



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS**  
**José Martí Pérez**

FACULTAD DE CULTURA FÍSICA  
CARRERA LICENCIATURA EN CULTURA FÍSICA.

TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN CULTURA FÍSICA.

Estudio de la rentabilidad de la vuelta de libre en nadadores escolares de Sancti Spíritus.

Autora: Raiza de las Mercedes Pentón Zaballa.

Tutor: Jorge Luis Pentón López.  
MSc. Master en ciencias y juegos deportivos.  
Profesor Auxiliar.

Sancti Spíritus.

2022

## Resumen

La investigación se refiere a un estudio de la rentabilidad de la acción del viraje del estilo libre en nadadoras escolares. El objetivo para la investigación se centró en: Valorar la aplicación de la fuerza reactiva de las piernas durante la fase de empuje en la vuelta del estilo libre en nadadores de la categoría 13-14 años. Para la realización de la investigación se seleccionó al equipo de natación femenino de la categoría 13-14 años de la EIDE de Sancti Spíritus, compuesto por cuatro nadadoras, que presentan una talla promedio de 162 cm y un peso promedio de 58 kg. Para la recogida de la información, se utilizaron los métodos del nivel empírico: la observación científica, así como de la medición. Se utilizaron dos cámaras de videos, ubicadas en serie, y una cámara subacuática marca SONY. Para el análisis temporal se requirió del software Kinovea ver 0.9.3. Se aplicó el test de 15 mts, para comprobar la rentabilidad del viraje. Teniendo presente las carencias encontradas en el equipo investigado se considera que las posibles conclusiones arrojen insuficiencias durante la aplicación de fuerza reactiva de las piernas durante la fase de empuje como el elemento fundamental que incide en una pobre rentabilidad de la vuelta de libre.

Palabras claves: viraje, rentabilidad, nadadoras, fuerza, estilo libre.

## Summary

The research refers to a study of the profitability of the freestyle turning action in school swimmers. The objective of the research was focused on: Assessing the application of the reactive force of the legs during the push phase in the freestyle lap in swimmers of the 13-14-year-old category. To carry out the research, the female swimming team of the category 13-14 years of the EIDE of Sancti Spíritus, composed of four swimmers, who have an average height of 162 cm and an average weight of 58 kg, was selected. For the collection of information, the methods of the empirical level were used: scientific observation, as well as measurement. Two video cameras, located in series, and a SONY brand underwater camera were used. For temporal analysis, Kinovea software ver 0.9.3 is required. The 15-meter test was applied to check the profitability of the turn. Bearing in mind the shortcomings found in the investigated team, it is considered that the possible conclusions show insufficiencies during the application of reactive force of the legs during the push phase as the fundamental element that affects the poor profitability of the free lap

Keywords: turn, profitability, swimmers, strength, freestyle.

## INTRODUCCIÓN

La natación como actividad física que realiza el hombre, posee rasgos muy significativos que la diferencian de otras disciplinas deportivas, la misma se desarrolla en un medio que no es el habitual para el hombre, la posición que adopta para el desplazamiento difiere también del usual, la estructura morfológica no está diseñada para nadar con total plenitud, sumándosele las fuerzas que actúan y que constantemente se oponen al avance del nadador, las capacidades condicionales físicas del hombre, las capacidades coordinativas y cognitivas, se añaden a la larga lista de factores a resolver de forma gradual y planificada a través del proceso de entrenamiento, que según, el Programa de preparación del deportista de natación en Cuba consta de tres etapas para su desarrollo.

Los antecedentes históricos sobre el surgimiento y desarrollo de la natación dejan claro que el perfeccionamiento de los estilos que actualmente están reglamentados no ha sido una conquista fácil, la ciencia es quien ha jugado el papel predominante en tal progreso, en la dinámica del trabajo y la experiencia que se va acumulando aparecen tareas nuevas y complejas a resolver, aspecto este que involucra a entrenadores, atletas y especialistas de otras ciencias, en la búsqueda de soluciones para el logro de la dirección óptima del proceso de entrenamiento.

Los estilos en la natación poseen varios elementos que se integran y conforman el ejercicio competitivo en su conjunto, los cuales combinan movimientos acíclicos y cíclicos, a pesar de ser este último el movimiento de mayor prevalencia durante la realización de la actividad competitiva, ha existido un gradual interés por la ejecución de los movimientos acíclicos, representados por la acción de la arrancada y los virajes, estudios realizados por Maglischo, (1982) demuestran que el 25 y el 30% corresponden a estos movimientos.

De los movimientos acíclicos sin dudas el viraje posee una mayor incidencia en el resultado deportivo, (Born, Kuger, Polach and Romann, 2021) datos recogidos durante varios años concluyen que, como promedio, las salidas perfeccionadas pueden reducir el tiempo empleado en 0,1 decima de segundos y los virajes eficientes en 0,2 segundos, (Maglischo,1982a), dependiendo de la distancia y la modalidad de la actividad competitiva.

Arellano\_(2010) defiende que un nadador que consiga mejorar sólo 0.33 segundos en cada viraje, mejorará 1 segundo en una prueba de 100 metros en piscina corta y de 15 segundos aproximadamente en 1500 metros.

En la actualidad se observan en las competencias élites la paridad en el rendimiento de los atletas durante los distintos eventos, los mismos se deciden por pequeñas fracciones de segundos, de ahí que los desplazamientos que se obtienen durante el impulso de la pared en la ejecución del viraje, es decisivo en no pocas ocasiones, para ganar el evento o imponer una nueva marca. Referente a esto Maglischo (1982b) advierte: “La importancia de estas mejoras se ve en el hecho de que sólo 0,44 s separaban a la primera nadadora de la cuarta en la carrera de 50 m libres en los Juegos Olímpicos de Atlanta 1996”. Entonces se hace muy necesario prestar mayor atención y perfeccionar los virajes desde el punto de vista técnico y físico en función de la mejora del resultado deportivo en cualquiera de las pruebas de la natación competitiva.

Para el logro eficaz del viraje existen dos factores determinantes: La ejecución técnica y la potencia de las piernas, esta última, define en gran medida la eficiencia del empuje sobre la pared para realizar un desplazamiento óptimo y minimizar las posibles demoras que van en detrimento del resultado deportivo a la vez que garantizan en gran medida la calidad del gesto técnico, (Lewin, 1985) refiriéndose a los giros expresó: “...la acción de la vuelta demanda altos niveles de fuerza reactiva de las piernas para alcanzar el impulso necesario desde la pared y así el logro eficaz del gesto técnico”.

El déficit de fuerza específica de las piernas en los deportes acuáticos no es exclusivo de la natación, en estudios recientes divulgados por la revista Podium referente a un diagnóstico de la fuerza especial en agua a atletas de polo acuático, concluye que “De forma general, se constata que el 80 % de los atletas presentan deficiencias en el trabajo de la fuerza especial en agua “(Madelaine Ramos Rojas, Mercedes Miló Dubé, Santa Caridad Gonzáles Corrales, 2020), resaltando la pobre dosificación de estos ejercicios en los entrenamientos así como la carencia de actualización de los ejercicios novedosos de fuerza para mejorar el resultado deportivo.

Estudios referentes a la preparación de los nadadores, dejan claro, que el mejoramiento de la fuerza y la potencia de las piernas es un factor determinante para optimizar el rendimiento de los nadadores (Becerra, 2014; Ramírez, 2015; Hernández 2019;), proyectando su beneficio fundamentalmente a la acción de la arrancada y para generar propulsión durante el nado; No hacen alusión a la acción del viraje, pero sin dudas, de igual manera se necesitan de las prestaciones de estas capacidades condicionales para el logro armónico y rentable

del viraje. Estudios más abarcadores como los de Nugent, Comyns y Warrington (2018), proponen programas de fuerza y acondicionamiento en nadadores, con el objetivo de mejorar la fuerza y la potencia de la parte inferior del cuerpo para optimar el rendimiento de la salida y los virajes. Valentín et al., (2016) proponen ejercicios para el perfeccionamiento de la vuelta en nadadores de 9-10 años de la provincia Granma, al igual que los demás autores, no dejan con claridad, sus dosificaciones, los medios a utilizar, en qué etapa de la preparación aplicarlos, cuándo comenzar y concluir su aplicación.

Es indudable, que durante los últimos años se ha acentuado el interés de los estudios científicos relativos al comportamiento de los nadadores durante el viraje, matizado por un marcado énfasis en el tiempo de contacto de los pies en la pared, el impulso generado por la aplicación de la potencia de las piernas y el deslizamiento por debajo del agua, demostrando que son las variables fundamentales que definen la rentabilidad de la acción del viraje; Estudios como el de Takeda et al., (2020) y Blazeovich (2021), aseguran la utilidad de los análisis subacuáticos en las fases técnicas de la salida y el viraje, que permita obtener información cinemática de los factores que afectan la velocidad de avance inicial y la desaceleración durante el deslizamiento bajo el agua. Gonjo y Olstad (2020) y (Alfonso Trinidad, Santiago Veiga, Enrique Navarro, y Alberto Lorenzo, 2020) establecieron relaciones entre la cinemática subacuáticos seleccionada y los rendimientos en las arrancadas y los giros centrando sus esfuerzos en conocer la velocidad media y distancia alcanzada durante el deslizamiento sub acuático después del impulso en la arrancada y el viraje, obteniendo correlaciones de -0,70 con el tiempo en los 15 mts y de -0,95 con los 25 mts, concluyendo que es un factor relevante para el logro de una buena rentabilidad de las fases en estudio. Chainok et al., (2021) explican que es de vital importancia lograr una postura aerodinámica propiamente ejecutada durante el deslizamiento sub acuático y la profundidad alcanzada como vía para la salida a la superficie de forma óptima, logrando minimizar los efectos de arrastres.

Nicol et al. (2019) concluyó que la distancia de salida a la superficie después del impulso es un buen indicador para mejorar la rentabilidad durante el viraje, en la medida en que la distancia sub acuática aumente, el tiempo de viraje tiende a ser menor, ante ello, se recomienda que los nadadores de nivel internacional deberían intentar utilizar la fase subacuática en la medida en que las reglas de la FINA lo permitan.

Rejman y Borowska (2008) en estudio para establecer los criterios determinantes para el perfeccionamiento del viraje, concluyen que la optimización del empuje y el tiempo de

deslizamiento están subordinados al uso máximo del potencial generado al extender las piernas, con simultánea minimización de la resistencia activa.

Por su parte Sánchez, et al. (2016) plantean que es a partir del impulso donde se hallan las principales razones de preocupación, en la medida en que influye sobre la evolución del fluido durante el deslizamiento y en las acciones propulsoras posteriores, sin olvidar que la velocidad final del impulso depende de la fuerza aplicada durante el mismo. En este sentido Weimar et al. (2019) estudiaron las influencias de dos empujes diferentes de las piernas contra la pared en tierra y en agua, el primero consistió en un empuje sin contra movimiento, caracterizado por la extensión rápida de rodillas y caderas hacia la pared, y el segundo empuje con contramovimiento, donde el nadador flexiona las rodillas a un ángulo de 90°, encontrando que la mayor cantidad de fuerza aplicada se manifestó en el empuje con contramovimiento en tierra, siendo muy inferiores los valores de fuerzas aplicadas dentro del agua. Este resultado, pudo estar influenciado por las leyes de la física que se ponen de manifiesto cuando un cuerpo se introduce dentro del agua, cada movimiento estará limitado por la acción de la resistencia del agua, así como la pérdida de peso que experimenta el cuerpo, explicado por el principio de Arquímedes, lo que hace pensar que las aplicaciones de las fuerzas difieran. Orna et al. (2011) en estudio similar concluyen, que obtuvieron reducciones significantes en las fuerzas de impacto en un (33%-54%), impulso (19%-54%) y la cantidad de fuerza desarrollada en un (33%-62%) en agua, comparada con sus equivalentes en la tierra, en la mayoría de ejercicios en estudio, y explican, que el nivel de reducción puede estar influenciado por la técnica de salto y amortiguación, la profundidad del agua, así como la talla y composición del cuerpo del participante.

Otros estudios concernientes a la acción del viraje centran su atención al ángulo eficaz de las piernas durante el giro y el tiempo de contacto de la pared, como premisa de la utilización óptima del empuje de las piernas, (Costa de Oliveira et al., 2014; Skyriene et al., 2017). Llegando a la conclusión que, cuanto mayor sea el ángulo que forman las piernas durante el contacto con la pared, el tiempo de la fase de empuje se acorta, por otra parte, los atletas que se acercaron más a la pared, tuvieron que disminuir el ángulo de las piernas aumentando el tiempo de contacto con la pared, aspecto que va en detrimento del tiempo total de la ejecución de la vuelta.

En este sentido, es donde el atleta durante el viraje se encuentra con el primer problema a resolver, la percepción del momento adecuado para comenzar el giro, de ello depende establecer un ángulo adecuado, para efectuar un empuje óptimo. Quedar con las piernas

muy flexionadas o muy extendidas pueden influir negativamente en la rentabilidad de la vuelta, (Skyriene et al., 2017a).

Se ha podido constatar en investigaciones a grupos escolares que practican natación y en la bibliografía consultada, referente a la preparación específica de los virajes, que las mismas involucran un grupo de variables determinantes, no muy despreciables, para explorarlas se precisa de tecnologías avanzadas, con la disposición de grupos multidisciplinarios que propicien los conocimientos adecuados, que permita solventar las deficiencias detectadas y así dirigir la preparación de los deportistas sobre criterios objetivos; derivados de la evaluación de las variables temporales, conjuntamente con los métodos y procedimientos utilizados, los cuales están al alcance de los entrenadores de base y de alto rendimiento que no tienen acceso a equipos altamente costosos, como son las plataformas tensométricas y cámaras de grabación de altas velocidades.

Teniendo presente que los indicadores establecidos para la evaluación del viraje poseen cierto grado de complejidad, la poca relevancia que generalmente se le ha concedido durante la preparación, y teniendo en consideración el criterio de los autores referenciados, se hace necesario la aplicación de estudios y planteamientos de nuevas soluciones pedagógicas, dirigidas a aminorar la problemática expuesta si se tiene presente que el incremento del número de deportistas de alta calificación, depende, en gran medida de que se solucionen correctamente las cuestiones del desarrollo físico y técnico desde la base.

A partir del análisis anterior, se formuló el siguiente problema científico:

- ¿Cómo se comporta la utilización de la fuerza de piernas durante la fase de empuje en la vuelta del estilo libre en nadadores de la categoría 13-14 años?

Objetivo General:

- Valorar la aplicación de la fuerza reactiva de las piernas durante la fase de empuje en la vuelta del estilo libre en nadadores de la categoría 13-14 años

Objetivos específicos:

- Evaluar la rentabilidad de la vuelta del estilo libre en nadadores de la categoría 13-14 años
- Determinar los valores de las variables cinemáticas de velocidad y aceleración.



- Valorar las características temporales durante las fases del viraje.
- Comparar los valores promedio de velocidad logrados en la distancia total de nado y la distancia aplicada para determinar la rentabilidad de la vuelta de libre.

## Epígrafe 1.

### Marco Teórico Conceptual.

#### 1.1 La fuerza muscular.

Desde el mismo surgimiento de la humanidad, la fuerza muscular en el hombre jugó un papel determinante para su supervivencia, aspecto este que propició que la fuerza se estableciera como una de las cualidades más distinguidas y apreciadas en el hombre.

A la fuerza muscular se le atribuye una gran importancia en el desarrollo armónico del hombre, teniendo presente el medio en que desenvuelve y que le permita adaptarse a este, con todas las condiciones necesarias para el desempeño de disímiles tareas cotidianas, donde se destaca de forma significativa las actividades físico recreativas y deportivas como fenómeno socio cultural, elevando las exigencias de las condiciones físicas del hombre.

La fuerza en el deporte es considerada un aspecto relevante durante la preparación, que los entrenadores y preparadores físicos acentúan por ser considerada el mecanismo necesario para ejecutar eficazmente las diversas técnicas y acciones deportivas. En este sentido, la fuerza se prioriza según las necesidades fisiológicas de cada deporte, teniendo presente la etapa de preparación en que se encuentren, así como el momento en que se debe de alcanzar la forma deportiva, (Ozolin, 1970).

La fuerza muscular es considerada una de las cualidades físicas más importante dentro del ámbito del deporte, ella determina en grado considerable la rapidez de los movimientos y desempeña un gran papel en el trabajo cuando éste exige resistencia y agilidad, (Ozolin, 1970), (Badillo; Gorostiaga, 1995), (Román, 2014).

De ahí que la fuerza es considerada un elemento esencial para el rendimiento de cualquier ser humano, y su desarrollo no puede ser olvidado en la preparación de los deportistas (Verjohansky y Siif, 2000). En igual sentido (Román 2014) plantea que “En la actualidad la preparación de la fuerza se utiliza para el desarrollo de las distintas

cualidades de fuerza en la mayoría de los deportes, ya que ofrece la posibilidad de una dosificación correcta y de una gama de ejercicios para los distintos planos musculares.” De igual forma se pronuncia (Weineck, 2005) donde le concede al desarrollo de la fuerza una gran importancia para aumentar la capacidad de rendimiento específica en una modalidad deportiva.

La fuerza es la función específica que desarrollan los músculos esqueléticos y por ende es una cualidad que está involucrada en cualquier movimiento (Knuttgen & Kraemer 87'), es un producto de una acción muscular iniciada y orquestada por procesos eléctricos en el sistema nervioso, tradicionalmente la fuerza se define como la capacidad de un músculo o grupo de músculos determinados para generar una fuerza muscular bajo unas condiciones específicas. (Verhoshansky y Siff, 2000).

Para valorar la capacidad Fuerza como capacidad condicional se debe partir de dos elementos fundamentales, la relación de la fuerza con el aparato neuromuscular y su capacidad de vencer a través de este sistema cualquier tipo de resistencia exterior como puede ser pesas, la gravedad, el agua, un compañero, etc. A partir de estos dos elementos por lo general giran los conceptos más importantes de esta capacidad.

Grosser, Starischa, Zimmermann (1981) definen que la fuerza en el deporte, es la capacidad de superar resistencias y contrarrestarlas por medio de la acción muscular, en tal sentido (Novikov, 1977), (Kuznetsov, 1980), (Matveev, 1983), (Knuttgen y Kraemer, 1987), (García Manso, 1996), la definen más concretamente como la capacidad de tensión que puede generar cada grupo muscular a una velocidad específica de ejecución contra una resistencia. También (Collazo, 2002), (Malavé, 2018) coinciden y puntualizan, la fuerza es una capacidad condicional que posee el hombre en su sistema neuromuscular y que se expresa a través de las diferentes modalidades manifiestas en el deporte para resistir, halar, presionar y empujar una carga externa o interna de forma satisfactoria.

Al respecto (Pradet, 1999), (Román, 2010) expresan...la cualidad física fuerza puede definirse como la capacidad del hombre de superar la resistencia externa u oponérsele gracias a esfuerzos musculares.

A nuestro criterio, un concepto más acabado lo expresa (Román, 2014) cuando plantea que la fuerza muscular “Es una capacidad física básica dependiente del sistema neuromuscular, con gran influencia genética, pero modificable con el entrenamiento. Que genera tensión en el músculo producto de una acción muscular frente a resistencia interna o externa, que puede ir a favor o en contra de la fuerza de gravedad”.

Estos conceptos dejan entrever y justifican, el papel preponderante que se le concede al desarrollo de la fuerza muscular en la preparación del deportista, y la natación es un alto exponente en tal sentido, desde hace años, el entrenamiento de la fuerza ha pasado a ser una parte integral de la preparación de los nadadores, referente a esto (Maglischo, 1984), (Ramírez, 2010) exponen...”la fuerza ha sido considerada un elemento importante en los programas de entrenamiento en la natación competitiva”, por tal razón entrenar la fuerza en natación adquiere una gran relevancia si se pretende alcanzar altos resultados deportivos, es esencial para lograr la calidad de los gestos técnicos que generan la propulsión en el agua, ya sea durante los movimientos cíclicos como acíclicos.

Una definición con un carácter más específico lo explica (Sánchez, 2014), La fuerza producida por dicho nadador durante la ejecución de los gestos técnicos es el resultado de la interacción de las fuerzas internas, formadas por la musculatura, y las fuerzas externas, generadas por el peso a vencer, la resistencia al desplazamiento y el movimiento del cuerpo.

La aplicación de la fuerza en la natación no se utiliza de forma pura, por lo general se combinan con otras capacidades condicionantes del rendimiento físico.

Bajo el concepto de fuerza muscular se engloban distintas manifestaciones de la fuerza que pueden ser relativamente independientes unas de otras. Por ello es conveniente establecer distinciones (Wilmore y Costill, 1999), (Weineck, J. 2005).

Por tal razón el entrenamiento de la fuerza no se debe concebir de forma aislada, sino, en estrecha relación con el desarrollo del conjunto de capacidades físicas condicionales del nadador y consecutivamente en relación a la técnica de nado que se especialice, debido a que cada estilo de nado proyecta de forma muy concreta las prestaciones de fuerzas necesarias, así como las demandas motoras altamente específicas de carácter técnico. Referente a esto (Verkhoshansky y Siff, 2000), (Anselmi, 2007), plantean que

las manifestaciones de la fuerza muscular están en dependencia del tipo de actividad deportiva y de actividad muscular, lo que guarda relación con sus regímenes correspondientes de tensión muscular.

### 1.1 La fuerza en edades escolares.

Tradicionalmente en lo referido al entrenamiento de la fuerza en niños, ha coexistido una gran contradicción por muchos de los entrenadores y preparadores, motivados fundamentalmente por el temor de interferir en el óptimo desarrollo biológico, producidos por lesiones musculares y articulares que pudieran aparecer por una posible sobrecarga.

En la literatura consultada se esclarecen los grandes beneficios que aporta el entrenamiento de la fuerza en niños y adolescentes, sobre todo para su futuro rendimiento y salud personal.

Puede afirmar que existe un gran consenso internacional entre asociaciones vinculadas a la salud y el entrenamiento, en apoyar la participación supervisada de los jóvenes en entrenamientos de fuerza por estar reconocida su seguridad y eficacia para la mejora de la salud y rendimiento. En la misma línea, el último posicionamiento internacional publicado<sup>8</sup> refuerza y afianza la recomendación y promoción de programas de acondicionamiento neuromuscular durante la niñez y adolescencia, siempre y cuando estén apropiadamente supervisados y diseñados por adultos cualificados para entrenar a este tipo de poblaciones (G. Peña et al. 2016)

Conjuntamente, todos estos argumentos respaldan la necesidad de promover la práctica del entrenamiento de fuerza entre los niños y adolescentes por la eficacia mostrada para la mejora de su salud y rendimiento motor. National Strength and Conditioning Association. Position paper on prepubescent strength training. Nat Strength Cond Assoc. 1985.J7:27-31.

Independientemente del futuro deportivo de los niños, está comprobado que entre un 50% y un 65% de los alumnos presentan en la actualidad debilidades corporales (Cordel, 1975). Las clases de Educación Física no permiten por si mismas corregir esta situación, por lo que será tarea primordial del club o entrenador de atletismo, solucionar estos desequilibrios. Durante los dos primeros años escolares las debilidades posturales aumentan un 70%; también la obesidad pasa de un 3% a un 20%. Este aumento de la adiposidad provoca un descenso en el rendimiento deportivo, en especial en las acciones

que exijan velocidad, fuerza y resistencia (Wasmund-Bodenstedt, 1985). El entrenamiento de la fuerza será decisivo para corregir esta situación.

Por otra parte, el entrenador deberá aprovechar los momentos en los que el organismo del niño es especialmente sensible a los estímulos físicos que recibe. Estas fases sensibles se acentúan en la época de los estirones o máxima velocidad de crecimiento.

## **1.2 La fuerza explosiva como forma de manifestación de la fuerza muscular. La polimetría como método de preparación especial.**

Cada una de las técnicas de nado, se complementan en la combinación de movimientos cíclicos y acíclicos, estos últimos referidos a la acción de la arrancada y el viraje, que por sus características exigen altos niveles de fuerza muscular de carácter explosivo en los miembros inferiores, como requisito para la ejecución técnica apropiada.

Está ampliamente demostrado que cualquier acción muscular es más eficaz si, previamente, va acompañada de una fase de estiramiento que permita desarrollar un incremento de la fuerza a través de la deformación de los componentes elásticos y de la activación refleja de las unidades motoras (Bosco, 1982).

(M Hauptmann y D Harre, 1987) plantean que la fuerza explosiva es caracterizada por la capacidad del sistema neuromuscular para generar una alta velocidad de contracción ante una resistencia dada; un concepto ampliamente difundido por (González Badillo & Ribas, 2002), plantean que "La fuerza explosiva puede definirse como el resultado de la relación entre la fuerza producida (manifestada o aplicada) y el tiempo necesario para ello".

Durante la expresión de la fuerza explosiva, se establece una relación directa con las capacidades elásticas de las fibras musculares, donde el ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) asume una función determinante. De esta forma surgen las llamadas fuerza explosivo-elástica y fuerza explosivo-elástico-reactiva (González y Gorostiaga, 1995), (Prieto, 2013)

La fuerza explosivo-elástica es aquella fuerza potencial que la musculatura almacena cada vez que se ve sometida a un estiramiento, energía que se transforma en cinética cuando se establece la fase de contracción concéntrica; es decir, los elementos elásticos

del músculo actúan como si fuesen un muelle; se caracteriza porque el tiempo de aplicación es superior a 250 milisegundos y no mayor de 300 milisegundos; se les designa acciones de estiramiento - acortamiento largas. Ej. (Acción de la arrancada en la natación).

En la fuerza explosivo-elástico- reactiva se produce una reducción sensible del ciclo estiramiento-acortamiento, circunstancia que añade a la acción restitutiva de los tejidos la intervención del reflejo miotático o reflejo de estiramiento, que aumenta en gran medida la contracción subsiguiente. La fase de estiramiento-acortamiento ha de ser extremadamente rápida para obtener los beneficios de la acción refleja, situándose en torno a los 160 - 240 mseg. (Victtori, 1990). Ejemplo (La fase de empuje de la pared durante la acción del viraje).

El primero se relaciona directamente con la potencia física, es una forma específica de preparación de la fuerza tendiente al desarrollo de la fuerza muscular explosiva y de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular (Y. Verkhoshansky)

La fuerza reactiva es la capacidad para absorber la fuerza en una dirección y aplicar más fuerza en la dirección opuesta, o lo que es lo mismo, la capacidad para cambiar rápidamente de una acción excéntrica a una acción concéntrica (Cavagna y col, 1965), (Young, 1995), (Verkhoshansky, 1999), (Thibaudeau, 2006), es decir, se alternan ciclos de estiramiento y acortamiento muscular (CEA), el cual consiste exactamente en la combinación de una contracción excéntrica (CE) a la que sigue inmediatamente una contracción concéntrica (CC), con lo cual se obtiene una mejora del trabajo producido gracias al reflejo de estiramiento ó miotático y a la elasticidad muscular o capacidad del músculo para almacenar energía elástica durante el estiramiento, y utilizarla parcialmente en la contracción realizada de forma inmediata (Bosco, 1988; Schmidtbleicher 1992, González y Gorostiaga, 1995; García, 1997). Esto conlleva a una reducción del tiempo de impulso de frenado (CE), y a un manteniendo del impulso de aceleración (CC); cuanto más reducida a nivel temporal sea la CE más energía elástica se logra acumular (García et al., 1996).

El término más difundido en la bibliografía actualizada, por entrenadores y preparadores físicos de la mayoría de los deportes, para el desarrollo de la fuerza explosiva es el

método pliométrico, constituye el estímulo más natural para el entrenamiento, dado que tiene en cuenta la naturaleza balística del movimiento humano (Esper, 2000).

Con el término pliometría se definen aquellos ejercicios que permiten al músculo alcanzar su fuerza máxima en el menor tiempo. Surgidos en el mundo del atletismo, se complementan a la perfección con los programas generales de entrenamiento; de hecho, no existen programas de entrenamiento completos que no los incluyan. La fuerza y la potencia son atributos que permiten movernos con rapidez y generar grandes fuerzas, y por ello son elementos imprescindibles para los entrenadores, preparadores físicos y deportistas de élite que confían en la pliometría como la vía de mejorar la rapidez, la velocidad, la capacidad de salto, el juego de pies, el control del cuerpo, el equilibrio y el rendimiento general.

(Donal A Chu, Gregory D Myer, 2016) lo consideran como un medio de preparación física “especial”, ya que es una forma específica de preparación de la fuerza dirigida al desarrollo de la fuerza explosiva, y sobre todo de la capacidad reactiva del sistema neuromuscular, y plantean, “...el objetivo principal de este método tiene como fin activar los procesos de desarrollo de las capacidades funcionales necesarios para nuestro deporte específico, consiguiendo estimular el sistema neuromuscular hasta un punto igual o incluso superior en amplitud y características que las que vamos a desarrollar durante la competición; por ello un aspecto muy importante será buscar un ejercicio ideal para transferir este estímulo neuromuscular a una situación concreta en nuestro deporte competitivo.”

El ejercicio pliométrico es un movimiento combinado, fruto de una contracción muscular seguida de una acción excéntrica, otra estática y otra inmediatamente concéntrica a la anterior, lo que ya hemos mencionado como CEA (Ciclo Estiramiento-Acortamiento). En esencia, consiste en saltar desde una posición elevada, amortiguar la caída y volver a impulsarnos, buscando una altura mayor, es decir, la capacidad de pasar rápidamente del trabajo muscular excéntrico al concéntrico.

(Notario, 2016) plantea que, para el desarrollo de una contracción, es importante la acción conjunta de los componentes elásticos y contráctiles de los músculos, que facilitan y permiten el desarrollo de este tipo de gestos. La seña de identidad de la pliometría se



encuentra en la rápida sucesión producida por un estiramiento y la posterior contracción muscular, aprovechando de ese modo la capacidad de los músculos para generar energía gracias a la acción exagerada del ciclo de estiramiento y acortamiento, lo que supone un gran recurso para trabajar la fuerza en todo su potencial.

Un resultado que afianza la eficiencia del método pliométrico fueron expuestos por (Yordan P P, Elizabeth R S, Armando P F, 2019) de la universidad de Guantánamo, demostrando que se obtuvieron mejores resultados en la capacidad de salto de los voleibolistas investigados con la utilización del método pliométrico respecto al método con sobrecarga.

(Lloyd, Oliver, Hughes, & Williams, 2011; Stojanović, Ristić, McMaster, & Milanović, 2017). En investigaciones recientes en torno a la mejora de fuerza explosiva de miembros inferiores, indican que el ciclo de estiramiento- acortamiento puede ser más rápido teniendo una tendencia de desarrollo diferente, contribuyendo en la mejora de diferentes aspectos del rendimiento de los futbolistas.

(Otero, 2015) resalta, que la planificación de ejercicios pliométricos es bastante más complejo que introducir unas series de multisaltos en sesiones de entrenamiento. Por ello, para su aplicación es preciso conocer las bases fisiológicas y los protocolos que han sido probados con éxito en deportistas de élite y de todas las modalidades, con el fin de evitar lesiones musculares, sobre todo en atletas escolares, así como las influencias de las posibles combinaciones con otros métodos de desarrollo de la fuerza muscular.

Referente a esto (Juárez, López & Navarro, 2008); (Hernández & García, 2013) en estudios enfocados en entrenamiento pliométrico en jugadores juveniles de fútbol concluyen que al mejorar la fuerza explosiva de las piernas condicionó también una mejora en la rapidez durante los cambios de dirección; Coincidiendo los resultados en el estudio realizado por (García & Pena, 2016) donde combinan el entrenamiento con trineo y pliométrico, arrojó efectos positivos sobre las pruebas de salto vertical SJ y CMJ, así como el entrenamiento pliométrico unilateral y bilateral han permitido incrementos en la potencia y fuerza máxima de los extensores de la rodilla, y pequeñas mejoras en la agilidad específica de futbolistas. Olmo Rubio, V.D. (2017), hace una relación de los métodos de entrenamiento para el desarrollo de la fuerza explosiva de las extremidades inferiores, y concluye que los más utilizados por los técnicos y preparadores físicos, son los métodos pliométricos y multi saltos, electro estimulación, y ejercicios con cargas sub-máximas.

Haciendo un análisis, podemos llegar a la conclusión según los autores consultados, que el método pliométrico es el preferido por muchos entrenadores y preparadores, para la mejora de la fuerza de potencia en el deporte, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el rendimiento de los atletas, pero también los estudios dejan claro la eficacia de los mismos cuando se combinan con otros métodos para el desarrollo de la fuerza, siendo el más eficaz el método de ejercicios con sobrecarga, de ahí, que consideramos importante la información recopilada y analizada para la elaboración de ejercicios dirigidos a mejorar los gradientes de fuerza explosiva reactiva como premisa para el mejoramiento de la rentabilidad de la vuelta durante el ejercicio competitivo

### **1.3 La acción de la vuelta en el estilo libre.**

Cuando nos iniciamos en el deporte de natación primeramente hablamos de aprender a nadar, luego de perfeccionar la técnica de los estilos y más tarde de la preparación física en su integralidad para obtener altos resultados deportivos; Cuando se refieren a las fases de la técnica de un estilo se prioriza con mucha fuerza todo el accionar para producir propulsión y desplazarnos por dentro del agua, y nos resulta difícil encontrar sobre todo en los inicios, la proyección planificada de la enseñanza de las fases de la técnica de las vueltas y la arrancadas. Generalmente prestamos atención cuando observamos en una competencia que una u otra acción técnica nos está afectando el resultado y en no pocas ocasiones ambas.

Lo que, si queda claro, es, que las acciones con carácter acíclicos en la natación son elementos básicos, consideradas por muchos entrenadores e investigadores un ingrediente clave para mejorar de forma notable del rendimiento deportivo de un nadador.

En estudios realizados sobre el análisis de la competición en nadadores de alto nivel, se ha determinado que el tiempo de viraje resultó la variable que más altamente correlacionó con el rendimiento de la prueba, siendo significativa en el 92% de los casos (Mason y Cossor, 2000); de igual modo Sánchez (2000) concluyó que la importancia del viraje se incrementa a medida que aumenta la distancia de prueba llegando a superar el 50% en piscina de curso corto y el 20% en piscinas de curso largo.

El viraje es la acción que realiza el nadador para cambiar el curso del desplazamiento cuando las distancias a nadar sobrepasan las dimensiones de la piscina; Es lo que generalmente

ocurre, solo un evento cuando se nada en piscina de curso largo prescinde de la acción del viraje, y en la medida que aumentan las distancia a nadar, esta acción se hace más preponderante para el resultado final.

La acción del viraje es compleja si se analiza en su integralidad, depende, de la capacidad de fuerza explosiva reactiva de las piernas, así como de la calidad durante la ejecución técnica, sumándole que todo esto se desarrolla en un medio y una posición no habitual para el hombre.

El viraje de libre requiere en un inicio de un giro que se realiza sobre el eje transversa, y luego después del impulso y despegue de la pared otro giro sobre el eje longitudinal del cuerpo.

Para el estudio estructural de la técnica de la vuelta, los científicos la dividen en varias fases, coincidiendo casi en su totalidad: Aproximación, Giro, Impulso, Deslizamiento y Salida a la superficie, (Counsilman,1976), (Orlando Haces, Sonia Martín, 1985), (Maglischo, 2003), (Sánchez, 2013), y detalladas cada una de ellas minuciosamente.

En nuestra investigación las cinco fases propuestas tendrán una importancia relevante, a pesar que el sistema de influencias estará dirigido fundamentalmente a la fase de impulso de la pared, debido a que todas se deben de complementar para determinar la rentabilidad de la vuelta.

## Epígrafe 2. Diseño Metodológico

### Muestra y metodología

Para la realización de la investigación se seleccionó al equipo de natación femenino de la categoría 13-14 años de la EIDE de Sancti Spíritus, compuesto por cuatro nadadoras, que presentan una talla promedio de 162 cm y un peso promedio de 58 kg.

Para la recogida de la información se utilizarán los métodos del nivel empírico:

La observación científica, utilizando un protocolo para el registro de las variables temporales, el estudio se auxiliará de la técnica video gráfica para aumentar el nivel de confiabilidad de los datos obtenidos.

La medición, permitirá la recogida de datos de las variables en estudio.

Se utilizó el test de 15 mts, para el análisis de la rentabilidad de la vuelta propuesto por Absaliyamov y Timakovoi (1990), empleado en eventos élites, tales como los campeonatos mundiales de Roma 1994 y Barcelona 2003, así como en los juegos Olímpicos de Atlanta 96.

Se nadaron un total de 100 metros en el estilo de libre, se registró el tiempo total realizado y el tiempo en los 7.5 metros antes de la pared y 7.5 metros después de la pared, siempre teniendo como referencia la cabeza del nadador. Para el análisis temporal se utilizaron dos cámaras de videos, ubicadas en serie, para obtener una secuencia completa del recorrido para su posterior análisis, se ubicó también una cámara subacuática para obtener el resultado del tiempo de giro y el tiempo de contacto de los pies en la pared, así como la velocidad y la aceleración lineal durante la fase del impulso de la pared.

Se obtuvieron los promedios de velocidad en las distancias de 100 mts y 15 mts. Para determinar la velocidad promedio de nado de la prueba y del tramo del viraje, se utilizó la fórmula  $Velocidad = \text{Espacio} / \text{Tiempo}$ .

La fuerza aplicada sobre la pared durante la fase de impulso, se determinó por el método indirecto, aplicando la 2da ley de Newton, se puede representar con la siguiente ecuación  $F_{neta} = m * a$ , donde  $F_{neta}$  es la fuerza total que actúa sobre el objeto,  $m$  es la masa del objeto y  $a$  es su aceleración. La unidad de medida se representa en Newtons.

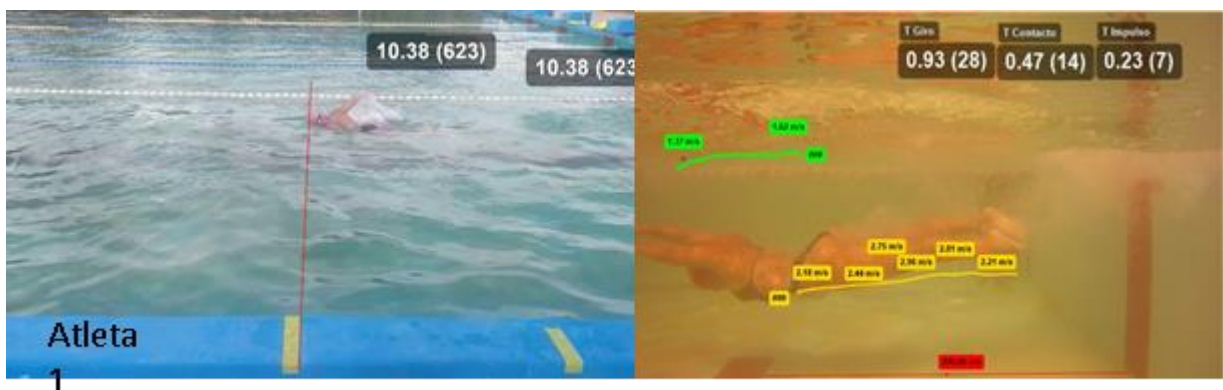
Para determinar el impulso y cantidad de movimientos se utilizó la ecuación  $I=m*v$  donde  $m$  es la masa en kg y  $v$  es la velocidad expresada en m/s.

Se determinaron los valores de la media, desviación estándar, así como de la correlación de Pearson entre los indicadores evaluados y el resultado final del test.

Durante la aplicación del test de 15 mts se analizaron los siguientes indicadores:

- Tiempo de aproximación (7.5 mts antes de la pared, hasta el momento de iniciar el giro)
- Tiempo de giro (desde que se comienza a introducir la cabeza dentro del agua para iniciar el giro, hasta el contacto de los pies con la pared)
- Tiempo de contacto (desde el inicio del contacto de los pies en la pared hasta iniciar el impulso.)
- Tiempo de impulso (desde el inicio del empuje de las piernas hasta el finalizar el contacto con la pared)
- Tiempo Total (Tiempo transcurrido desde que la cabeza pasa por la línea de 7.5 m antes de la pared y los 7.5 m después del viraje).

Para el análisis de los indicadores propuestos se utilizó el software de análisis del movimiento deportivo Kinovea ver 0.9.3 (figura 1), pudiéndose controlar el tiempo empleado en cada uno de ellos. Fue posible obtener los resultados de la velocidad lineal expresada en m/s y la aceleración expresada en  $m/s^2$ . Para la toma del tiempo total de los 15 mts se utilizó un cronómetro digital, para comparar y calibrar el software.



**Figura 1.** Imagen que muestra un ejemplo de los resultados temporales y cinemáticos obtenidos.

## Conclusiones

- Teniendo presente las carencias encontradas en el equipo investigado se considera que las posibles conclusiones arrojen insuficiencias durante la aplicación de fuerza reactiva de las piernas durante la fase de empuje como el elemento fundamental que incide en una pobre rentabilidad de la vuelta de libre.

## Recomendaciones

- Determinar estrategias sobre la base de las posibles deficiencias de los atletas durante la vuelta de libre.
- Determinar el valor idóneo del ángulo formado por la articulación cadera, rodillas y tobillos durante el inicio de la fase de empuje, teniendo presente indicadores morfológicos y niveles de fuerza de los atletas.

## Bibliografía

- Absaliamov T. y Timakovoi. (1990). En *Análisis de la actividad competitiva del nadador. En aseguramiento científico de la preparación de nadadores* (págs. 58-51). Moscú: Vneshtorgizdat.
- Alfonso Trinidad, Santiago Veiga, Enrique Navarro, y Alberto Lorenzo. (31 de marzo de 2020). (B. M. UNational Library of Medicine 8600 Rockville Pike, Editor) doi:10.2478/hukin-2019-0125
- Arays Hernández Garay, Alejandro valero Inerarity. (2 de Marzo de 2019). Modelo para el control de los factores determinantes del rendimiento de los nadadores de 800 metros de la categoría escolar. *Conrado*, 15(66). Obtenido de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento tecnico de natación*. Madrid: Cultivalibros. España.
- Becerra, Á. T. (noviembre de 2014). Factores limitantes del rendimiento en un 50 libre. *E-motion. Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, 2014(3). Obtenido de [www.uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/e-moti-on/index](http://www.uhu.es/publicaciones/ojs/index.php/e-moti-on/index)
- Blazevich, A. (22 de Julio de 2021). *They sciencie of underwater swimming*. (Australia, Productor) Obtenido de Edith Cowan University.
- Deixa Moreno y Javier Carrillo. (2020). *Normas APA 7.ª edición. Guía de citación y referenciación*. Bogotá Colombia: Ediciones Universidad Central. doi:<https://doi.org/10.1037/0000165-000>
- Dennis-Peter Born, Joris Kuger, Marek Polach and Michael Romann. (31 de agosto de 2021). Turn Fast and Win: The Importance of Acyclic Phases in Top-Elite Female Swimmers. *Journal Sport*. doi:<https://doi.org/10.3390/sports9090122>
- Dies, J. O. (24 de marzo de 2015). Análisis del Viraje en Natación. *G-SE*. Obtenido de <https://g-se.com/analisis-del-viraje-en-natacion-bp-357cfb26db011e>
- Emily Nicol; Elaine Tor y Kevin A Ball. (enero de 2019). The biomechanics of freestyle and butterfly turn technique in elite swimmers. *Sports Biomechanics*. doi:<https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1561930>
- Frank J Nugent; Thomas M Comyns; Giles D Warrington. (april de 2018). Strength and conditioning, considerations for youth swimmers. *Strength and conditioning journal*, 40(2), 31-39. doi:10.1519/SSC.0000000000000368
- Gonjo, T., & Olstad, y. B. (19 de nov de 2020). Start and Turn Performances of Competitive Swimmers in Sprint Butterfly Swimming. (N. S. Department of Physical Performance, Ed.) *Journal of sports sciecie and medicine*, 19(4).
- Javier de Aymerich san Román, Idoia Guibelalde Iribas. (2005). Análisis de la competición en natación. *I congreso virtual de investigación en la actividad física y el deporte* (pág. 13). Comunidad autónoma de España.: Instituto Vasco.

- José Andrés Sánchez, Ramón Maañón, Javier Mon, Silvia González. (4 de Febrero de 2016). *Swimming Science*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/292977360>
- Lewin, G. (1985). *Natación Deportiva*. Ciudad de la Habana: Editorial Científico Técnico.
- Luis Valentín Fernández-Yero, Raiza María Tamayo-Rodríguez, Rigoberto Guerra-Martínez. (2016). Sistema de ejercicios para perfeccionar los virajes del combinado individual en nadadores 9-10 años provincia Granma. *OLIMPIA*, 10.
- Madelaine Ramos Rojas, Mercedes Miló Dubé, Santa Caridad Gonzáles Corrales. (2020). Diagnóstico para perfeccionar la fuerza especial en agua de polo acuático en Pinar del Río. *Podium*, 15(2), 13.
- Maglischo, E. (1982). *Nadar más rápido*. Barcelona: Hispano Europea.
- Marek Rejman, Grazyna Borowska. (2008). Searching for criteria in evaluating the monofin swimming turn from the perspective of coaching and improving technique. *Journal of Sports Science and Medicine*, 7( 67-77), 11. Obtenido de <http://www.jssm.org>
- Orna A. Donoghue, Hirofumi Shimojo, ideki Takagi. (2011). Impact Forces of Plyometric Exercises Performed on Land and in Water. *Sports Physical Therapy*, 3(3). doi:10.1177/1941738111403872
- Phornpot Chainok, Leandro Machado, Karla de Jesus. Arturo Abraldes, Márcio Borgonovo-Santos, Ricardo J. Fernandes and João Paulo Vilas-Boas. (14 de febrero de 2021). Backstroke to Breaststroke Turning Performance in Age-Group Swimmers: Hydrodynamic Characteristics and Pull-Out Strategy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1858). doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph18041858>
- Ramírez, E. (junio de 2015). Análisis de las variables determinantes del rendimiento en la prueba de 50 metros libres en la natación competitiva. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 205(20). Obtenido de <http://www.efdeportes.com>
- Santiago Veiga y Andreu Roig,. (2017). Effect of the starting and turning performances on the subsequent swimming parameters of elite swimmers. *Sports Biomechanics*, 16(1).
- Thiago A Costa de Oliveira, Camila Torriani-Pasin, Silvia Letícia Silva, Renata Alvares Denardi, Fabrício Madureira, Marcos Roberto Apolinário, Umberto Cesar Correa. (2014). The spatiotemporal constraint on the swimmer's decision-making of turning. *Motricidade*, 10(3). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273032047011>
- Tsuyoshi Takeda, Shin Sakai y hideki Tagaki. (2020). Underwater flutter kicking causes deceleration in start and turn segments of front crawl. *Sports Biomechanics*. doi:10.1080/14763141.2020.1747528
- Valentina Skyriene; Milda Dubosiene; Mindaugas Dubosas; Marija Eidukeviciute. (1 de julio 2017)<https://www.thefreelibrary.com/The+relationship+between+different+age+swimmers%27+flip+turn+temporal.-a0509321864>. Obtenido de <https://www.thefreelibrary.com>
- Wendi Weimar, Andrea Sumner, Braden Romer, John Fox, Jared Rehm, Brandi Decoux, Jay Patel. (28 de Junio de 2019). Kinetic Analysis of Swimming Flip-Turn Push-Off



Techniques. *National Center for Biotechnology Information*, 7(2), 10.  
doi:10.3390/sports7020032