mm)	Tablillo	20,50	0,00	20,50
	Triceps	16,00	0,00	16,00
	Subescapular	8,50	0,00	8,50
	Biceps	11,50	0,00	11,50
	Iliocristal	17,00	0,00	17,00
	Supraespinal	12,50	0,00	12,50
	Abdominal	21,50	0,00	21,50
	Muslo medial	30,50	0,00	30,50
Pantorrilla	18,00	0,00	18,00	

Cuadro N° 6 - Plan nutricional modelo para un entrenamiento de calidad



Lic. Erica Bibbo - Nutricionista

Plan Alimentario : SARCANSKY, CANDELA VCT: 2200 kcal: 60 / 20 / 20

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
DESAYUNO	1 taza de leche parcialmente descremada con una cucharadita de café instantáneo + 3 rebanadas de pan tipo lactal + queso descremado untable + mermelada dietética + edulcorante						
MEDIA MAÑANA	1 fruta + 1 turrón Arcor						
ALMUERZO	¼ de pollo a la plancha con Ensalada de zanahoria, tomate y cebolla 1 Fruta	1 bife de carne vacuna con espinaca con queso fresco descremado. 1 Fruta	1 filet grande de pescado con salsa de tomate Ensalada de lechuga, tomate y cebolla 1 Fruta	Ensalada de arroz con atún al natural + verduras 1 fruta	2 hamburguesas caseras de pollo + 2 rodajas de calabaza al horno 1 fruta	1 milanesa con limón Ensalada de chauchas, tomate y zanahoria 1 Fruta	1 porción de vacío, pollo o pescado con ensalada de hojas verdes. Aspic de frutas
MERIENDA	1 vaso de leche parcialmente descremado con chocolate o 1 tetra break chico de Chocolatada Cindor o 1 taza de leche parcialmente descremado con una cucharadita de café instantáneo + 1 sandwich con 2 panes tipo lactal y 1 porción de queso fresco tipo por salut preferentemente descremado.						
MEDIA TARDE	1 yogur descremado con cereales + 1 fruta						
CENA	2 Canelones de verdura con salsa de tomate 1 Fruta	2 berenjenas a la milanesa con papas peregiladas 1 Fruta	Tarta de verdura (con una tapa) + Ensalada multicolor (remolacha, zanahoria, pepino, tomate y rúcula)	2 zapallitos rellenos con carne picada desgrasada + Ensalada tricolor (Repollo colorado, blanco y tomate)	Budín de verduras + ensalada de remolacha, apio y manzana 1 fruta	Libre	Polenta a la Napolitana (con queso descremado por salut) 1 Fruta

Es importante hidratarse antes, durante y luego del entrenamiento o partido para obtener una buena performance deportiva. Consumir entre 1 ½ a 2 litros de agua potable o mineral sin gas, también podrá optar por preparar bebida deportiva. Ej. Bebida deportiva: 1 litro de agua potable o mineral + jugo de 1 limón o 1 naranja + 1 gr de sal (equivalente a 2 blister de bayaspirina sin la pastilla!). Si es posible lleve botellas individuales para controlar lo que consume.

Al equipo de profesionales fue incorporado un especialista en filmaciones sub-acuática y análisis. Su función fue la de registrar imágenes de cada nadador en sus partidas y nados a máxima velocidad debajo del agua. Para el análisis de las filmaciones se recurrió al programa biomecánico KINOVEA. La utilización de este programa nos permitió analizar la técnica de cada nadador/a. A través del mismo pudimos organizar charlas con nuestros nadadores, mostrarles los defectos y trabajar para su corrección.

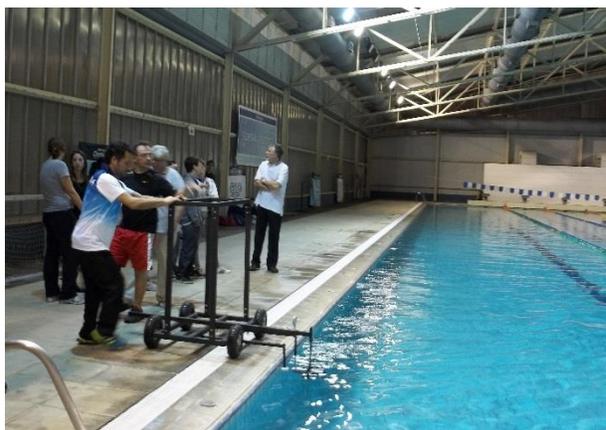


Foto N ° 1 – Carrito adaptado para realizar filmaciones sub-acuáticas

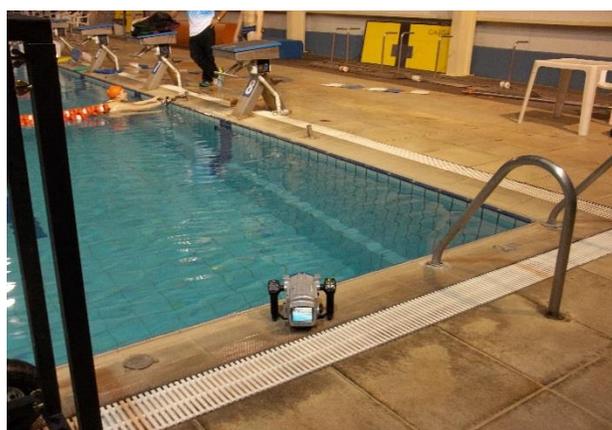


Foto N ° 2 – Compartimiento estanco cámara HD



Foto N ° 3 – Filmación sub-acuática de nadadores en el CENARD (Centro Nacional de Alto Rendimiento Deportivo).



Foto N ° 4 – Filmación sub-acuática de nadadores en el CENARD (Centro Nacional de Alto rendimiento Deportivo).

Foto N ° 5 – Imagen en pausa de una filmación sub-acuática de un nadador juvenil

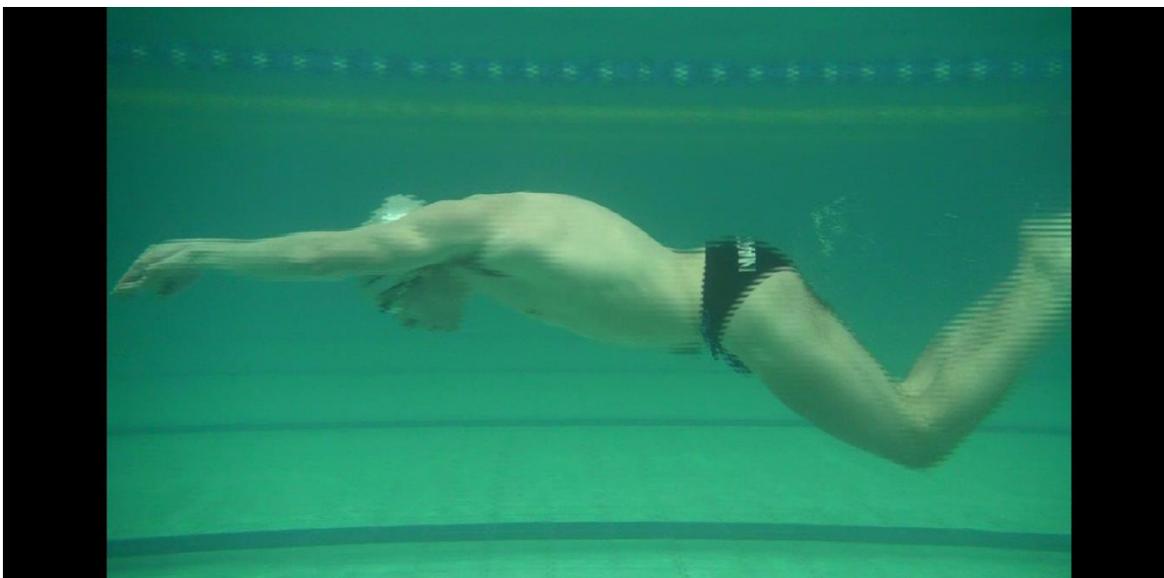


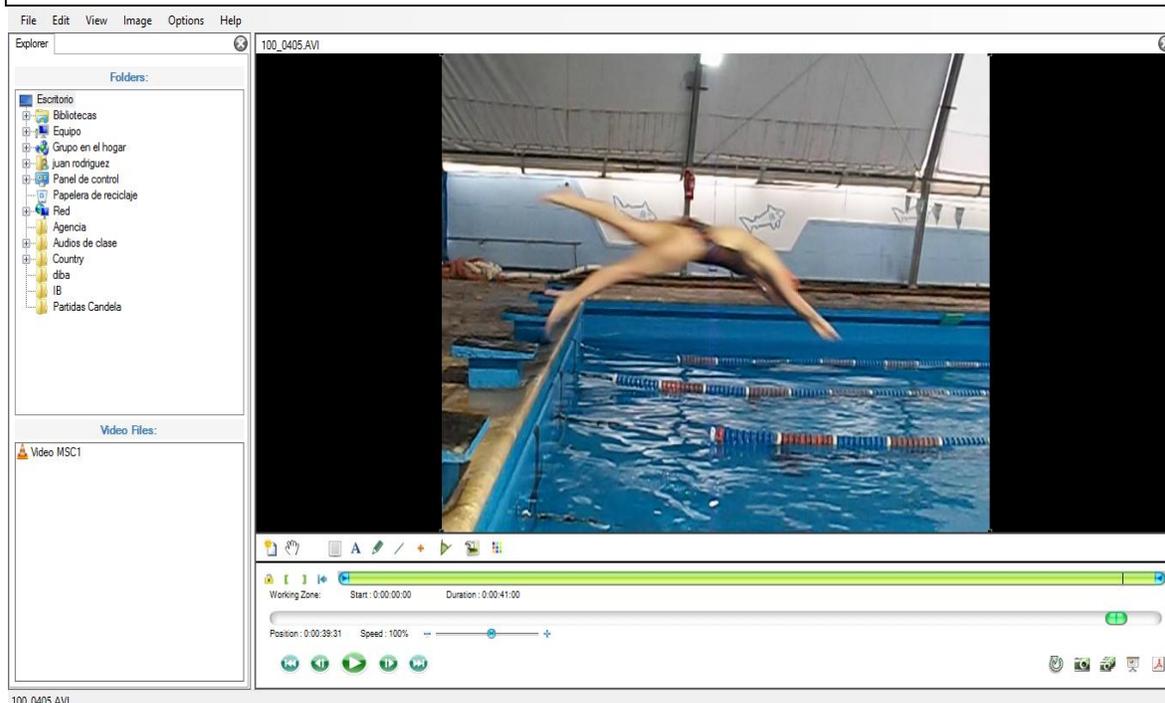
Foto N ° 6 – Imagen en pausa de una filmación sub-acuática de una nadadora juvenil



Foto N ° 7 - Programa biomecánico KINOVEA



Foto N ° 8 – Análisis de la partida a través del programa KINOVEA



Para el control en las sesiones, se debieron juntar recursos para la compra de equipos específicos (pulsómetros y cronómetros). Los pulsómetros utilizados fueron de marca POLAR modelo RS-300X. Los cronómetros fueron de Marca MODENA modelo MS 302

Foto N ° 9 – Pulsómetro Polar modelos RS 300 X con banda y cronometro MADENA



Tabla N ° 22 – Modelo de informe con utilización de reloj POLAR

Trabajos en zonas de FC	Zonas	Rango FC	Tiempo en zona
52%	Alta intensidad	entre 161 y 177	28:52:00
29%	Mediana intensidad	entre 143 y 159	16:05:00
19%	Baja intensidad	entre 125 y 141	10:34:00
Fc Max teórica (220- edad)	204		

Al término de las sesiones de entrenamientos los datos eran volcados a una PC, registrándose el porcentaje de trabajo por zonas de intensidad de acuerdo a la FC. En la tabla N ° 22 puede observarse en color rojo la zona de mayor intensidad, el tiempo trabajado en esa zona y el porcentaje que corresponde al trabajo realizado en zona intensa.

Las instalaciones elegidas por su cercanía y accesibilidad fueron las del Club Gimnasia y Esgrima de Ituzaingó, lugar en donde se desarrollaron todas las actividades. El natatorio y el gimnasio se encuentran emplazados dentro del mismo predio lo que permitió centrar las actividades en el agua y en seco (fuera del agua). Las dimensiones del natatorio son de 25 x 12.5 mts, que de acuerdo a la FINA (Federación Internacional de Natación) corresponde a la categoría de pileta semi-olímpica. Con respecto a su profundidad, la zona más baja tiene una altura de 1,30 mts hasta llegar a la zona profunda a los 2,20 mts aproximadamente. Los elementos auxiliares utilizados para el trabajo con los nadadores fueron: manoplas, patas de rana, cinturones con soga inextensible y extensible (elástico quirúrgico) a los efectos de trabajar nado resistido. Se utilizaron diferentes balanzas para obtener el peso de los nadadores antes y post entrenamiento con el objetivo de planificar su hidratación. Con el objeto de mejorar la técnica a altas intensidades, se filmaron las partidas y nados con un equipo especialmente diseñando el cual grabó en HD. Esta actividad se desarrolló en las instalaciones del CENARD (Centro Nacional de Alto Rendimiento) de Buenos Aires.

2- Introducción al modelo de calidad en natación

Este modelo de entrenamiento sienta sus bases en la periodización inversa y en el sistema de entrenamiento de los 5 ritmos creado por el entrenador británico de atletismo Frank Horwill. Se aplicaron cargas de calidad durante todo el periodo de implementación del entrenamiento, construyendo cierto volumen con el objetivo de provocar determinadas adaptaciones específicas tendientes a una mejora del estado de forma y una mejor adaptación ante las cargas impuestas. La frecuencia de las sesiones se programó en base a los tiempos de restablecimiento de los diferentes sistemas en virtud de la carga con el objetivo de iniciar cada entrenamiento con su máximo potencial.

Para este trabajo se seleccionaron a 6 nadadores no federados, 2 femeninas y 4 masculinos de diferentes categorías de acuerdo a las divisiones realizadas por la C.A.D.D.A. (Confederación Argentina de Deportes Acuáticos) de la República Argentina. Ambos realizaron tanto trabajo en agua como en seco. Antes de iniciar los entrenamientos se realizaron los respectivos consentimientos informados para los nadadores/as menores de edad.

Nadadores	Categorías	Edad
Nadador N ° 1	Junior	19-20 años
Nadador N ° 2	Juvenil	17-18 años
Nadadora N ° 3	Juvenil	17-18 años
Nadadora N ° 4	Cadete	15-16 años
Nadador N ° 5	Cadete	15-16 años
Nadador N ° 6	Cadete	15-16 años

Para la determinación de los avances y la planificación inicial se realizaron tomas de tiempo; antes de la implementación del plan de entrenamiento, cada 4 semanas y al finalizar el plan. Se registraron por intermedio de cronómetros los tiempos de las diferentes pruebas seleccionadas por los nadadores de acuerdo a su especialidad en pileta semi-olímpica. Previo a las tomas de tiempo se realizaba una entrada en calor en seco; donde se ejecutaban ejercicios

de flexibilidad y de movilidad articular. Dentro del agua cada uno de ellos nadaron 200 metros estilo libre a ritmo lento y luego se realizaron series 3 x 25 y 3 x 50 metros con recuperación activa a velocidad incremental de acuerdo a su estilo.

Tabla N° 24 – Toma de tiempo por prueba y nadador antes de la implementación del plan de entrenamiento		
Nadadores	Prueba	Tiempos
Nadador N ° 1	100 metros pecho	1.31.69
	200 metros pecho	3.42.00
Nadador N ° 2	50 metros pecho	42.11
	100 metros pecho	1.35.70
Nadadora N ° 3	100 metros midley	1.38.00
	100 metros espalda	1.35.50
	200 metros espalda	3.59.67
Nadadora N ° 4	50 metros pecho	46.63
	50 metros espalda	42.45
Nadador N ° 5	50 metros mariposa	35.65
	100 metros croll	1.15.67
Nadador N ° 6	50 metros espalda	52.39
	100 metros espalda	1.20.33

3- Plan de actividades

Como mencionamos anteriormente se registraron los tiempos de todos los nadadores; a partir de los cuales se planificaron las cargas de entrenamientos de acuerdo al modelo adaptado de los 5 ritmos. Este método implica realizar sesiones de entrenamiento de calidad y regulares a dos ritmos más elevados que el ritmo de carrera, el ritmo de carrera en sí mismo y dos ritmos más lentos que el ritmo de carrera. Se valora la intensidad por encima del volumen.

Tabla N ° 25 – Esquema del entrenamiento de calidad	
Área de trabajo	Porcentajes del esfuerzo respecto al tiempo de la prueba
Ritmo inferior 2 (RI2)	70 al 79 %
Ritmo Inferior 1 (RI1)	80 al 99 %
Ritmo de competencia (RC) – Tiempo de la prueba	100 %
Ritmo superior 1 (RS1)	105 %
Ritmo superior 2 (RS2)	110 %

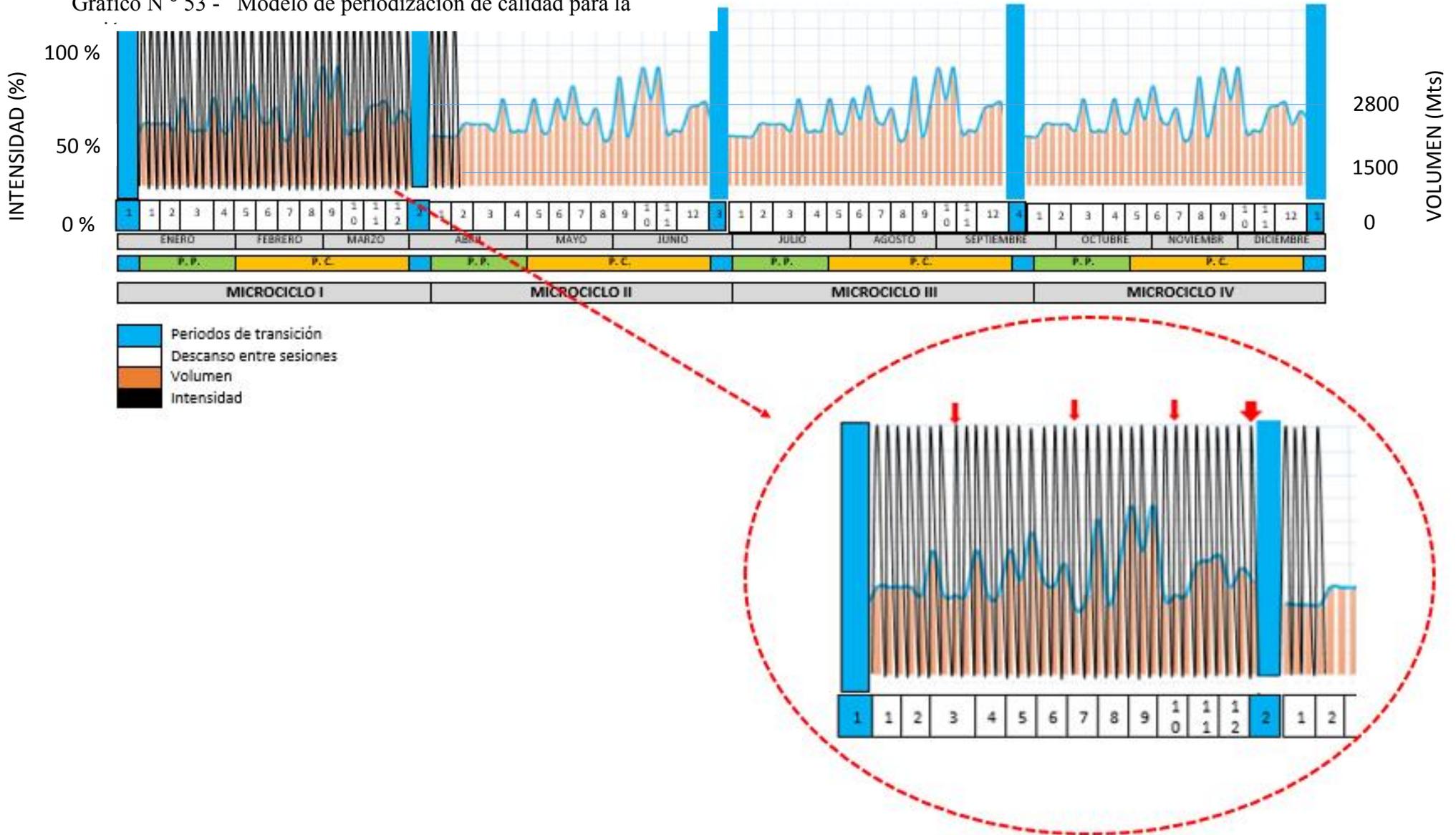
Durante el primer mes antes y después de cada sesión de entrenamiento se los pesó a los efectos de determinar la tasa de sudoración correspondiente. Luego de registrar su peso, se realizaban ejercicios de flexibilidad y de movilidad articular. Las tomas de tiempo no solo tenían el objetivo de control del entrenamiento sino también para la re planificación de las cargas durante las 4 semanas siguientes.

Tabla N ° 26 – Cantidad de sesiones en agua y en seco en un microciclo		
Días	Cantidad de sesiones en agua	Cantidad de sesiones en seco
Lunes	1	
Martes		1
Miércoles	1	
Jueves		1
Viernes	1	
Sábado		1
Domingo	Libre	Libre

En el cuadro N ° 26 se puede observar la cantidad de sesiones realizadas en el agua y fuera de ella (en seco) en un microciclo. Los periodos de recuperación fueron tan importantes como las cargas en el entrenamiento, es por ello, que las sesiones en el agua se realizaban con un descanso de 24 hs. por medio En los días que no se realizan entrenamientos en el agua, el entrenamiento se realizaba fuera de ella (en seco). Los días sábados se realizaban trabajos contra resistencia con máquinas isicinética y con pesos libres; los días martes y jueves se realizaban trabajos de flexibilidad, pliometría, con medicine ball y trabajos de isometría.

Entrenamiento de calidad

Gráfico N° 53 - Modelo de periodización de calidad para la



En el gráfico N ° 53 puede observarse que no existen ondulaciones como comúnmente observamos en las periodizaciones tradicionales. El objetivo es sostener un nivel de volumen a la máxima intensidad en cada sesión. Cuando la calidad del gesto técnico se ve comprometida, el entrenamiento cesa. Entre cada sesión existen periodos de 24 horas de cese de entrenamiento en el agua. Las competencias integran parte de la preparación; solo en el caso de los nadadores de aguas abiertas, pueden programarse sesiones de descarga.

4- Desarrollo de las actividades en el agua

Tabla N ° 27 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 100 metros (Volumen total 2.650 mts)		
Entrada en calor	Trabajo principal	Vuelta a la calma
(RI1) 2 x 150 mts. croll 3 x 50 mts. espalda	(RC) 2 x (10 x 75) mts estilo	(RI2) 3 x 50 mts. Croll 1 x 100 mts. Croll
	(RS1) 10 x 25 mts. espalda 10 x 25 mts. PP (Patada)	
400 metros	2.000 metros	250 metros
15 %	75.5 %	9.5 %

Tabla N ° 28 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 200 metros (Volumen total 2.275 mts)		
Entrada en calor	Trabajo principal	Vuelta a la calma
(RI1) 2 x 150 mts. croll	(RC) 2 x (5 x 100) mts estilo	(RI2) 2 x 50 mts. Croll 1 x 100 mts Croll 1 x 150 mts Croll
	(RS1) 2 x 150 mts. PP estilo 1 x 25 mts. PP (Patada) 1 x 50 mts PP (Patada) 1 x 100 mts PP (Patada) 1 x 150 mts PP (Patada)	
300 metros	1.625 metros	350 metros
13 %	71.5 %	15.5 %

Tabla N ° 29 - Modelo de una sesión de entrenamiento para la distancia de 50 metros (Volumen total 2.250 mts)		
Entrada en calor	Trabajo principal	Vuelta a la calma
(RI1) 2 x 50 mts. Croll 4 x 25 mts. Croll	(RC) 2 x (5 x 75) mts Croll 2 x (5 x 50) mts Croll	(RI2) 3 x 50 mts. Croll 2 x 75 mts. Croll
	(RS1) 10 x 25 mts. Croll 10 x 25 mts. PP(Patada)	
200 metros	1.750 metros	300 metros
8.9 %	77.7%	13.4 %

En las Tablas N° 27,28 y 29, pueden observarse 3 ejemplos de sesiones planificadas de acuerdo al entrenamiento de los 5 ritmos y a las pruebas de 50, 100 y 200 metros. El objetivo como mencionamos anteriormente es enfocarnos en el trabajo de calidad, específicamente, en la realización de porcentajes intensos de nado, similares a los ritmos de competencia. En el caso de la planificación de la distancia de 50 metros el porcentaje nadado a intensidades de competencia y superior alcanza el 77.7 % del volumen total de nado; en la distancia de 200 metros el 71.5 % y en la distancia de 100 metros 75.5 %. Encontramos en los 3 ejemplos porcentajes de nado intenso por encima del 70 %, y solo pequeños porcentajes en ritmos inferiores a los de competencia, en la distancia de 50 metros un 21.3 %, en 100 metros un 24.5 % y en 200 metros un 28.5 %; porcentajes muy diferentes a los de una planificación tradicional expuesta en el Capítulo N ° 4 donde los porcentajes mayores los encontramos en ritmos inferiores al de competencia

5- Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Mujeres)

Tabla N ° 30 – Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Mujeres)

Sesión	Mts	<i>RI1</i>	<i>RI2</i>	<i>RC</i>	<i>RS1</i>	<i>RS2</i>
1	2500	900	900	500	200	0
2	2000	500	500	500	500	0
3	2000	250	250	1000	300	200
4	2200	300	300	900	400	300
5	2400	300	300	1000	400	400
6	2000	300	300	700	350	350
7	1800	300	300	500	400	400
8	1900	300	300	700	400	400
9	2200	300	300	800	400	400
10	1800	100	300	800	300	300
11	2400	300	300	1000	500	300
12	2100	300	300	900	200	400
13	2600	400	0	1600	300	300
14	2000	200	200	1000	300	300
15	2700	400	300	1000	200	200
16	1900	300	400	1000	100	100
17	2100	400	100	1200	200	200
18	2200	200	300	1400	150	150
19	1600	100	300	700	250	250
20	1900	200	200	1000	300	200
21	1800	250	250	1000	300	0
22	2400	350	350	1200	300	200
23	2350	300	500	800	250	500
24	2150	150	500	1000	300	200
25	2200	200	400	900	400	300
26	2400	250	250	1500	200	200
27	2200	400	500	900	200	200
29	1500	300	300	500	0	400
30	2050	250	400	1400	0	0
31	1500	0	200	1000	200	100
32	2400	200	200	1000	400	400
33	1900	200	200	500	500	500
34	2100	300	300	1000	500	0
35	2100	300	300	1000	0	500
36	1975	475	500	500	200	300
37	2000	100	200	700	500	400
38	2500	400	400	1400	100	200
39	2600	200	500	1000	400	500
40	2800	500	400	1100	400	400
	82625	11475	12800	36600	11300	10450

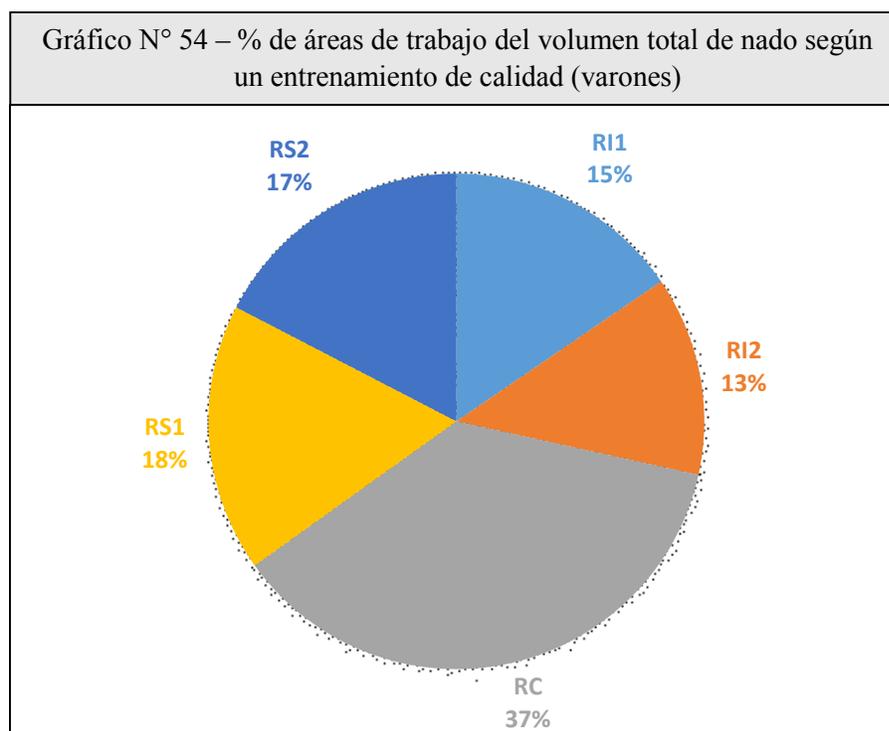
6- Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Varones)

Tabla N° 31 – Distribución del volumen de entrenamiento de acuerdo al modelo de calidad durante las 40 sesiones de entrenamiento (Varones)

Sesión	Mts	<i>RI1</i>	<i>RI2</i>	<i>RC</i>	<i>RS1</i>	<i>RS2</i>
1	1600	600	600	400	0	0
2	1600	600	600	400	0	0
3	1600	600	600	400	0	0
4	1600	500	500	400	100	100
5	2000	500	800	500	200	100
6	2000	500	500	600	200	200
7	2000	400	500	700	200	200
8	2000	300	300	700	350	350
9	1800	200	200	700	350	350
10	2800	300	300	1000	600	600
11	1800	200	200	800	300	300
12	1800	200	200	600	400	400
13	1800	200	200	800	300	300
14	2800	300	300	1000	600	600
15	1800	200	200	800	300	300
16	1800	200	200	600	400	400
17	2800	600	0	1000	600	600
18	2200	600	0	800	400	400
19	3200	400	400	1200	600	600
20	2200	600	0	800	400	400
21	2000	400	0	1000	300	300
22	2500	250	250	1000	500	500
23	1500	300	0	800	200	200
24	1800	200	200	600	400	400
25	3500	300	300	1500	700	700
26	1600	200	200	500	400	400
27	2600	300	300	1000	500	500
29	3800	400	400	1400	800	800
30	2800	300	300	1000	600	600
31	3800	400	400	1200	400	400
32	1800	200	200	400	500	500
33	1800	200	200	600	400	400
34	1800	200	200	400	500	500
35	2500	300	300	900	500	500
36	2600	300	300	1000	500	500
37	2700	300	300	1000	400	400
38	2000	200	200	1000	300	300
39	2400	300	300	900	400	500
40	2100	200	200	1000	400	300
	86800	13250	11150	31400	15000	14900

7- Distribución de metros nadados de acuerdo a las áreas de trabajo varones y mujeres

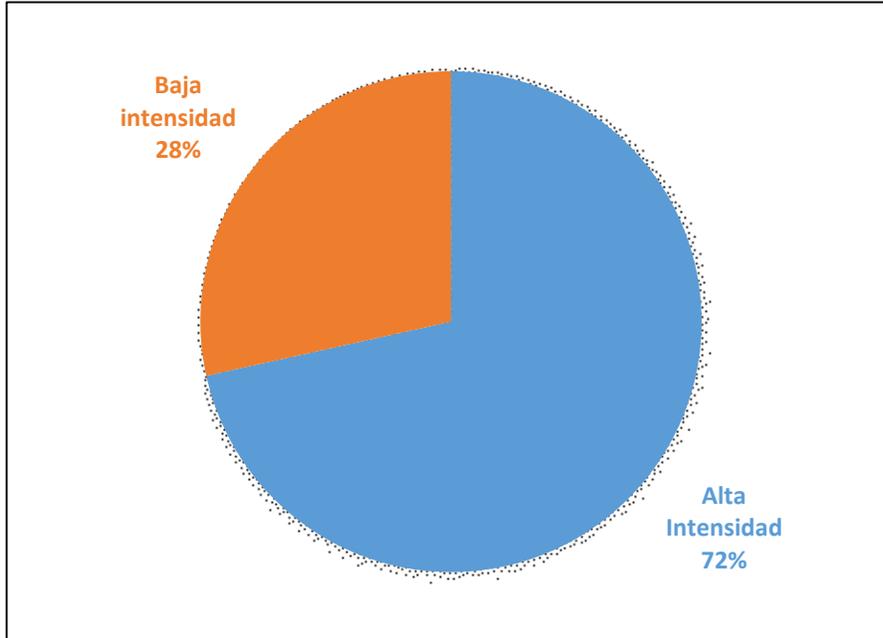
Tabla N° 32 – Distribución de metros nadados en diferentes áreas en un entrenamiento de calidad de 20 semanas (varones)			
	n	Volúmenes	% de volumen
Vol. Total	4	86.800	100 %
RI1 (Ritmo Inferior 1)	4	13.250	15 %
RI2 (Ritmo Inferior 2)	4	11.150	13 %
RC (Ritmo de carrera)	4	31.400	37 %
RS1 (Ritmo Superior 1)	4	15.000	18 %
RS2 (Ritmo Superior 2)	4	14.900	17 %



En la Tabla N° 32 se pueden observar la cantidad de metros nadados por los varones a lo largo de 40 sesiones en un entrenamiento de calidad. Los ritmos más intensos ascienden a los 61.300 metros; mientras que los ritmos menos intensos a unos 24.400 metros; en porcentajes la relación refleja un 72 % contra 28 %. De acuerdo al fundamento del entrenamiento de calidad; la relación en la sesión, en cuanto a

porcentajes de nado intenso con respecto a los menos intensos, se replica durante las 20 semanas de entrenamiento.

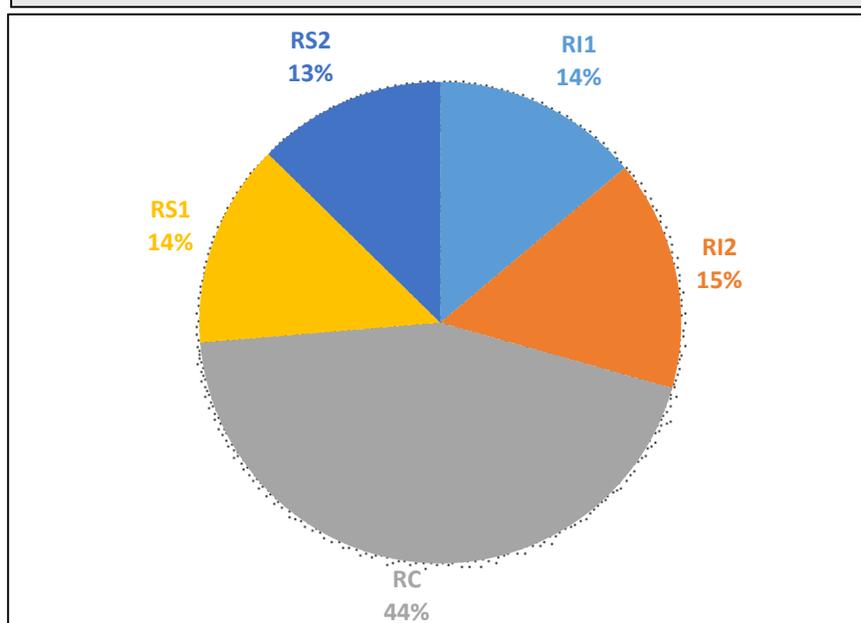
Gráfico N° 55 - % de áreas de trabajo del volumen total nadados en alta intensidad y baja intensidad (varones)



Baja intensidad = (RI1 + RI2) – Alta intensidad = (RC + RS1 +RS2)

Tabla N° 33 – Distribución de metros nadados en diferentes áreas en un entrenamiento de calidad de 20 semanas (mujeres)			
	n	Volúmenes	% de volumen
Vol. Total	2	82.625	100 %
RI1 (Ritmo Inferior 1)	2	11.475	13.9 %
RI2 (Ritmo Inferior 2)	2	12.800	15.4 %
RC (Ritmo de carrera)	2	36.600	44.3 %
RS1 (Ritmo Superior 1)	2	11.300	13.7 %
RS2 (Ritmo Superior 2)	2	10.450	12.7 %

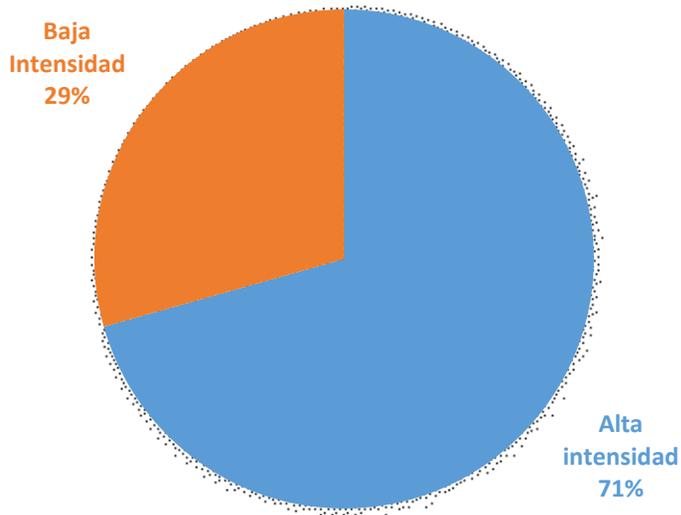
Gráfico N° 56 - % de áreas de trabajo del volumen total de nado según un entrenamiento de calidad (mujeres)



En la Tabla N ° 33 se pueden observar la cantidad de metros nadados por los varones a lo largo de 16 semanas en un entrenamiento de calidad. Los ritmos más intensos ascienden a los 58.350 metros; mientras que los ritmos menos intensos a unos 24.275 metros; en porcentajes la relación refleja un 71 % contra 29 %. De acuerdo al fundamento del

entrenamiento de calidad; la relación en la sesión, en cuanto a porcentajes de nado intenso con respecto a los menos intensos, se replicó durante las 40 sesiones de entrenamiento. En el Gráfico N ° 56 se observan los porcentajes respecto al volumen total de nado.

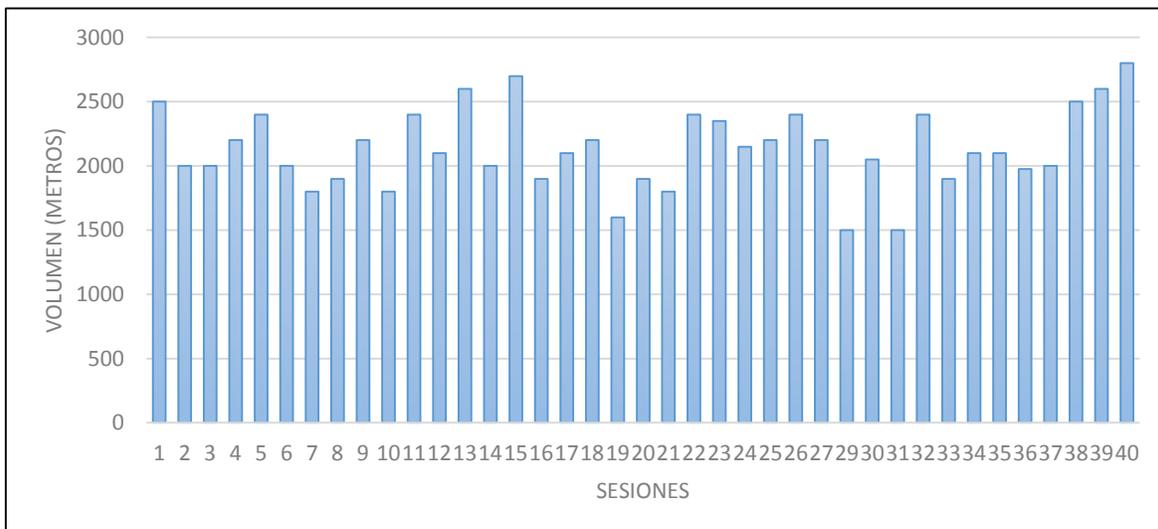
Gráfico N° 57 - % de áreas de trabajo del volumen total nadados en alta intensidad y baja intensidad (mujeres)



Baja intensidad = (RI1 + RI2) – Alta intensidad = (RC + RS1 +RS2)

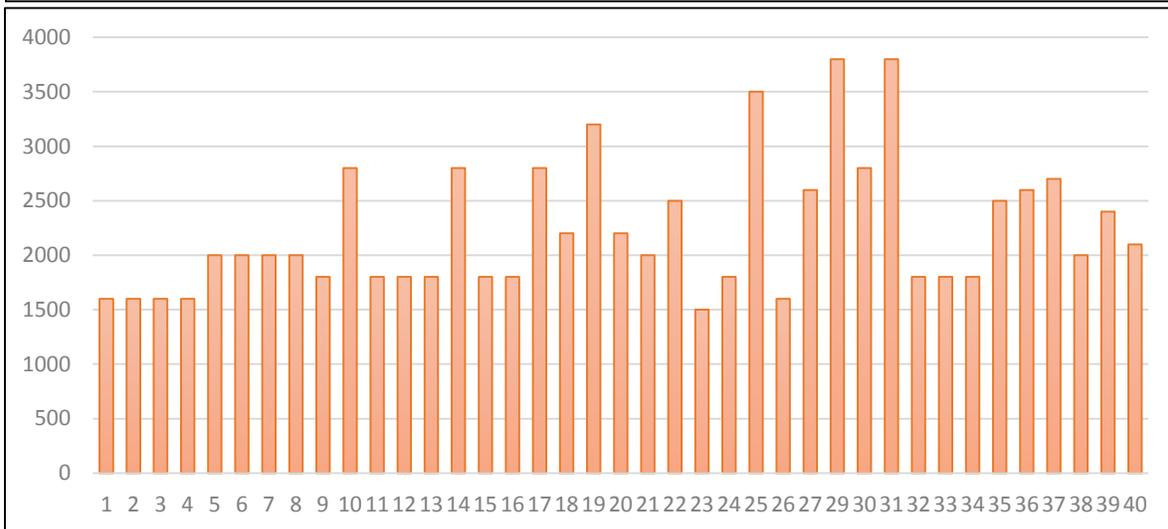
8- Cantidad de metros nadados por sesión mujeres y varones

Gráfico N° 58 – Cantidad de metros nadados por sesión (mujeres) en un entrenamiento de calidad



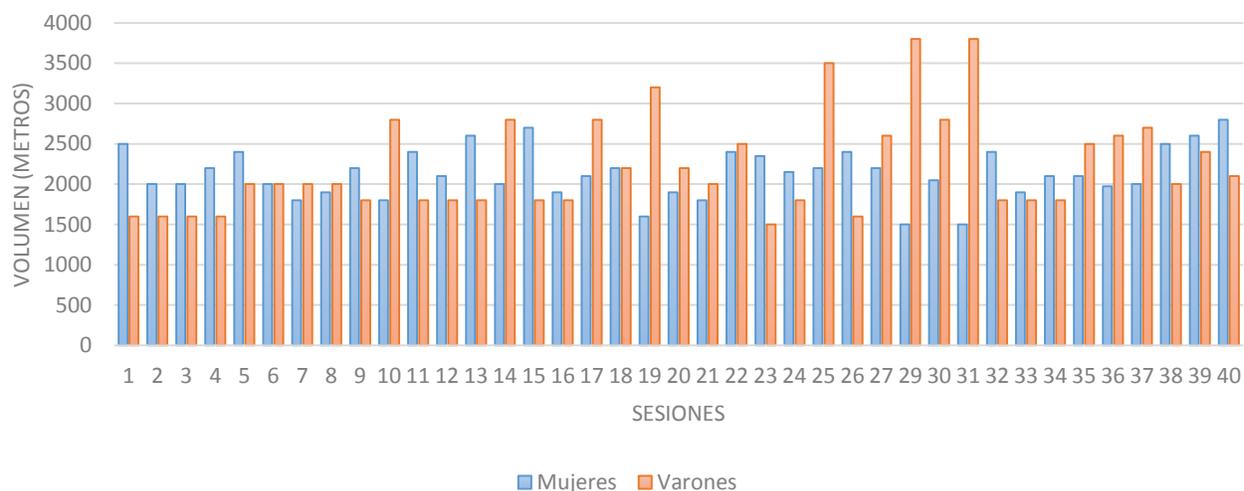
En el Gráfico N ° 58 se puede observar las 40 sesiones con sus respectivos volúmenes de metros nadados en cada sesión. El pico máximo de volumen lo encontramos en la sesión n ° 40 con 2.800 metros; otro pico similar solo puede ser encontrado en la sesión n ° 14 con 2.700 metros. En contraste están las sesiones n ° 29 y 31 con solamente 1.500 metros. El promedio de metros nadados a lo largo de las 40 sesiones asciende a los 2.066 metros. En las sesiones de poco volumen se trabajaron paridas, vueltas y llegadas.

Gráfico N° 59 – Cantidad de metros nadados por sesión (varones) en un entrenamiento de calidad



En el Gráfico N ° 59 muestra también las 40 sesiones con sus respectivos volúmenes de metros nadados en cada sesión. En este caso el pico máximo de metros nadados los encontramos en la sesión n ° 29 y 31 ambas con 3.800 metros. Existen más sesiones de bajo volumen con respecto a las mujeres; 16 sesiones se realizaron por debajo de los 2.000 metros; es decir; el 40 % del total. El promedio de metros nadados a lo largo de las 40 sesiones asciende a los 2.170 metros.

Gráfico N° 60 – Comparación de metros nadados por sesión (mujeres - varones) durante 40 sesiones de entrenamiento de calidad



En el Gráfico N° 60 se comparan los metros nadados por sesión de entrenamiento entre las mujeres y varones durante las 40 sesiones. A pesar de tener un promedio de metros nadados superior de los varones respecto a las mujeres; este solo representa 104 metros de diferencia. Las mujeres de acuerdo al gráfico fueron más regulares en cuanto a las progresiones de los metros entre las sesiones; durante el entrenamiento de calidad pudieron mantener una regularidad en el rendimiento, lo cual posibilitó mantener valores estables dentro de la sesión y entre las sesiones pudiendo nadar más metros regularmente. Los varones, a pesar de la obtención de buenos rendimientos, no fueron regulares en la progresión, esto puede observarse en las fluctuaciones máximas y mínimas de los metros nadados entre cada sesión.

Desarrollo de las actividades fuera del agua (en seco).

Para la determinación de las cargas se utilizó la fórmula de Brzycki.

Cuadro N ° 5 - Fórmula de Brzycki

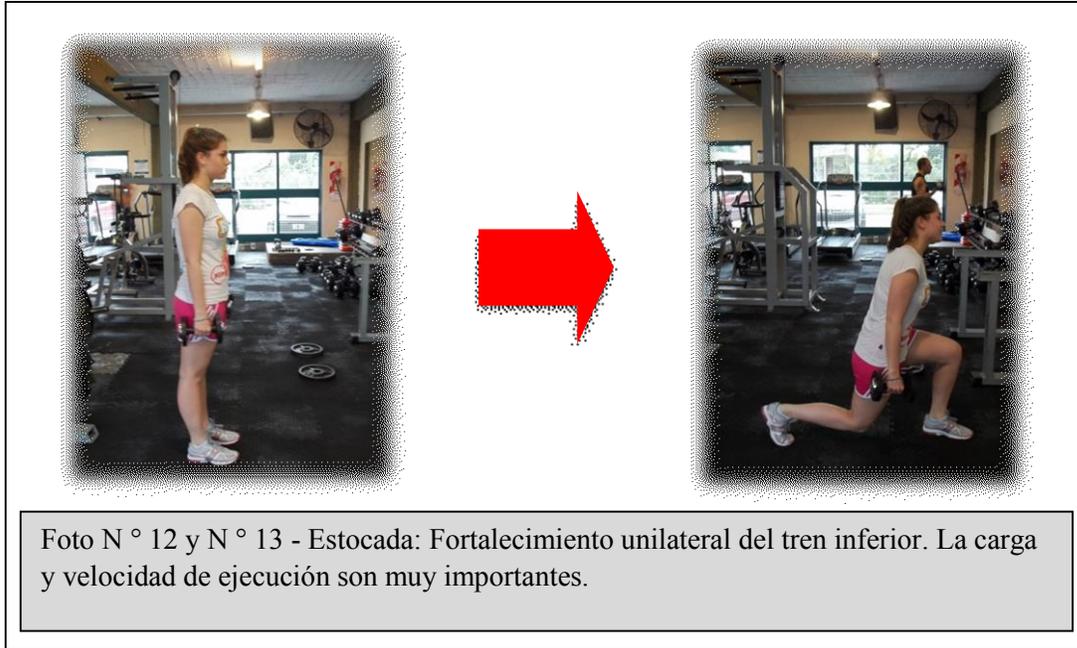
$$1\text{-RM} = 100 * \text{load rep} / (102.78 - 2.78 * \text{rep})$$

Adaptado do Nacimento y col., 2007

Entrenamiento del tren inferior con pesos libre



En la Foto N ° 10 y N ° 11 se puede observar una secuencia de un ejercicio del tren inferior con pesos libres. De acuerdo al periodo de entrenamiento el peso como la velocidad de ejecución irá variando. En este caso, previo a un trabajo de fuerza máxima, los mismos se concentraron en la realización explosiva de los mismos culminando con una hiperextensión de tobillos. En este caso el trabajo se concentró sobre ambas piernas al mismo tiempo.



En la Foto N ° 12 y N ° 13 nuevamente se observa una secuencia de un ejercicio del tren inferior. Como el ejercicio anterior la carga sufrirá modificaciones en virtud de la etapa del año. La velocidad de ejecución como el peso es fundamental y se ajustará a nuestros objetivos. A diferencia dl ejercicio anterior, nos concentramos en el fortalecimiento unilateral

Entrenamiento del tren inferior con multisaltos

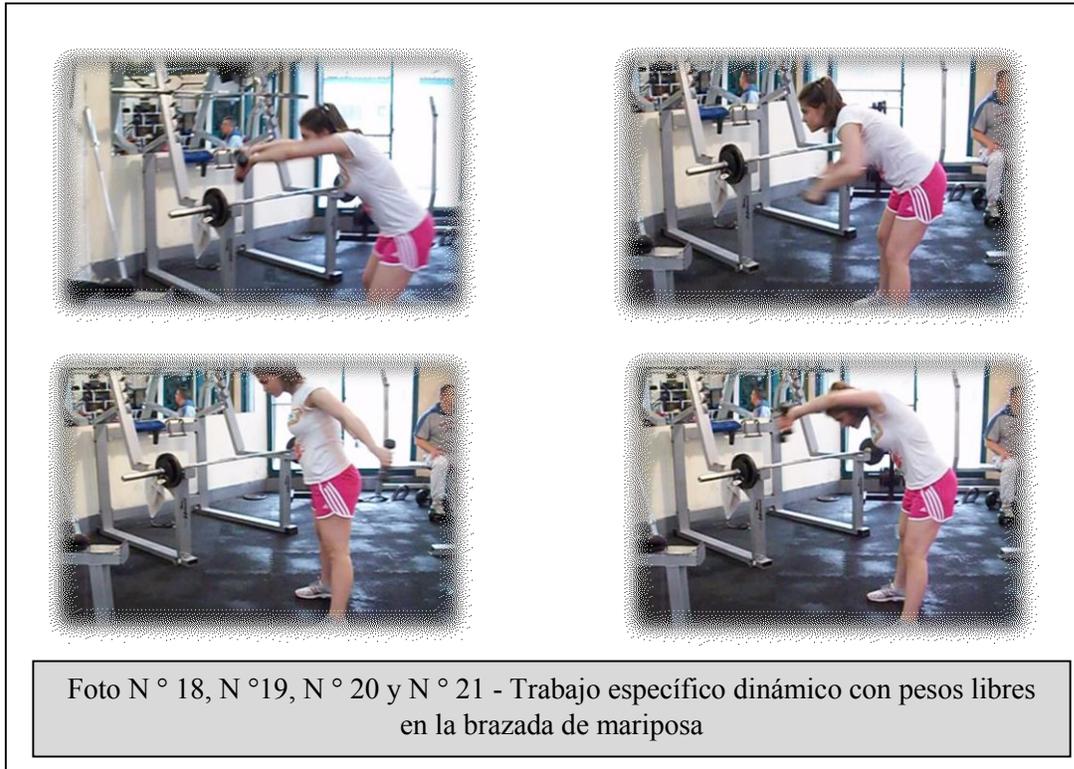


En la Foto N ° 14 y N ° 15, se observa otra de las alternativas para el fortalecimiento del tren inferior. En este caso con el mismo peso corporal se realizan saltos a diferentes alturas y con diferentes obstáculos, tratando que en cada inicio de los mismos copien la posición de partida. Con estos tipos de ejercicios se busca un fortalecimiento multilateral del tren inferior



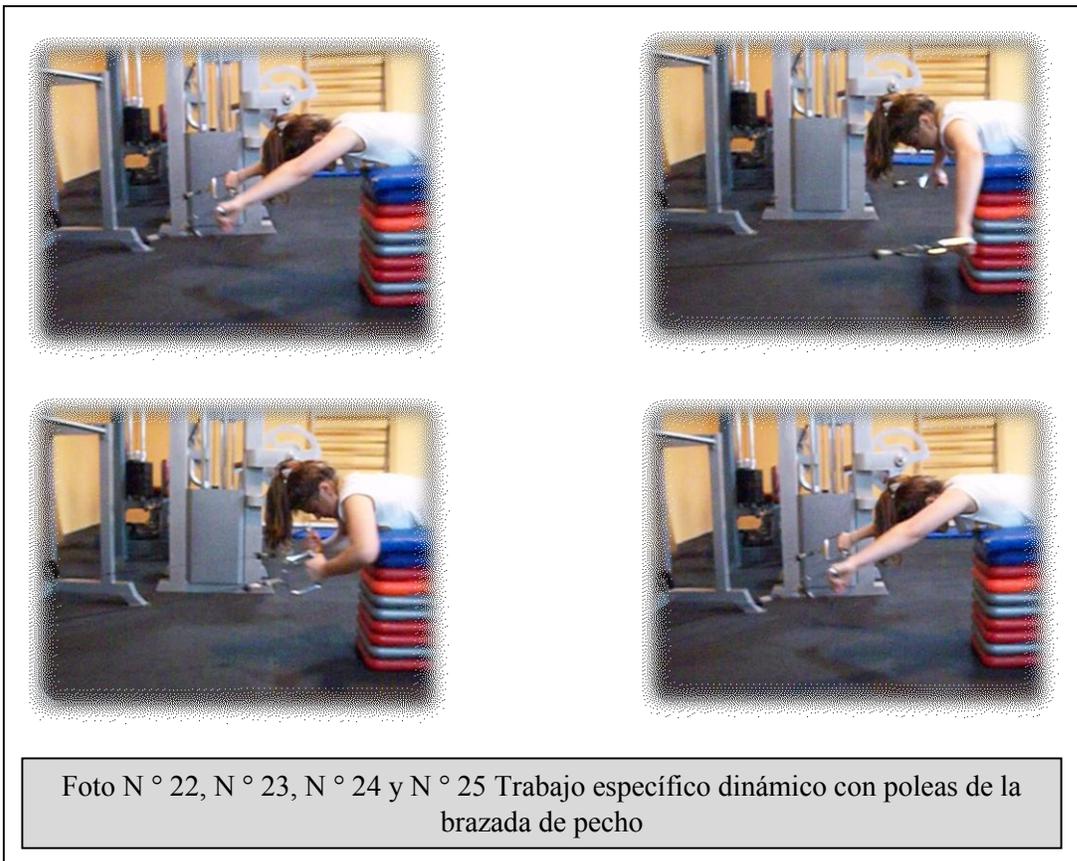
Continuando con la especificidad del entrenamiento, encontramos en la Foto N ° 16 y N ° 17 otra secuencia de ejercicios de fortalecimiento del tren inferior. En esta oportunidad se busca que el mismo se realice en la misma posición que en el agua. Se colocan bolsas de arena en los tobillos y a la orden del entrenador deberá ejecutar a máxima velocidad la patada de espalda. El tiempo de ejecución estará determinado por el tiempo de la prueba.

Entrenamiento del tren superior con pesos libres



Con el tren superior se busca también encontrar variabilidad de ejercicios de fortalecimiento. El grado de especificidad de muy importante. En este caso, desde la Foto N ° 18 a la N ° 21 puede observarse a la nadadora con pesos libres en cada mano. A la orden del entrenador ejecuta la técnica de mariposa. De acuerdo a su maestría técnica podrá incrementársele o no la cantidad de peso. Nuevamente la velocidad de ejecución es máxima. El tiempo de ejecución puede ser realizada de acuerdo al tiempo de la prueba o realizar fraccionamiento con ejecuciones explosivas, iguales a las que realizaría en el agua.

Entrenamiento isocinético del tren superior



En continuidad con la búsqueda de variabilidad de trabajo sobre el tren superior, desde la Foto N ° 22 a la N ° 25, vemos nuevamente a la nadadora realizando ejercicios de manera específica en régimen isocinético. Al igual que el ejercicio anterior los pesos y la velocidad de ejecución son vitales. Las mismas deben ser realizadas a la máxima velocidad posible, Los tiempo se regulan de acuerdo al tiempo de la prueba. Una variante utilizada es el trabajo bilateral y unilateral.

Entrenamiento isométrico de mariposa



Por último, incorporaremos el trabajo de ejercicios con régimen isométrico. En la Foto N ° 26 y N ° 27 se observa a la nadadora ejecutando un trabajo de fortalecimiento muscular. Los tiempos de trabajo son de 15 segundos de fuerza máxima. Se trabaja en cada punto clave de la brazada. Inmediatamente luego de los 15 segundos, realiza movimientos técnicos de la brazada de mariposa sin peso realizándolo a la máxima intensidad posible. La recuperación se realiza a través de ejercicios de flexibilidad y estiramientos.

RESULTADOS

1- Resultados de la implementación de un entrenamiento de calidad

Tabla N° 34 – Toma de tiempo por prueba y nadador antes durante y después de la implementación del plan de entrenamiento							
Nadadores	Prueba	Tiempo Inicial	1° Toma de tiempo	2° Toma de tiempo	3° Toma de tiempo	4° Toma de tiempo	Diferencia TI / TF
Nadador N ° 1	100 metros pecho	<i>1.31.69</i>	<i>1.26.36</i>	<i>1.23.55</i>	<i>1.18.76</i>	<i>1.14.43</i>	17.26
	200 metros pecho	<i>3.42.00</i>	<i>3.27.47</i>	<i>3.10.89</i>	<i>2.55.43</i>	<i>2.43.79</i>	57.41
Nadador N ° 2	50 metros pecho	<i>42.11</i>	<i>41.30</i>	<i>38.54</i>	<i>35.40</i>	<i>34.57</i>	7.14
	100 metros pecho	<i>1.35.70</i>	<i>1.27.00</i>	<i>1.24.15</i>	<i>1.20.66</i>	<i>1.18.51</i>	17.19
Nadadora N ° 3	100 metros midley	<i>1.38.00</i>	<i>1.35.15</i>	<i>1.31.25</i>	<i>1.29.03</i>	<i>1.27.43</i>	16.17
	100 metros espalda	<i>1.35.50</i>	<i>1.33.63</i>	<i>1.26.38</i>	<i>1.25.98</i>	<i>1.21.83</i>	13.27
	200 metros espalda	<i>3.59.67</i>	<i>3.14.53</i>	<i>3.08.03</i>	<i>2.56.78</i>	<i>2.48.50</i>	1.11.17
Nadadora N ° 4	50 metros pecho	<i>46.63</i>	<i>44.16</i>	<i>43.24</i>	<i>42.02</i>	<i>41.89</i>	4.34
	50 metros espalda	<i>42.45</i>	<i>41.13</i>	<i>40.93</i>	<i>39.62</i>	<i>39.14</i>	3.31
Nadador N ° 5	50 metros mariposa	<i>35.65</i>	<i>34.12</i>	<i>33.76</i>	<i>32</i>	<i>31.55</i>	4.10
	100 metros croll	<i>1.15.67</i>	<i>1.13.44</i>	<i>1.12.23</i>	<i>1.09.87</i>	<i>1.07.55</i>	8.12
Nadador N ° 6	50 metros espalda	<i>52.39</i>	<i>49.57</i>	<i>48</i>	<i>47.70</i>	<i>45.78</i>	6.21
	100 metros espalda	<i>1.20.33</i>	<i>1.18.67</i>	<i>1.17.00</i>	<i>1.14.79</i>	<i>1.13.18</i>	7.15

En el Tabla N ° 34 se muestran los diferentes tiempos registrados durante las 16 semanas de entrenamiento. Con el transcurso de las sesiones, rápidamente puede observarse el progreso en todas las pruebas. Las mejorías se dieron en las tres distancias (50-100-200 metros) y en ambos sexos. En la 1° Toma de tiempo, en todas las pruebas, ya se observan algunas mejorías. Lo mismo fue sucediéndose en las Toma de tiempos posteriores. En la última columna se registraron las diferencias obtenidas entre los tiempos antes de la puesta en marcha del plan de entrenamiento y el último registro de tiempo. En las pruebas de 50 metros las mejoras en los varones alcanzaron un rango de entre los 3.31 seg. - 7.14 seg. ; en las pruebas 100 metros el rango de mejoras se produjo entre los 7.15 seg. - 17.26 seg. . Con respecto a las mujeres, en las pruebas de 50 metros el rango de mejora osciló entre los 3.31 seg. – 4.34 seg. , en la

prueba de 100 metros, entre 13.27 seg. – 16.17 seg. ; por último; en la prueba de 200 metros la mejoría fue de 1.11.17 seg.

Tabla N ° 35 – Porcentaje de mejora por prueba y nadador/a					
Nadadores	Prueba	Tiempo Inicial	4° Toma de tiempo	Diferencia TI / TF	Δ (%) de mejora
Nadador N ° 1	100 metros pecho	1.31.69	1.14.43	17.26	18.8 %
	200 metros pecho	3.42.00	2.43.79	57.41	25.8 %
Nadador N ° 2	50 metros pecho	42.11	34.57	7.14	17 %
	100 metros pecho	1.35.70	1.18.51	17.19	18 %
Nadadora N ° 3	100 metros midley	1.38.00	1.27.43	16.17	16.5 %
	100 metros espalda	1.35.50	1.21.83	13.27	13.9 %
	200 metros espalda	3.59.67	2.48.50	1.11.17	29.7 %
Nadadora N ° 4	50 metros pecho	46.63	41.89	4.34	9.3 %
	50 metros espalda	42.45	39.14	3.31	7.8 %
Nadador N ° 5	50 metros mariposa	35.65	31.55	4.10	11.5 %
	100 metros croll	1.15.67	1.07.55	8.12	10.7 %
Nadador N ° 6	50 metros espalda	52.39	45.78	6.21	11.9 %
	100 metros espalda	1.20.33	1.13.18	7.15	9 %

En la Tabla N ° 35 se puede observar el porcentaje de mejora de cada nadador/a de acuerdo a su prueba. El grado de mejora en todos los casos fue significativamente importante. En todos ellos, salvo en 3 pruebas; 2 de la nadadora N ° 4 de la categoría cadete y 1 del nadador N ° 6 de la misma categoría, los porcentajes de mejora se encuentran sobre el 10 %. Los mejores porcentajes de mejora se encuentran en los nadadores/as de las categorías mayores; nadador N ° 1 (categoría Junior), nadador N ° 2 (categoría Juvenil) y la nadadora N ° 3 (categoría N ° 3). En las pruebas de 50 metros en las categorías mayores el porcentaje de mejora alcanzó un 17 %; en las categorías menores un 10 %. En las pruebas de 100 metros en las categorías mayores la mejora fue del 16.8 %; mientras que en las categorías menores 9.85 %. Con respecto a la prueba de 200 metros, las categorías mayor alcanzó un grado de mejora del orden del 27.75

Capítulo N ° 7 - Discusión

Como se ha expuesto a lo largo de este trabajo, la planificación del entrenamiento en natación ha sido desarrollada recientemente. En vista de buscar algunas respuestas a las cuestiones del rendimiento en natación es que varios autores han propuesto determinados trabajos; ellos son el modelo del macrociclo integrado Navarro (1999) y el de la periodización inversa de King (2000). Aunque los avances han sido extraordinarios, quedan aún una serie de cuestiones sin resolver, en especial, en cuanto a la distribución de los componentes vitales del programa de entrenamiento como son el volumen, la intensidad, la frecuencia y en consecuencia el impacto sobre la forma deportiva.

En sentido contrario a la génesis de las propuestas clásicas o tradicionales en donde el objetivo en el inicio del macrociclo es la construcción de la capacidad aeróbica a través del trabajo de una resistencia de base sustentada en el binomio alternado de alto volumen/baja intensidad o bajo volumen/alta intensidad, este estudio propuso girar la atención hacia la construcción de una capacidad aeróbica a través del trabajo de la resistencia específica, en donde predomine la adaptación a velocidades intensas a lo largo del/los macrociclo/s de entrenamiento. La construcción del volumen desde la visión tradicional se plantea sobre la base de nadar mayoritariamente a intensidades moderadas. El diseño en la distribución de los factores de volumen e intensidad tradicionalista en distintas direcciones a lo largo de los diferentes periodos de entrenamiento, no sería más que un mero planteamiento teórico poco válido en el alto rendimiento (García Manso, 1996). La aplicación de este tipo planteamiento a largo plazo por el uso de elevados volúmenes de trabajo no específico, provoca gran cantidad de trabajo irracional (García Manso, 1996). Continuar con este tipo de construcción solo hará que nuestros nadadores se adapten a trabajos muy diferentes a los de competición, ya sea desde lo técnico como desde el ritmo de nado; al respecto Maglischo (1995) manifiesta que es de difícil comprender como nadando a velocidades notablemente diferentes de la competición, el nadador pueda estar preparado para esfuerzos máximos como es la competición.

Un estudio llevado a cabo por Ryan (1990) ha demostrado que en nadadores de pruebas de resistencia, las mejores adaptaciones respecto a la velocidad de nado fueron obtenidas con un contenido de 4 Mmol/l, dándose aproximadamente a las 4 semanas de incremento de

volumen. Posteriores incrementos no produjeron mejoras significativas, concluyendo que los cambios más importantes inducidos por el entrenamiento aeróbico se registraron en las primeras 4 semanas de iniciados los incrementos de volumen.

La propuesta de entrenamiento de calidad, se caracteriza por la implementación de pequeños volúmenes desde el inicio del plan hasta su finalización, priorizándose en todo momento la intensidad, entendida como el ritmo o velocidad de competencia. La cantidad de metros a nadar siempre estuvo supeditada a las respuestas adaptativas de los/as nadadores/ras; se programaron rangos de acuerdo al trabajo que se realizaba. El objetivo fue en todo momento optimizar el volumen. Si bien se toma de referencia el modelo inverso, en este punto se plantean divergencias, no se busca ingresar en el binomio mencionado anteriormente, sino centrarnos mayoritariamente en la construcción de la eficiencia y eficacia de los metros nadados a través de la intensidad con miras a los próximos entrenamientos. Los datos recogidos en esta investigación demuestran como los nadadores/as; de ambos sexos y en las diferentes categorías optimizaron la mínima cantidad de metros consiguiendo adaptaciones específicas que llevaron a que sus tiempos se redujeran. No menor es este detalle, ya que estos resultados contrastan con las teorías tradicionales.

En la aplicación práctica de este modelo, la cuestión de la intensidad ocupó el centro de atención. Actualmente esta visión va sumando mayor consenso, estableciéndose que para la obtención de mejoras en el rendimiento las cargas deben ir orientadas en este sentido (Verkoshanky, 2004). La especialización es un requerimiento esencial si se desea obtener buenos resultados a nivel internacional. La misma provoca cambios anatómicos y fisiológicos en relación con las necesidades del deporte (Bompa 2007). La intensidad debe ser un objetivo a alcanzar desde el inicio del entrenamiento

En cuanto a la frecuencia de los entrenamientos, los mismos se programaron 3 veces a la semana en el agua y 3 fuera de ella (en seco) dejando libre el día domingo; este programa posibilitó que los nadadores tuvieran una mejor recuperación. Esta variable fue de suma importancia para la construcción de los volúmenes, pero aún más para el sostenimiento de la intensidad de los mismos. Este modelo permitió que los nadadores estuvieran en todo momento al máximo de sus posibilidades; así lo demuestran los tiempos registrados a lo largo del plan. La magnitud de la carga, en esta propuesta, no solo estuvo compuesta por las

variables típicas como son el volumen, intensidad y frecuencia, fueron incluidos los periodos de descansos, ya sea durante el entrenamiento como entre ellos. Estos no solo cumplieron la función de restablecimiento, sino como asegura Billat (2001) en la determinación de los sistemas de energía empleados. La duración de cada uno de ellos fue determinante para la progresión dentro de la sesión, entre microciclo y entre mesociclos. Es a partir de estas respuestas adaptativas agudas que se construyó el volumen, dando como resultado una manifestación positiva en la mejora de la performance.

Previo a la toma de tiempos se estableció la interrupción total del entrenamiento (48 hs.); solo se realizaron ejercicios de relajación y flexibilidad. De acuerdo a algunos estudios este tipo de estrategia no sería recomendable (Arroyo, 2011), no obstante este trabajo pudo demostrar performance crecientes. Estas interrupciones podrían ser consideradas como pequeños periodos de puesta a punto; posibilitando al nadador encontrarse de forma óptima en cada competición.

El trabajo que más se correlaciona al concepto del modelo de calidad es el propuesto por Arroyo (2011), el cual nos confirma de los resultados positivos de la intensificación del entrenamiento. En su investigación encontró que las mejoras más importantes fueron descubiertas entre las primeras 8 semanas. Este resultado reafirma el concepto de que solo en el periodo de mayor aplicación de la intensidad y menor volumen es posible encontrar los mejores resultados. No así a partir del momento en que por el mismo concepto de la periodización inversa comienza a incrementar los volúmenes. En el modelo de calidad, las mejoras se dan de manera constante, a las primeras 4 semanas ya se observaron mejoras y durante cada nueva evaluación. La diferencia entre ambos modelos estaría dada en el camino que se elige para la construcción aeróbica. Al intentar elevar el volumen, resigna inevitablemente intensidad, lo que provoca, que no encuentre posteriormente las mismas mejoras encontradas en las primeras 8 semanas. Su investigación nos aclara las consecuencias de un incremento del volumen por sobre la intensidad, los porcentajes de mejoras se redujeron sustancialmente hasta tal punto que las ultimas evaluaciones no hubo mejoras, a pesar de que las últimas dos semanas se redujo el volumen. Finalmente podemos observar los porcentajes de volumen nadados en cada zona en la investigación de Arroyo (2011):

Volumen Total: 212 Km

Zona de baja intensidad: 104 Km (49,1 %)

Zona entre umbrales: 70 Km (33,1)

Zona de alta intensidad: 38 Km (17,8 %)

A pesar de tener una orientación hacia la intensidad, en comparación con el modelo de calidad, el porcentaje en zona intensa continua siendo menor. Contiene mejores porcentajes que la periodización tradicional, pero sigue siendo muy alto el porcentaje de trabajo en zonas de mediana y baja intensidad. Es muy común encontrar en las planificaciones actuales este tipo de distribución, nadadores contruidos fundamentalmente sobre estas zonas de intensidad.

Debido al carácter exploratoria y descriptiva de esta investigación, se necesitó de una dedicación plena e intensa; no solo en lo referente al trabajo de campo, sino en la búsqueda bibliográfica; En primera instancia la búsqueda se centró en la visita a bibliotecas con orientación deportiva en Argentina, pero fue muy dificultoso conseguir material actualizado de esta índole. Es por ello que para los temas específicos de natación se solicitaron al exterior del país (España, Alemania y Australia) libros referentes a los sistemas de entrenamiento en natación. Aprovechando la concurrencia a la WORLD CLINIC ASCA 2013 (Asociation Swimming Coaches American) se pudo adquirir bibliografía actualizada. A pesar de este intenso trabajo considero necesario continuar profundizando en estas y otras posibles líneas de investigación a los efectos de obtener mayor certeza sobre los sistemas de entrenamientos para nadadores. A la fecha sigue siendo un terreno poco explorado científicamente.

1- Comparación de modelos de entrenamientos utilizados en natación respecto al modelo de calidad

Tabla N ° 36 - Comparación de los diferentes modelos utilizados en natación			
Componentes del entrenamiento	Periodización Clásica o Tradicional	Periodización Inversa	Periodización de Calidad
Intensidad	Se inicia con niveles bajos en el P. G. y se incrementa paulatinamente hasta llegar al P.C. a valores máximos	Se inicia con niveles máximos en el P.G. y se mantiene o se reduce levemente en los demás periodos	Se inicia y se mantienen durante todo el macrociclo niveles máximos en relación al tiempo de la prueba
Volumen	Comienzan y son mantenidos altos volúmenes. Solo en la P.C. se reducen	Comienzan con poco volumen. Se incrementan paulatinamente.	Comienzan y se sostienen reducidos volúmenes durante todo el macrociclo. Levemente al comienzo podemos encontrar una diferencia.
Frecuencia	Diariamente	Diariamente	Día por medio
Densidad de la carga	Es construida sobre 3 componentes: Volumen-frecuencia e intensidad	Es construida sobre 3 componentes: Volumen-frecuencia e intensidad	Es construida sobre 4 componentes: Volumen-frecuencia-intensidad y descanso
Recuperación	Se alternan los diferentes sistemas de energía para equilibrar la carga. Existen P.T. de 2 a 4 semanas.	El trabajo general es usado como mecanismo de regeneración y compensatorio. Se alternan los diferentes sistemas de energía para equilibrar la carga. Existen P.T. de 2 a 4 semanas.	Existen recuperaciones totales entre series, parciales o totales entre sesiones, entre microciclos y entre mesociclos. No existe recuperación post competencia. Existen P.T. de 2 a 4 semanas.
Puesta a punto	Reducción de la intensidad y el volumen paulatinamente, no menor al 50 %.	Reducción de la intensidad y el volumen paulatinamente, no menor al 50 %.	Interrupción del entrenamiento de 48 horas antes de la competencia. Solo se trabajará en la potenciación de los procesos de recuperación.
Construcción de la Capacidad aeróbica	La orientación es entrenar desde lo aeróbico a anaeróbico Se hace énfasis en el desarrollo de una amplia base aeróbica dentro del P.G. Los programas son inversamente proporcional. Trabajo general de alto volumen/moderada intensidad durante la primera parte del desarrollo de la forma deportiva, para posteriormente pasar a un trabajo específico de la especialidad, reduciendo el volumen e intensificando el trabajo.	La orientación es entrenar desde lo anaeróbico a lo aeróbico. Se evita el trabajo general orientándolo a la potencia-velocidad. A continuación se busca la adaptación a los distintos niveles de energía demandados en las distintas disciplinas de competición.	La orientación es entrenar desde lo anaeróbico, construyendo lo aeróbico como consecuencia de la acumulación de trabajo específico y en relación a las pausas.
Tiempo	Se invierten numerosas horas y kilómetros	Se evita el excesivo trabajo aeróbico de base, por lo que se invierte un poco menos de tiempo que en la periodización clásica.	Se invierten pocas horas y kilómetros. El tiempo restante se orienta a otros contenidos del entrenamiento.
% de metros nadados	Se nadan porcentualmente mayor cantidad de metros a niveles distintos de competencia	Se nadan porcentualmente mayor cantidad de metros a niveles distintos de competencia	Se nadan porcentualmente mayor cantidad de metros a niveles de competencia

Capítulo N ° 8 – Conclusión

De acuerdo a los resultados obtenidos hemos podido observar que la realización de entrenamiento de muy bajo volumen con enfoque en el ritmo y en la distancia de competición de baja frecuencia semanal, entre las edades de 14 a 19 años, fue beneficiosos no solo a nivel de la mejora de la performance sino también en cuanto a la densidad del entrenamiento, pudiendo dedicar mayor tiempo a otros contenidos u aspectos del entrenamiento. La reducción de la frecuencia, permitió al nadador descomprimir la carga que implica una sistematización de entrenamiento (posee tiempo libre). Esta circunstancia propició que el joven nadador/a /no descuide el tiempo necesario para el estudio y su recreación. Hecho no menor es el mencionado, ya que actualmente la mayor deserción de deportistas en esta especialidad se encuentra en este rango etario.

El trabajo en seco ha sido muy importante dentro de la construcción de este modelo; de la misma manera que con el trabajo realizado en el agua, en cuanto a la especificidad, los ejercicios con sobrecarga se enfocaron en copiar lo más fielmente posible los gestos e intensidad que realiza el nadador en el agua.

No hay a la fecha estudios donde se hayan implementado en nadadores tan poco volumen (metros nadados) y obtenidos estos resultados. Todos los nadadores/as han nadado 3 veces por semana; en promedio los varones concluyeron cada sesión con 2.170 metros y las mujeres 2.066 metros. La intensidad fue el factor principal que produjo este descenso. Los porcentajes de nado intensos con respecto a los menos intensos en los varones reflejan una relación de 72 % contra 28 %; respecto a las mujeres 71 % contra 29 %. Estos valores son diametralmente opuestos a los porcentajes encontrados en la planificación tradicional. Solo la periodización inversa se aproxima a los valores del modelo de calidad.

Según los conceptos de la periodización inversa, Sweetenham y Atkinson han recomendado no aplicarlo a nadadores con experiencia menor a 10 años ya que no soportarían la demanda de intensidad, sin embargo, Arroyo (2001) promueve su implementación en atletas en formación. En este mismo sentido, los datos obtenidos por este modelo de calidad, el cual se caracteriza fundamentalmente por su intensidad continua, fue sumamente favorable para los nadadores de las categorías superiores y las inferiores, aunque ha sido más favorable en las

categorías mayores (juvenil y junior), con una diferencia respecto de la categoría cadete; en las pruebas de 50 metros del 7 % y en las pruebas de 100 metros de 6,95 %. Si respetásemos estas afirmaciones se perderían grandes momentos para la mejora del joven nadador (Ver Capítulo N ° 1). Por otro lado, dejan claro que si no es posible o recomendable que un joven nadador realice o se vea preparado para estas intensidades, si lo está para la realización del entrenamiento tradicional, esto es, mucho volumen con predominio de la mediana y baja intensidad, con las consecuencias que hemos mencionado.

Otro factor importante fue comprender que podía construirse lo aeróbico a partir de un trabajo de la resistencia específica, mediante el método intermitente e interval training de alta intensidad. Diferentes estudios expuestos en el capítulo N ° 4 ponen de manifiesto que esto es posible. A lo largo de la investigación se desprende que han sido fundamental los tiempos de recuperación, comprendiendo que no solo la carga determina el sistema, también las pausas lo determinan. De allí la gran importancia de ellas dentro de esta planificación de calidad. Durante mucho tiempo hemos estudiado y puesto en marcha diferentes técnicas y metodologías en la búsqueda de un equilibrio entre la carga y el descanso, separando ambos conceptos o refiriéndonos a ellos como extremos opuestos en una balanza. De acuerdo a los resultados, esta investigación puede concluir que la carga y el descanso deben ser considerados partes indivisibles. El descanso, pausa y periodos de recuperación en sus diferentes modalidades, conlleva implícitamente una cierta carga, salvo cuando en la misma el cese es total. La construcción y sostenimiento de la intensidad de los volúmenes no hubiese sido posible sin esta visión. Será necesario a partir de los datos recogidos una re-definición del concepto de carga así como de los componentes que la integran.

De acuerdo a nuestro objetivo general y a los resultados obtenidos podemos afirmar que un entrenamiento de calidad de 40 sesiones en nadadores cadetes, juvenil y junior de ambos sexos, es un método útil y alternativo para ser considerado como modelo de entrenamiento en natación. Estos tipos de investigaciones deberían ser de interés para las instituciones con orientación deportiva, fundamentalmente para la incorporación en los programas de las cátedras de formación de entrenadores de natación. Al mismo tiempo, los organismos de la C.A.D.D.A. (Confederación Argentina de Deportes Acuáticos) deberían ofrecer a sus

entrenadores charlas respecto a estos nuevos modelos, a los efectos de mejorarlos o encontrar en forma conjunta nuevas formas con impronta Argentina.

Bibliografía

2. Argemi, J. (1997). *Tratado de endocrinología pediátrica*. España: Ediciones Díaz Santos S. A.
3. Arroyo, J. (2011). *Periodización inversa en la natación competitiva*. Berlín: Académica española
4. Astrand, P. y Shepard, R. (2000). *La resistencia en el deporte*. Barcelona: Paidotribo
5. Badillo, J., Ayestarán, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento*. Barcelona. Inde
6. Báez Moría, E. (2002). *Crecimiento y desarrollo desde la concepción hasta la adolescencia*. República Dominicana: Santiago Concepción S.
7. Bazán, N. (1995). *Rutinas de evaluación*. San Caetano do Sul, Brasil: Centro de Estudio de Aptitud Física de San Caetano do Sul.
8. Baur, J. (1991). *Entrenamiento y fases sensibles*. España: Revista de entrenamiento deportivo.
9. Beachle, C. y Earle, R. (2007). *Principios del entrenamiento de la fuerza y el acondicionamiento físico*. España: Médica Panamericana
10. Billat, V. (2002). *Fisiología y metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo
11. Bompa, T. (2007). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. Barcelona: Hispano Europea
12. Calderón Montero, (2007). *Fisiología aplicada al deporte*. (2da. edición). Madrid: Tebar S.L.
13. Cervera, V., (1999). *Entrenamiento de fuerza y explosividad para la actividad física y el deporte*. Barcelona: Inde.
14. Coe, P., Martia, D. (2007). *Entrenamiento para corredores de fondo y medio fondo*. Madrid: Colecciones Deportes & Entrenamientos.
15. Costill, D. (1985). Características del metabolismo del músculo esquelético durante el desentrenamiento de la natación competitiva. *Med. Sci Sports Exerc*, vol 3, 339-43
16. Costill, D., Maglischo, E. y Richardson A. (1998). *Natación. Aspectos biológicos y mecánicos. Técnica y entrenamiento. Tests, controles y aspectos médicos*. Barcelona: Hispano Europea

17. Costill, D., Wilmore, J. y Kenney, L., (1999). *Physiology of sport and exercise*. Champaign, Ill.: Human Kinetics
18. Counsilman, J. (1995). *La natación*. Barcelona: Hispano Europea
19. De Ponte Machado, L. (2009). *Nutrición pediátrica*. Caracas: Médica Panamericana.
20. Dietrich, M. y Lehnertz, K. (2007). Manual de metodología de entrenamiento deportivo. Barcelona: Paidotribo
21. Farinola, M. (2007). *Una perspectiva evolucionista del ejercicio. Bases fisiológicas del ejercicio*. Barcelona: Paidotribo
22. Ferrer, G. (2011). Adaptaciones aeróbicas y alta intensidad, y su relación con los deportes de equipo: ¿Continuos, intervalados, intermitentes, sprint intermitente o sprint repetidos (RSA)? *PubliCE Standard. G-SE. Asociación Amateurs de hockey sobre césped de Mendoza*.
23. Franz, B. y Reiss, M. (1992). L'allenamento negli sport di resistennza: *Rivista di Cultura Sportiva. Parte 1*.
24. García Manso, J., Valdivieso, M. y Ruiz Caballero, J., (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Barcelona: Gymnos
25. García Sánchez, F. (2006). *Etapas e índices de desarrollo del sistema nervioso*. Murcia, España: Dpto. de Métodos de Investigación y Diagnóstico en educación. Universidad de Murcia.
26. González Revuelta, M., Amaro Chelala, J., Gomez Urbina, Reinaldo (1998). Comportamiento del rendimiento aeróbico-anaeróbico en un grupo de jóvenes que practican natación. Facultad de Ciencias Médicas "Dr. Salvador Allende". *Revista cubana investigación biomédica, Vol. 3, 198-9*.
27. Guerrero, L. y Orellana, J., (2005). ¿Qué sabemos realmente acerca del trabajo físico en los niños? *Archivos de medicina del deporte, Volumen XXII, 108, 311-317*.
28. Gutiérrez Jiménez, A. (2007). *Entrenamiento personal, bases, fundamentos y aplicaciones*. Barcelona: Inde
29. Gutiérrez, A., (2007). *Entrenamiento Personal. Bases, Fundamentos y Aplicaciones*. Barcelona: Inde
30. Hegedus, J. (2008). *Teoría y práctica del entrenamiento deportivo*. Buenos Aires, Argentina: Stadium

31. Houssay, B. (2000). *Fisiología humana de Houssay*. Buenos Aires, Argentina: El Ateneo
32. King, I. (2000). *Foundations of Physical Preparation*. Reno NV: King Sports International
33. Latorre, R., Herrador Sánchez, J. y Jiménez Lara, M. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar. Aspectos metodológicos, preventivos*. Barcelona: Paidotribo
34. López Chicharro, J., Fernández Vaquero, A. (2006). *Fisiología del ejercicio*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
35. MacDougall, D. (1998). Muscle performance and enzymatic adaptations to sprint interval training. Department of Kinesiology, McMaster University, Hamilton, Ontario, Canadá. *Journal Applied Physiology*. 84 (6) 2138-2142
36. Maglischo, E. (2009). *Técnica. Entrenamiento y competición*. Barcelona: Paidotribo
37. Maglischo, E. (1995). *Nadar más rápido*. Barcelona: Paidotribo
38. Malina, R. (2014). Top 10 Research questions related to growth and maturation of relevance to physical activity, performance and fitness. *Research quarterly for exercise and sport. University of Texas*. 85, 157-173
39. Martin, D. (2007). *Manual de metodología del entrenamiento deportivo*. Barcelona, España: Paidotribo.
40. Mateveev, L., (1985). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. España: Mir
41. Mirella, R. (2005). *Las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza y de la resistencia*. Barcelona: Paidotribo
42. Mishchenko, S. y Monogarov, D. (2001). *Fisiología del deportista*. Barcelona. Paidotribo
43. Mujika, I. (2010). Intense training: the key to optimal performance before and during the taper. *Scand J. Med. Sci Sports* 2-24-31
44. Navarro Valdivieso, F. (2004). Entrenamiento adaptado a los jóvenes. *Revista de Educación y deporte*. 335, 61-80.
45. Navarro, F. y Feal, A. (2001). *Planificación y Control del entrenamiento en Natación*. Madrid. Gymnos

46. Nicolaus, J., Martin, D., Ostrowski, C. y Rost, K. (2004). *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*. Barcelona: Paidotribo.
47. Nitsch, J. (2002). *Entrenamiento de la técnica. Contribuciones para un enfoque interdisciplinario*. Barcelona. Paidotribo
48. Ortega, E. y Blazquez, A. (1982). *La actividad motriz en el niño de 6 a 8 años*. Madrid: Cincel
49. Platonov, V. y Fessenko, S., (1994). *Los sistemas de entrenamiento de los mejores nadadores del mundo*. Barcelona: Paidotribo
50. Platonov, V. (2001). *Teoría general del entrenamiento olímpico*. Barcelona: Paidotribo
51. Ralph, T., (1904). *Swimming*. Londres: Sampson Low, Marston & Company
52. Rice, P. (1997). *Desarrollo Humano, estudio del ciclo vital*. México, D.F: Universidad Autónoma de México - Pearson Prentice Hall.
53. Román Latorre, P., Sánchez Herrador, J. y Lara Jiménez, M. (2003). *Prescripción del ejercicio físico para la salud en la edad escolar. Aspectos metodológicos, preventivos e higiénicos*. Barcelona: Paidotribo.
54. Ryan, R. y Quick, R. (1990). Blood lactate profile throughout a training season in elite female swimmers. *Journal of Swim Research*, 6, 5-9
55. Scarfó, R. (2005). El ejercicio intermitente. Perfil metabólico muscular. *PubliCE Standard. G-SE*.
56. Selye, H. (1956). *The Stress of life*. New York: MacGraw-Hill Book Company.
57. Servicio de crecimiento y desarrollo (2009). Informe de crecimiento de niños/as argentinos. Buenos Aires: *Hospital de pediatría Prof. Dr. Juan P. Garrahan*.
58. Shephard, R. (2000). *Manual de consulta para el control y la prescripción del ejercicio*. American College of Sports Medicine. Barcelona: Paidotribo.
59. Siff, M. y Verkoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Barcelona: Paidotribo.
60. Tanner, J. M. (1968). *Blackwell Scientific Publications*. Oxford: Spring field thomas
61. Tella, V. (2010). *Análisis cinemático en nadadores: Entrenamientos vs. Competición*. Universidad de Valencia y I.E.S. "Alquiper", Murcia: España.
62. Tschiene, P. (1984). Il sistema dell'allenamento. *Revista di Cultura Sportiva*, 1, 43-51.

63. Vasconcelos Raposo, A. (2005). *Planificación y Organización del Entrenamiento Deportivo*. Barcelona: Paidotribo
64. Verkoshansky, Y. (1998). *Organization of the training process*. Moscú: New Studies Athletics
65. Vinuesa, M. y Coll, J. (1987). *Teoría básica del entrenamiento deportivo*. Madrid: Esteban Sáenz Martínez
66. Viru, A. y Viru, M., (2003). *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona: Paidotribo
67. Weingärther, O. (2008). *Pasado y presente de la regla biológica del estímulo*. Reckeweg Journal 1. Bensheim: Alemania
68. Weinieck, J. (2007). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo
69. Wilmore, J. y Costill D., (2007). *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. Barcelona: Paidotribo
70. Wilmore, J. y Costill, D. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona, España: Paidotribo.
71. Winter, R. (1986). Le fasi sensibili. *Revista de la cultura deportiva, Volumen 6, 8-10*.
72. Zurita, C. y Fuentes, A. (2009). Correlación entre resultados de radiografía cervical-lateral y radiografía de mano-muñeca en la estimación de edad ósea en niñas. *Revista Chilena de Radiología, Volumen 15, 39-45*