

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN ENTRENAMIENTO Y RENDIMIENTO DEPORTIVO

Curso Académico 2018-2019

TÍTULO

ANÁLISIS CINEMÁTICO, CUANTITATIVO Y COMPARATIVO DE DOS
VIRAJES DENTRO DE LAS PRUEBAS DE ESTILO LIBRE EN
NATACIÓN

Title

*A cinematic, quantitative and comparative analysis of two flip turns within the freestyle tests
in swimming*

Autor: Jorge Rodríguez Fernández

Tutor: Alfonso Salguero del Valle

Fecha: 08/07/2019

Vº Bº TUTOR

Vº Bº AUTOR

RESUMEN

Debido a la necesidad de mejorar el rendimiento deportivo en la actualidad, por parte de los nadadores profesionales, se ha propuesto modificaciones de los virajes tradicionales con el objetivo de conseguir unos mayores beneficios.

La modificación del viraje en las pruebas de estilo libre realizada por Ryan Lochte en 2015, ha sido el punto de partida la realización de este estudio, que consiste en un *Análisis Cinemático, Cuantitativo y Comparativo de dos Virajes dentro de las Pruebas de Estilo Libre en Natación*. Dicho estudio va permitir conocer si se trata de una adaptación individual al viraje o si todos los nadadores que lo realizan pueden encontrar los mismos beneficios al emplear esta técnica

Para ello participaron un total de 7 nadadores (5 hombres y 2 mujeres), pertenecientes al Club Swimtech León. Se realizaron dos semanas de familiarización con el “Viraje Ryan Lochte” (VRL) y posteriormente se efectuaron las grabaciones. A partir de ellas, se analizaron los tiempos y velocidades, que permitieron el análisis y comparación de resultados. Finalmente se entregó un informe individual a cada uno de los nadadores en los cuales se establecían sus tiempos, fortalezas y debilidades.

Los nadadores de la muestra han obtenido unos resultados que permiten conocer que el VRL no tuvo mayor eficacia frente al “Viraje Tradicional” (VT), lo cual podría deberse a una falta de familiarización con el citado viraje, o también porque podríamos estar ante una adaptación individual de la técnica que no tiene por qué favorecer a todos los nadadores, por lo tanto, serán necesarias futuras investigaciones para avanzar más en este aspecto.

Palabras clave: natación, viraje tradicional, viraje Ryan Lochte, análisis cinemático.

ABSTRACT

Due to the search of improvement in the sports performance regarding professional swimmers nowadays, some modifications of the traditional flip turn have been suggested throughout this project in order to achieve greater benefits.

The modification of the flip turn in freestyle tests conducted by Ryan Lochte in 2015, has been the starting point for this study, which consists of a *cinematic, quantitative and comparative analysis of two flip turns within the Freestyle Tests in Swimming*. This study will allow knowing if it is an individual adaptation to the flip turn or if all the swimmers who do it can find the same benefits when using this technique

A total of 7 swimmers (5 men and 2 women) belonging to the Club Swimtech León participated. Two weeks of familiarization with the "Turn Ryan Lochte" (VRL) were made and later the recordings were made. From them, the times and speeds were analyzed, which allowed the analysis and comparison of results. Finally, an individual report was delivered to each of the swimmers in which their times, strengths and weaknesses were established.

Swimmers that took part on the study have reached results that allow to know that the "Lochte flip turn" (VRL) was not as much as efficient as the "traditional flip turn" (VT). Consequently, it could be as a result of the lack of familiarization with the mentioned flip turn, since it does not have to favour to all the swimmers. Further information will be needed in order to progress in this aspect.

Key Words: swimming, traditional flip turn Ryan Lochte flip turn, cinematic analysis.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	6
1.1 Justificación	6
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 La natación	8
2.1.1 Factores biomecánicos.....	9
2.2 Los distintos tipos de virajes	10
2.3 Historia del viraje de estilo libre	13
2.4 Reglamento del viraje de estilo libre	15
2.5 Análisis cuantitativo del viraje	16
2.5.1 Análisis cuantitativo cinemático del viraje	18
2.6 Análisis cualitativo del viraje de estilo libre	21
2.6.1 Fases del viraje de estilo libre	22
2.6.2 Errores comunes en el viraje	23
2.7 Viraje de Ryan Lochte.....	24
3. OBJETIVOS.....	25
3.1 Competencias.....	25
4. METODOLOGÍA	26
4.1 Muestra.....	26
4.2 Materiales e instrumentos.....	27
4.3 Protocolo y procedimiento	28
4.3.1 Fase 1	29
4.3.2 Fase 2	29
4.3.3 Fase 3	30
4.3.4 Fase 4	30
5. RESULTADOS.....	31
5.1 Análisis cuantitativo de los virajes	31
5.2 Análisis cualitativo de los virajes.....	33
5.3 Informe individual y comparativo de los virajes.....	35
6. DISCUSIÓN	39
6.1 Análisis cuantitativo de los virajes	39

6.2 Análisis cualitativo de los virajes.....	40
7. CONCLUSIONES.....	41
7.1 Valoración personal	42
7.2 Limitaciones del presente estudio.....	43
7.3 Futuras líneas de trabajo	44
6. BIBLIOGRAFÍA	45
7. ANEXOS	48
9.1 Anexo- Consentimiento informado.....	48
9.2 Anexo- Cuestionario de información general	49
9.3 Anexo- Análisis de las variables utilizando el programa informático Kinovea	50

1. Introducción

1.1 Justificación

El deporte de rendimiento y sobre todo los basados en marcas o tiempo se centran en reducir la mayor cantidad de segundos posibles, para conseguir el mejor resultado (Escobar, 2012). La natación se encuadra dentro de este tipo de deportes y se considera una de las disciplinas deportivas más completas, ya que trabajan la gran mayoría de los músculos en cada una de sus pruebas, debido a que el ser humano se desplaza dentro del medio acuático mediante movimientos simultáneos, repetitivos y coordinados de brazos y piernas (Castillo, 2015).

Totoy (2018) expone que la natación es uno de los deportes olímpicos más practicados por la sociedad, llegando a convertirse en uno de los deportes más populares de la actualidad. Ésto y la gran variedad de pruebas que se realizan en este deporte ha sido una de las razones por la que se ha decidido realizar este estudio, ya que la mejora de las marcas deportivas y la fuerte competencia entre nadadores exige que sean sometidos a investigaciones tanto técnicas, como tácticas o físicas, buscando la mejora constante en cada uno de sus pruebas.

El desarrollo actual del deporte necesita de un enfoque individualizado en el entrenamiento de los deportistas, por lo que es necesario analizar cada una de las características individuales del nadador, pero como quedo reflejado anteriormente, el rendimiento viene determinado por el tiempo empleado para completar la distancia de la prueba, para ello, y según Hay y Guimaraes (1983), el tiempo de prueba consiste en:

$$\text{Tiempo de prueba} = \text{Tiempo de salida} + \text{Tiempo total de nado} + \text{tiempo total de virajes}$$

Para el análisis cuantitativo de las pruebas de natación, se utilizan datos como son la velocidad en el tramo, la eficacia en los virajes, en lo que se centra este estudio, la frecuencia y longitud de brazada y la eficacia en la llegada a meta. A pesar de ser una modalidad cíclica y según Totoy (2018), el 80- 90% del tiempo el nadador ejecuta movimientos cíclicos, mientras que el 10- 20% corresponde a los virajes, y principalmente en pruebas de velocidad la importancia de la mejora del viraje va suponer un mayor éxito. No solo en dichas pruebas, si no que en las de mayor distancia, basado en las experiencias de Sánchez y Arellano (2000), estamos en disposición de exponer que la técnica de viraje va incrementar su importancia a medida que aumente la distancia de la prueba; por lo tanto, una breve mejora en el viraje, va permitir ganancias mayores en pruebas de larga distancia como puede ser un 800 o un 1500 metros libres.

En muchas ocasiones, no todos los nadadores veloces son buenos realizando el viraje, por ello, el perfeccionamiento y mejora de la técnica de este gesto técnico, se ha convertido en una de las formas más eficaces de mejorar las marcas en cualquier disciplina de este deporte.

La necesidad de la búsqueda de la excelencia y la mejora del rendimiento deportivo ha llevado a la búsqueda de nuevas formas de realizar el viraje, de esta manera, nadadores como Ryan Lochte* han buscado evolucionar y “revolucionar” la técnica de viraje. Esto ha provocado que surgiese la idea de plantear la realización de este estudio, comparando el “viraje tradicional” (VT) y la variante de este nadador, que denominaremos a partir de ahora “viraje de Ryan Lochte” (VRL).

* Nadador estadounidense nacido en 1984 que destaca dentro del estilo espalda y del estilo libre, aunque también participa en las pruebas estilos. Se ha convertido en una figura muy importante dentro de este deporte, ya que ha ganado 12 medallas olímpicas, la primera en los Juegos de Atenas 2004. A partir de este momento fue incrementando su palmarés consiguiendo victorias en otras ediciones de los JJOO, mundiales, eventos nacionales e internacionales.

2. Marco Teórico

2.1 La natación

La Real Academia Española de la Lengua (RAE) (2019) define la natación como “la acción y efecto de nadar”. Si acudimos a la definición de nadar la RAE nos habla de “trasladarse en el agua, ayudándose de los movimientos necesarios, y sin tocar el suelo ni otro apoyo”. Profundizando un poco en el concepto, y acudiendo a una literatura más especializada en la materia, podemos ver como Counsilman (1995), nos habla de la natación como la “habilidad que permite a los nadadores trasladarse en el medio acuático, debido a la acción propulsora de movimientos rítmicos, coordinados y repetitivos de miembros inferiores, superiores y del cuerpo, que permite mantenerse en la superficie y superar la resistencia que ofrece el agua”.

La natación, a lo largo de su historia, distingue entre natación instintiva, natación natural y natación académica, técnico- deportiva o de competición (Camiña, Cancela y Lorenzo, 2018). Además de estas, dichos autores hablan sobre la natación primitiva, que es adquirida realizando movimientos primarios, sin técnica de aprendizaje, y que es tan antigua como la historia del ser humano.

La historia de la humanidad deja momentos muy importantes para este deporte, que van progresando a través del tiempo, por ejemplo, para los egipcios en la época prehelénica, el arte de nadar era uno de los aspectos más importantes de la educación pública, considerando a los pescadores y buceadores unos nadadores expertos (Camiña y cols, 2018). Asimismo, se debió esperar hasta el Renacimiento para hablar sobre el primer libro referente a la natación, fue escrito por el profesor Wymman y su título era “Colymbetes” con fecha de edición de 1538. Desde la época prehelénica al renacimiento, se han producido muchos acontecimientos, pero si destacase todos en este trabajo, se haría muy denso, y no es uno de los objetivos del trabajo.

A pesar de ello, sí que me gustaría destacar el salto a la competición de corta distancia. La natación fue incluida en los primeros Juegos Olímpicos (JJ.OO.) de la era Moderna celebrado en 1896 en Atenas, y a partir de este momento, se fue aumentando el número de pruebas dentro de la competición. En los siguientes JJ.OO., celebrados en 1900 en París, ya se nadaba a estilo espalda, pero hubo que esperar hasta la edición de París en 1924, para que apareciese por primera vez la base del actual estilo moderno, realizado por Johny Weissmuller.

Actualmente, el programa olímpico de natación consta de las siguientes pruebas:

- Estilo libre: 50m- 100m- 200m- 400m- 800m- 1500m para ambos sexos.
- Mariposa: 100m- 200m para ambos sexos.
- Espalda: 100m- 200m para ambos sexos.
- Braza: 100m- 200m para ambos sexos.
- Estilos: 200- 400m para ambos sexos.
- 4x100 estilo libre, para ambos sexos.
- 4x200 estilo libre, para ambos sexos.
- 4x100 estilos, para ambos sexos.
- 4x100 estilos mixtos.
- Dos eventos de aguas abiertas:
 - 10 km ambos sexos.

Para comprender algunos factores que pueden provocar errores específicos o determinar las características del nadador, es necesario conocer algunos factores biomecánicos que se dan dentro de este deporte.

2.1.1 Factores biomecánicos

Según Reischle (1993) los siguientes factores mecánicos, neuromusculares y anatómico funcionales son importantes dentro de este deporte:

- El sistema de referencia relevante para determinar las características específicas de la natación, aunque para movimientos globales de ejecución, se debe utilizar el sistema de referencia relativo.
- El reflejo tónico del cuello y del aparato de sustentación. Sobre todo es importante en aquellas extremidades que intervienen en la propulsión y colocación del cuerpo.
- Las inhibiciones óseas y musculares. La capacidad para aislar movimientos parciales o partes del movimiento.
- La tensión previa de la musculatura que interviene en la acción.
- Los momentos de fuerza y resistencia. A mayor palanca de fuerza, una mayor velocidad, lo que va provocar un mejor rendimiento.
- El estado móvil, dependiente del valor absoluto de fuerza propulsora y de la resistencia al avance activa.
- El área de ataque al agua y la capacidad de empuje hidrostático dependen de las trayectorias de los segmentos corporales.

- Los valores y puntos temporales de la máxima y mínima velocidad. En función del estilo que se nade, la capacidad que tiene el nadador para establecer una velocidad momentánea, horizontal e intracíclica. Para ello, por ejemplo, dentro del estilo crol, que es el estilo más rápido, el agarre debe ser óptimamente rápido y se obtiene la máxima velocidad durante la fase “atrás- adentro” y en la última parte del empuje.

A continuación, se tratarán los diferentes tipos de virajes que nos podemos encontrar dentro de este deporte.

2.2 Los distintos tipos de virajes

En primer lugar, es necesario establecer la definición de viraje, y para ello, Totoy (2018) establece que, en Natación, es un “movimiento acíclico en el que ocurre un cambio en el sentido del nado y que se produce al contactar con la pared de la piscina”. Su papel es más importante en las competiciones que se realizan en piscina corta (25m), debido a que se duplica el número de los mismos respecto a la misma prueba en piscina larga (50m).

Dentro de los virajes, nos encontramos cuatro tipos, exceptuando las pruebas de estilos individuales, donde se realizan alternativas a los virajes aquí planteados. En función de los cuatro estilos natatorios existentes, se plantean los siguientes virajes (Camiña y cols, 2018):

- Viraje de estilo libre:
 - A medida que el deportista se va acercando a la pared, debe adaptar la velocidad y comenzar el movimiento que provoca la rotación.
 - El movimiento de rotación se produce con el desplazamiento de la cabeza al interior del vaso, provocando una flexión en la columna vertebral y acercando los pies a la parte superior del cuerpo mediante una flexión de rodillas.
 - Al elevar las piernas con su posterior flexión, se provoca que la rotación del cuerpo se realice a una mayor velocidad.
 - El nadador, deberá apoyar las piernas en la pared, para posteriormente colocar la cabeza y el tronco rotados hacia un lado sin perder la velocidad.
 - La extensión del cuerpo la inician los brazos, siguiendo la rotación del cuerpo comenzada en la fase anterior hasta acabar alineado. Para aprovechar el deslizamiento, la cabeza del nadador debe colocarse entre los brazos buscando una buena posición hidrodinámica.

- En el deslizamiento, el nadador utilizaría las manos como timón, para controlar la profundidad en la que se desliza. En el momento en el que ocurra una pérdida en la fuerza propulsora, el nadador comenzará a realizar el movimiento de brazos, salvo que el primer ciclo de brazos, no deberá realizar la respiración.

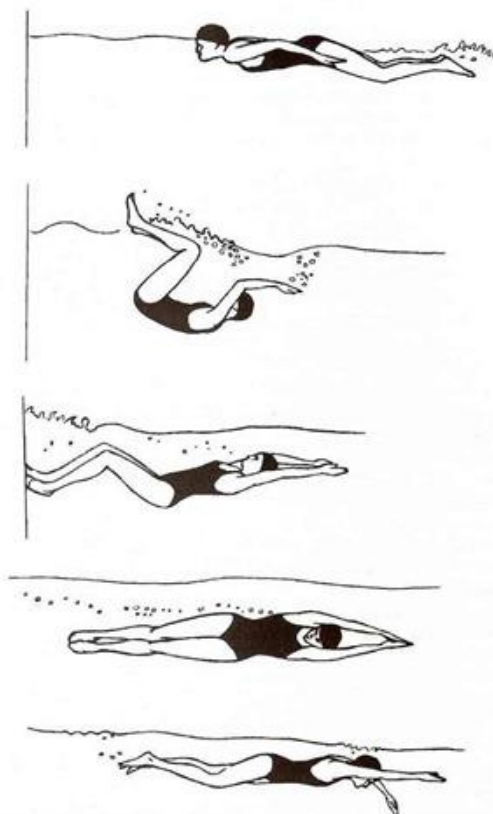


Figura 1 Viraje de crol. Fuente: <http://natacioncs.com/blog/virajes-en-natacion/>

- Viraje de espalda:
 - Cuando el nadador está próximo a la pared, orientándose por las banderas colocadas en la instalación, debe cambiar la posición corporal, cambiando de supino a prono y realizando una última brazada de crol antes de realizar la rotación.
 - El resto del viraje es igual que el realizado en estilo crol, exceptuando que cuando realizas el giro en el eje transversal estas en posición para comenzar el nado, posterior al deslizamiento.

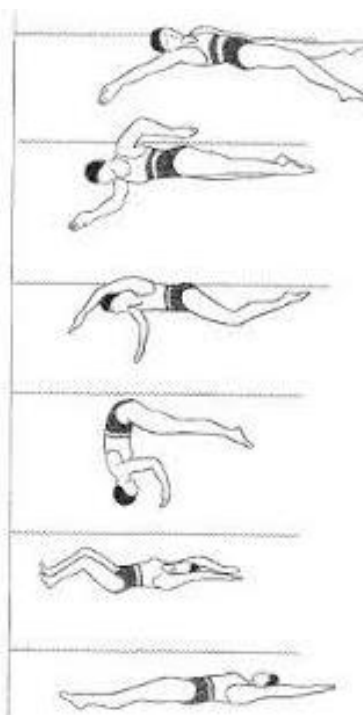


Figura 2 Viraje de espalda. Fuente: <https://amorosef.files.wordpress.com/2013/05/espalda1.pdf>

- Viraje de braza:

- Al llegar a la pared, a máxima velocidad, el nadador deberá tocarla con ambas manos simultáneamente. La posición de los pies debe ser paralela y unida.
- Después del apoyo de las manos, una de ellas debe separarse y alejarse del cuerpo, dirigiéndola hacia delante y por debajo del agua. Las piernas flexionadas, dirigiendo los pies hacia a la pared.
- Cuando los pies entran en contacto con la pared, se separará la otra mano e irá a juntarse con la otra, iniciándose el impulso en la pared.
- En una extensión completa de brazos, las manos se juntan y se coloca la cabeza entre ellos, finalizando el impulso de manera explosiva e iniciando el deslizamiento.
- Al avanzar en el deslizamiento, el cuerpo está completamente extendido. Se inicia la brazada subacuática colocando el cuerpo de manera horizontal, la palma de las manos mirara hacia el exterior y llegará a la anchura de los hombros.
- Posteriormente la colocación de los codos será en una posición alta, empujando el agua hasta la cadera.
- El movimiento de recobro de los brazos, será con las manos pegadas y por el centro del cuerpo. Por último, se realizara el movimiento de las piernas para coger aire y comenzar el nado.

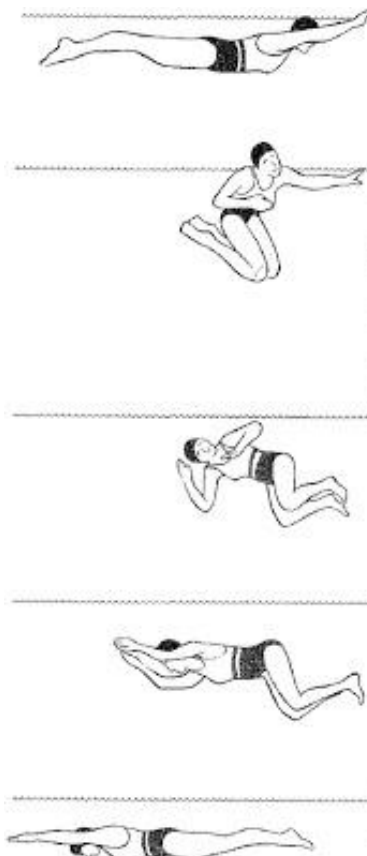


Figura 3 Viraje de braza y mariposa. Fuente: <https://natacionline.blogspot.com/2007/10/giros-de-braza-y-mariposa.html>

- Viraje de mariposa:
 - o Este viraje es idéntico al realizado en el estilo de braza, con la diferencia de que la brazada submarina no existe.
 - o Cuando se produce el reinicio de la acción de nado, se realiza de manera simultánea el movimiento de brazos y piernas.

A continuación, se va exponer brevemente la historia del viraje de estilo libre, que es el que se va utilizar para la realización de este trabajo, comparándolo con el del nadador Ryan Lochte.

2.3 Historia del viraje de estilo libre

Tal y como recoge Alsina (2007), el viraje se ha ido evolucionando y perfeccionando a lo largo de la historia. El primer viraje utilizando en natación consistía en contactar con la pared, girar el cuerpo y lanzarse en el sentido opuesto al que habían llegado. Durante los primeros JJ.OO de la era moderna, se creía que se debía realizar lo más rápidamente posible, sin creer que podía ganarse un mayor tiempo con una buena técnica. Hasta comienzos de los años 20, las piscinas podían llegar a ser de hasta 100 metros, lo que provocaba que hubiese

un menor número de giros, por lo que los virajes tenían menor importancia que en la actualidad. No fue hasta 1920 y 24 cuando se empezó a competir en piscinas de 50 metros, separando las calles por corcheras (Saavedra, Escalante y Rodríguez, 2003).

En los JJ.OO. de Amberes 1920, el campeón olímpico en la prueba de 4x200 metros estilo libre, Perry McGillivray, se dedicó a perfeccionar sus virajes, creando uno nuevo que se utilizó entre los nadadores de USA. Este viraje fue popularizado por Johnny Weissmuller y perfeccionado poco a poco, aunque en primer lugar solo era utilizado por los velocistas, ya que los fondistas utilizaban la técnica más extendida hasta ese momento, porque podían respirar con mayor facilidad (Alsina, 2007). Este viraje consistía en tocar la pared con la mano derecha, dejando la izquierda atrás, llevar la cabeza hacia la izquierda, flexionando las piernas sobre el tren superior, girando y realizando un cambio de sentido, para en segundo lugar, hundirte profundamente en el agua, llevar el brazo derecho para juntarlo con el izquierdo y empujarte en la pared con ambos pies para comenzar el deslizamiento. Para finalizar este movimiento debías salir a la superficie y comenzar la brazada (Alsina, 2007).

A finales de los años 20, surge una nueva técnica de viraje, ideada por fondistas, que les ayuda a dominar las pruebas de crol desde 1930 a 1950 (Llana, Pérez, Del Valle y Martínez, 2016), que consistía en el giro del cuerpo en el eje anteroposterior, cuando el nadador estaba aproximándose a la pared, dejando el brazo más cercano completamente extendido, mientras que el otro brazo se pegaba al cuerpo, recomendando la realización con cualquiera de las dos manos (Alsina, 2007).

Ya los años 30, aparece el primer viraje con rolido, o también denominado “Culbute”. Fue la nadadora estadounidense Katherine Rawls, especialista en estilo libre, la primera que lo puso en práctica en competiciones internacionales, aunque no está demostrado que fuese ella quien lo inventó. Con este viraje se pasaban las piernas por encima del agua, lo que eliminaba resistencia en el cambio de sentido. Este viraje provocó polémica, ya que se creía que era antirreglamentario, por lo que la FINA, a partir de 1964, estableció que no sería necesario tocar con ambas manos en el viraje, si no con cualquier parte del cuerpo.

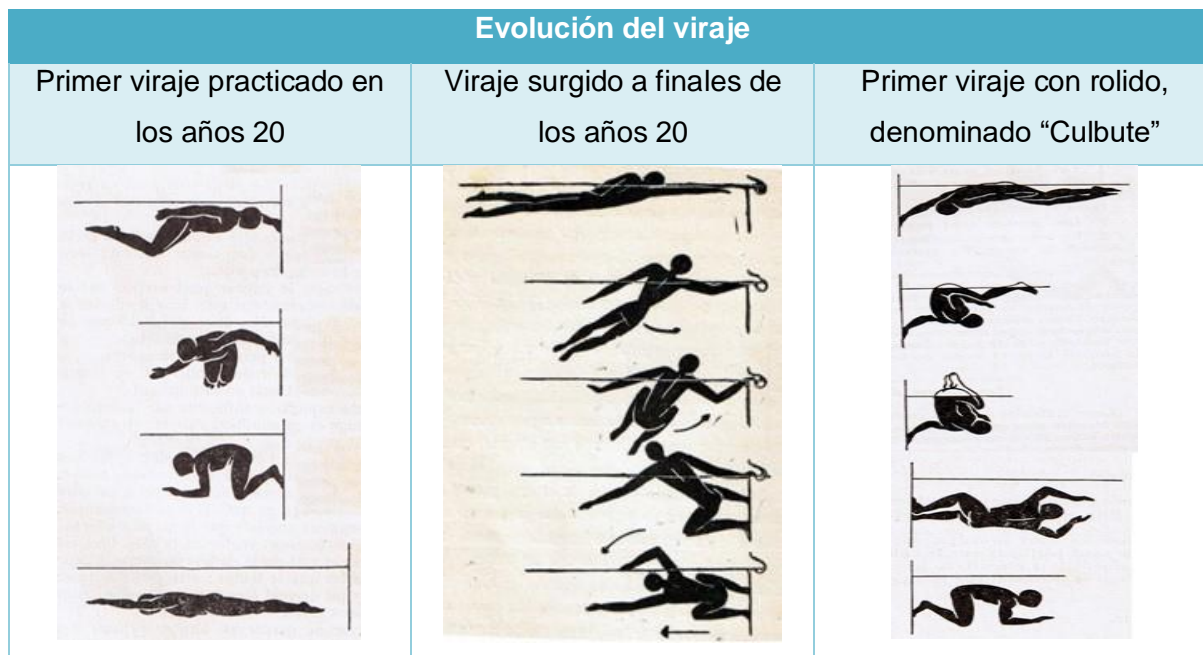


Figura 4 Evolución de los virajes a lo largo de la historia. Fuente: <http://www.notinat.com.es/?p=2264>

En la actualidad, el tipo de viraje más utilizado en estilo libre, es el denominado "viraje tradicional" (VT), cumpliendo con el actual reglamento de la FINA, que se explicará a continuación, establece que se puede tocar la pared con cualquier parte del cuerpo y a su vez, permite un nado subacuático de un máximo de 15 metros. Dicho nado subacuático, fue limitado por la FINA en 1998, ya que en la década de 1980, algunos de los nadadores empezaron a realizar las pruebas de forma subacuática, utilizando un movimiento ondulatorio (Llana, Pérez, Del Valle y Martínez, 2016).

2.4 Reglamento del viraje de estilo libre

Para comprender el trabajo, se debe conocer las cuatro técnicas para nadar que recoge el Reglamento de la Federación Internacional Amateur de Natación (FINA). Estas cuatro técnicas son denominadas mariposa, espalda, braza y estilo libre.

El presente estudio se centrará en dos virajes dentro del estilo libre por lo que hay que conocer el reglamento que afecta a los virajes de dicho estilo. Para ello, se extraerá el Reglamento de la FINA (2017- 2021):

"N.5.-ESTILO LIBRE

- *N.5.1. Estilo libre significa que, en una prueba así llamada, el nadador puede nadar cualquier estilo, excepto en las pruebas de estilos individual o por equipos, en las que estilo libre significa cualquier estilo que no sea espalda, braza o mariposa.*
- *N.5.2. En los virajes, y a la llegada, el nadador debe tocar la pared con cualquier parte de su cuerpo.*
- *N.5.3. El nadador deberá romper la superficie del agua con alguna parte de su cuerpo a lo largo de la carrera, excepto en los virajes donde el nadador podrá permanecer completamente sumergido en una distancia de no más de 15 metros después de la salida y después de cada viraje. En este punto la cabeza debe haber roto la superficie.”*

Para comprender el reglamento por completo, también es necesario hablar sobre las pruebas de estilos individuales, donde una parte de la prueba también se nada en estilo libre, y por lo tanto hay virajes que afectan a la prueba. Siguiendo el Reglamento de la RFEN (2017-2021), las pruebas de estilos individual consisten en:

“N.9.-ESTILOS INDIVIDUAL

- *N.9.1. En las pruebas de estilos individual, el nadador cubrirá los cuatro estilos de natación en el orden siguiente: Mariposa, Espalda, Braza y Estilo Libre. Cada uno de los estilos deberá cubrir un cuarto (1/4) de la distancia.*
- *N.9.2. En el estilo libre el nadador debe de estar sobre el pecho a excepción de cuando esté ejecutando un viraje. El nadador debe de volver al pecho antes de realizar cualquier patada o brazada.*
- *N.9.3. En las pruebas de relevos de estilos, los nadadores cubrirán los cuatro estilos de natación en el orden siguiente: Espalda, Braza, Mariposa y Libre. Cada uno de los estilos debe de cubrir un cuarto (1/4) de la distancia.*
- *N.9.4. Cada parte debe ser terminada de acuerdo con la regla del estilo correspondiente.”*

Una vez expuesto el reglamento en el cual está implicado la realización de este estudio, es necesario hablar sobre el tipo de análisis de los que va estar compuesto este Trabajo Fin de Máster.

2.5 Análisis cuantitativo del viraje

El análisis cuantitativo se puede dividir en dos tipos de análisis dentro de este: el análisis cinético y el análisis cinemático. El primero de ellos, siguiendo lo expuesto por Llana (2002), permitirá conseguir información sobre las cargas mecánicas que provocan el

movimiento, el registro de momentos, fuerzas y presiones que actúan sobre el cuerpo humano. Mientras que el análisis cinemático, te muestra información sobre el movimiento para realizar un análisis descriptivo del mismo, sin considerar las fuerzas que influyen en el movimiento (Llana, 2002).

La calidad en la ejecución técnica es necesaria para superar una marca o reducir el tiempo en una prueba, pero al final, el interés deportivo está dirigido al resultado obtenido, por lo que asume un carácter cuantitativo. Según Arias (2011), la metodología de investigación que siguen las ciencias aplicadas al deporte utilizan variables de naturaleza cuantitativa y se miden a través de escalas de intervalos o de razón. A continuación, se exponen ejemplos de las variables comentadas anteriormente:

Tabla 1 Variables cuantitativas que se pueden medir

Variable	Ejemplos en Natación
Tiempo	Tiempo final de la prueba.
Distancia	Metros recorridos en la prueba.
Velocidad	Velocidad en la separación después del viraje.
Ángulo	Ángulo de entrada de la mano.

Los profesionales del deporte, no solo buscan un enfoque cuantitativo, si no que en algunos casos también se puede emplear un enfoque cualitativo e interpretativo (Arias, 2011), buscando que dichas investigaciones busquen generar conocimientos para la solución de problemas de rendimiento deportivo o resultados, trabajar el desarrollo tecnológico aplicado al deporte, trabajar con instrumentos específicos de medición, obtener resultados que sean aplicables a grandes poblaciones cumpliendo los principios del entrenamiento. Por último, explica que deben ser adaptativos, permitiendo el desarrollo en campo o laboratorio y adaptándolos a otros deportes. Por lo tanto, combinar el análisis cuantitativo y cualitativo va proporcionar una mayor riqueza, tanto en investigaciones, como en entrenamientos y competiciones.

Este trabajo, está orientando más hacia el análisis cinemático, ya que con la utilización de las cámaras de video podremos obtener un análisis cuantitativo y cualitativo del viraje. Para el análisis cuantitativo deberemos tener en cuenta diferentes variables que expondremos a continuación.

2.5.1 Análisis cuantitativo cinemático del viraje

Como se ha explicado anteriormente, el análisis cuantitativo cinemático te muestra información sobre el movimiento para realizar un análisis descriptivo del mismo. Por ello, se van a desarrollar los factores que van a influir en este análisis:

A. El tiempo de viraje

El tiempo de viraje, según Arellano, Aymerich, Sánchez y Rivera (1993), es el tiempo que transcurre desde el momento en que la cabeza del nadador sobrepasa una referencia situada a los 7,5 metros de la pared del viraje, hasta que después de realizarlo, vuelve a sobrepasar la cabeza por dicha marca. Se descompone en fase de aproximación, tiempo de contacto y fase de separación.

El tiempo de aproximación viene definido por la distancia al nadador en el cual el nadador comienza a preparar sus acciones de nado y su velocidad antes de realizar el viraje. El tiempo de contacto con la pared, es el tiempo en que se produce el primer contacto con una o ambas manos, si se llega a hacer, el tiempo en el que ocurre la pérdida del primer contacto, hasta el contacto de los pies y la separación de los mismos. El tiempo de separación va desde el último contacto hasta la reanudación del nado (Sánchez y Arellano, 2000).

A continuación, se va a exponer una tabla en la cual se ven las variables que influyen en el tiempo de viraje:

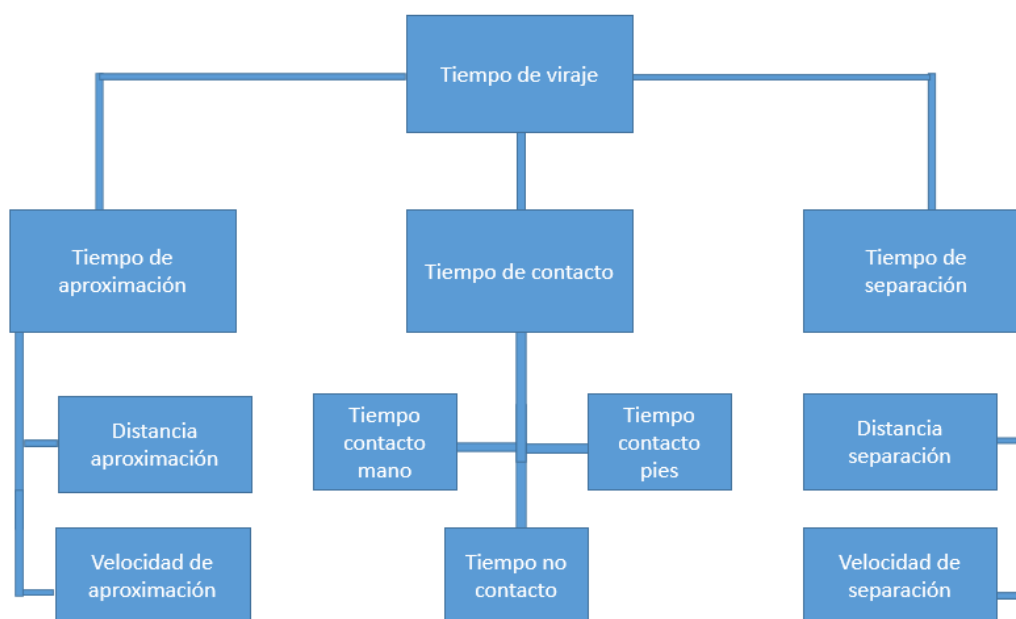


Figura 5. Parámetros que determinan el tiempo de viraje (Adaptado de Hay, 1985).

Los diferentes autores discrepan en dos cuestiones, en primer lugar, la referencia corporal que establece el tiempo que tarda en realizar el viraje. Chow, Hay, Wilson e Imel (1985), establecen que el vértice de la cabeza debía ser la referencia en las mediciones, criterio que posteriormente se consolidó para el análisis. En segundo lugar, basado en Sánchez y Arellano (2000), el otro elemento de discrepancia era si el deslizamiento era la última fase del viraje o si las primeras acciones propulsivas son elementos integrantes del mismo. Estableciendo como parte del viraje las acciones propulsivas que se desarrollan en el nado subacuático, con la patada de delfín.

Además de las discrepancias anteriores, a lo largo de la historia se han ido manifestando diversas opiniones en cuanto a la distancia de aproximación y separación, variando en función de los diferentes estudios que se desarrollaron, reglamentos y tamaño de la piscina. Absaliarov y Tomakovi (1990) observaron el comportamiento de los nadadores en la competición, demostrando que, tras el viraje, comenzaban el primer ciclo de nado a 7,5 metros de la pared, por lo que establecieron esta distancia para el análisis del tiempo de viraje.

Dicha distancia se ha empleado antes y después del viraje en estudios experimentales, y se sigue utilizando para el análisis de la competición, pero si las distancias de nado son demasiado largas, puede que no reflejen con precisión el rendimiento del viraje. Mientras que, en el caso contrario, si las distancias son cortas, sobre 2,5 metros, es posible que en la reanudación del nado no se observe, por eso según Blanksby, Gathercole y Marshall (1996), el uso de distancias de 5 metros antes y 5 metros después, parecen convenientes para el estudio del viraje, ya que, además, se utiliza la línea de las banderas para comparar los tiempos de los nadadores.

En la siguiente tabla se muestra la discrepancia entre los diferentes autores sobre la distancia de aproximación y separación a lo largo de los años. No obstante, adelantamos que, para la realización del presente estudio, se utilizó la distancia de 7,5 metros, ya que el nivel de los nadadores permitiría utilizar esa distancia. En el caso de los 5 metros, lo superarían con el nado subacuático y una mayor distancia no mostraría el impulso real con la pared, porque saldrían a la superficie antes de llegar a los 10 o 15 metros.

Tabla 2 Diferencias entre la distancia de aproximación y separación en los últimos años. Fuente: Sánchez et al. (2007). Procedimientos para la evaluación y mejora de los virajes en natación.

Autores, año	Aprox.	Separ.	Total viraje			
			Todos	Mariposa	Espalda	Braza Libre
King (1957) y Scharf (1964)	0 m	5 yd (4.57 m)				
Fox (1963)	1.17 m	Separ. pies				
East (1971)			20 pies (6.1 m)			
Harris (1974)	5 yd	5 yd	10 yd (9.14 m)			
Takahashi, et al.(1983) Pfeifer (1984) Wakayoshi et al. (1992) Deleaval (1990)			10 m			
(Yancher, 1983) – vaso de 25 yds.		10 yd (9.14 m)				
Absaliyev y Timakovoi (1990)	7.5 m	7.5 m	15 m			
Thayer y Hay (1984)	2-3 m	6.5 – 9 m		8.5 m	8.5 m	11 m 9.5 m
Hajland (1992) – LEN – vaso 50 m Camp. España – 1991 a 1999 JJOO Barcelona '92 Campeonato Mundo '94 Campeonatos Europa desde 1989 Alves (1993) Burghardt y Stichert (1993)	7.5 m	7.5 m	15 m			
Hajland (1992) – LEN – vaso 25 m	5 m	10 m	15 m			
JJOO Seúl '88 – Kennedy et al. (1990)	5 m	10 m	15 m			
JJOO Atlanta '96	7.5-10 m	7.5-10 m		15 m	20 m	20 m 15 m
CM Barcelona '03	7.5 m	7.5 m	15 m			
Hajland – LEN – vaso 50 m	5 m	10 m	15 m			

Siguiendo las pautas establecidas para el TSAS (Sistema de Analisis Temporal de Natación), expuesto por Arellano (1993), y citado por Llana (2002), a la hora de realizar el análisis de los virajes dentro del estilo libre, es necesario el empleo de 2 o 3 cámaras de video, situadas perpendicularmente a las calles de la piscina, y a una distancia que te permita la filmación de toda la distancia que quiere ser grabada, de manera que no puedan producirse salpicaduras que dificulten la visión del video posteriormente.

Sánchez y Arellano (2000), hablan sobre la utilización de cámaras de alta velocidad, lo cual te permitirá un mejor estudio de los parámetros cinemáticos que se pueden observarse en entrenamiento o competición. Dichos autores, hablan sobre una adecuada organización para un correcto análisis temporal, distribuyendo las funciones de cada observador, los desplazamientos que deben cubrirse y recoger la información correcta.

Por último, teniendo en cuenta que las cámaras terrestres no van a ver lo que ocurre en el interior de la piscina, será necesario la utilización de cámaras subacuáticas, para que la información que puede observarse no caiga en desuso (Sánchez et al, 2007).

B. La velocidad en el viraje

El gesto técnico del viraje es una variable acíclica y a partir de la distancia total del viraje y el tiempo total que tarda en realizarse, se puede obtener la velocidad, expresándola en m/s (Arellano, 2010). Aunque esta es una manera global de realizarlo, podemos encontrarnos un análisis analítico, descomponiendo el mismo en varias partes como pudimos observar con el TSAS obteniendo la velocidad de aproximación y la velocidad de separación.

Por otro lado, la velocidad previa al viraje puede ser mayor o menor que la velocidad media de nado, aplicando que cierta disminución de la velocidad puede deberse a una anticipación o a la técnica del viraje, mientras que el aumento de la velocidad después del viraje es debido al apoyo en la pared, que puede favorecer hasta en 9,14 metros, en un vaso de 25 metros (Yancher, Larsen y Baer 1983,).

Arellano (2010) establece que el tiempo cero sería con el paso de la cabeza por los 5 metros en la aproximación, hasta los 10 metros en la separación, y a partir de estas distancias y tiempos se obtiene la velocidad. Sánchez et al (2007), exponen que otras medidas están aceptadas para calcular la velocidad, como la que va ser utilizada en este estudio, y defendida por autores como Absaliamov y Tomakovoi (1990) o utilizada en el Campeonato Mundial de Barcelona 2003, situada en 7,5 metros.

Otro factor explicado por Arellano (2010), es que para calcular la velocidad promedio de nado antes del viaje y saber si dicho viraje se realiza por encima de esa velocidad, para ello, propone aumentar la distancia de aproximación y separación en 5 metros, superando los 10 metros en la aproximación y los 15 metros en la separación. Para poder analizar la velocidad promedio de nado, en relación con el viraje, explica que es necesario aumentar la distancia para observar la velocidad de desplazamiento real durante el nado. Además de esto, los nadadores masculinos suelen finalizar la submarina más lejos de la distancia inicialmente marcada.

2.6 Análisis cualitativo del viraje de estilo libre

Anguera (1991) destaca que la observación es el punto de partida en el que se basa la ciencia, considerándolo como el método más antiguo para recoger datos. Este método de recogida de datos, no puede ser considerado un método científico, si no que se debe

convertirse en una observación científica, y para ello, se sirve de hipótesis expresas y manifiestas.

Por otro lado, nos encontramos con las observaciones ordinarias, que se realizan con percepciones ocasionales o casuales, es decir, sin una hipótesis que provoque dicha observación. Debido a esto, el investigador se centra en observaciones científicas, ya que quiere llegar a conseguir un diagnóstico.

La observación puede ser directa, ya sea en tiempo real o indirecta, a través de video, debe definir el objetivo prioritario, poseer una planificación sistemática previa y debe proporcionar información que sea válida y fiable (Anguera, 1991).

Para ello, Anguera y Hernández- Mendo (2013), establecen una serie de pasos que se deben seguir:

- Delimitar el problema y crear una propuesta observacional.
- Recoger y gestionar los datos de la observación.
- Tratar y analizar de los datos.
- Interpretar los resultados.

Una vez establecidos los pasos, el observador debe conocer que es lo que quiere observar, para ello, en este caso, debe conocer las diferentes fases que componen el viraje de estilo libre y los errores más comunes que se realizan.

2.6.1 Fases del viraje de estilo libre

Camiña y cols (2018) exponen que los virajes son potencialmente una parte de la formación de los nadadores, y que, si no acaban su formación sin realizar de manera correcta este gesto técnico, hablamos de una formación incompleta. La realización de los virajes está condicionada por el reglamento, y se debe intentar utilizar el menor tiempo posible y terminar en la posición más adecuada para el comienzo del nado nuevamente.

Según Arellano (2010) se deben conocer los aspectos negativos que pueden influir en la técnica de los virajes. Alguno de ellos son nadar en rueda y utilizar elementos de flotación colocados en las piernas, por lo que, para realizar este trabajo técnico, es necesario realizarse por el centro de la calle y sin ningún material entre las piernas. También expone que, en cada ejercicio centrado en los virajes, se debe entrenar un aspecto concreto para que el nadador focalice su atención y lo realice de manera correcta.

Para conocer mejor el viraje, vamos a dividir el movimiento en las diferentes fases que lo componen (Camiña y cols, 2018 & Totoy, 2018):

- Aproximación: debe realizarse sin reducir la velocidad, para aprovecharse de ella en la rotación del cuerpo.
- Tocar la pared: en función del estilo al que nade el nadador, deberá realizar el toque de la pared con las manos o con los pies.
- La respiración: en todos los virajes hay una inmersión completa, de mayor o menos duración, por lo que se debe realizar una inspiración momentos antes de tocar la pared, para posteriormente realizar la espiración durante el deslizamiento para empezar de nuevo la técnica.
- El giro: es el aspecto fundamental del viraje, condicionado por el reglamento, por la mecánica de la natación y por las características del nadador. La velocidad de rotación es el objetivo fundamental a trabajar durante los entrenamientos.
- Colocación de los pies: supone el fin de la rotación. Es muy importante su correcta realización, ya que en el momento que estén apoyados no hay capacidad para corregir el movimiento.
- Orientación del cuerpo: es importante para evitar desequilibrios durante el impulso, los pies deben estar alineados con la cadera y los hombros.
- El deslizamiento profundo: se obtiene la máxima velocidad al abandonar la pared y el cuerpo debe colocarse de manera que provoque la menor resistencia posible. La orientación del deslizamiento profundo se realiza mediante la acción de los brazos.
- El reinicio del nado: los brazos y piernas deben realizar simultáneamente su acción propulsora (en los estilos que lo permite el reglamento). Se debe reiniciar el nado en el instante en que se empieza a producir la pérdida de velocidad.

2.6.2 Errores comunes en el viraje

Para realizar un análisis válido y fiable, es importante conocer los errores que cometen a menudo los nadadores en un momento importante, que suele ser en el periodo competitivo. Esos errores suelen influir a la técnica de viraje y perjudicar de alguna manera el tiempo global de la prueba, para ello, Cholet (2003) y Maglischo (2009), citado por Escobar (2012) identifican los siguientes errores:

- Realizar un giro en el eje transversal con una posición carpada.
- Llevar las piernas por encima del agua.
- No mantener el cuerpo alineado cuando los pies llegan a la pared.

- Buscar la superficie después del viraje con un ángulo muy abrupto.
- Respirar en la aproximación.
- Deslizar justo antes del viraje.
- Realizar el impulso sin estar colocado en una posición hidrodinámica.
- Deslizar durante demasiado tiempo, perdiendo mucho tiempo en la vuelta al nado.

2.7 Viraje de Ryan Lochte

En el año 2015, Ryan Lochte sorprendió en las pruebas de 200 libres y 200 estilos individual con una variante del “viraje tradicional” (VT), como hemos decidido denominarlo en el presente estudio. Dicho viraje, le permitía obtener una ventaja sobre los nadadores rivales cuando les correspondía nadar a crol, a pesar de que le suponía un mayor desgaste físico.

La técnica de viraje es muy similar al VT, solo con la diferencia que después del giro en el eje transversal, apoyándose en la pared, el nadador, mantiene la posición situándose a en posición de cubito supino, mientras que en el VT, el nadador gira sobre su eje longitudinal 180° y se coloca en posición de cubito prono.



Figura 6. Deslizamiento de cubito supino de Lochte

Tras los Mundiales de 2015 organizados por la FINA, se plantearon objeciones a ese viraje, pero no llegaron a ninguna conclusión al respecto. Posteriormente, un comité técnico despejó las dudas y estableció que durante el nado libre de las pruebas de estilos, el nadador debe situarse boca abajo tras el viraje, antes de la realización de alguna patada o brazada. Este requisito se planteó, porque el reglamento exponía que cada estilo debía cubrir un cuarto

de la distancia de la prueba, lo que era imposible de realizar con el viraje de este nadador. Esto no impide la posibilidad de realizar en pruebas de nado libre.

La búsqueda de variantes, como es el viraje de Lochte, debido a la necesidad de mejorar, a veces proporciona la posibilidad de realizar estudios para conocer si esa modificación técnica ofrece mejoras en nadadores de otras categorías, o si simplemente se trata de una adaptación individual que le ofrece un mayor éxito. A continuación, se van a plantear los objetivos del trabajo.

3. Objetivos

El objetivo general de este Trabajo Fin de Máster es realizar un análisis cinemático de tipo cuantitativo en el cual se comparen dos variantes del viraje de estilo libre (VT y VRL), para conocer a través de información válida y fiable, en cual es más eficaz cada nadador que participe en el estudio.

Además del objetivo general, se plantean una serie de objetivos específicos:

- Permitir al nadador conocer sus errores en los virajes y como poder evaluarlos.
- Analizar el tiempo y la velocidad de aproximación y separación, tanto en el VT como en VRL
- Detectar fortalezas y debilidades de los nadadores a la hora de ejecutar el gesto técnico del viraje en estilo libre y realizar propuestas de mejora.
- Realizar un informe individual de cada nadador en el cual se muestren los resultados del estudio, sus fortalezas y debilidades, y como corregir estas últimas.

3. 1 Competencias

Este Trabajo Fin de Máster me ha permitido adquirir las siguientes competencias generales, reflejadas en la guía docente oficial de la asignatura TFM, curso 2018-19, del Máster Oficial de Entrenamiento y Rendimiento Deportivo de la Universidad de León:

CG03 – Diseñar y llevar a cabo procesos sistemáticos y rigurosos de análisis del rendimiento, en situaciones de entrenamiento y competición, orientados a la valoración de las capacidades físicas, las habilidades y el desempeño técnico táctico.

- CG05 – Elaborar documentos e informes técnicos basados en el análisis del rendimiento deportivo y llevar a cabo su presentación pública de manera fundamentada.

- CG06 – Interpretar informes técnicos para trasladar los hallazgos y conclusiones de los mismos a la programación práctica del entrenamiento deportivo.
- CG07 – Manejar las innovaciones y herramientas tecnológicas específicas más actualizadas en el campo del entrenamiento deportivo y el análisis de la competición.

En segundo lugar, este Trabajo Fin de Máster, las competencias específicas desarrolladas son las siguientes:

- CE03 – Aplicar los nuevos métodos y últimas tendencias en el entrenamiento deportivo en diferentes disciplinas y niveles de rendimiento.
- CE04 – Manejar diversos recursos e innovaciones tecnológicas de uso específico en el entrenamiento actual, reconociendo sus utilidades y posibilidades de aplicación.
- CE09 – Poner en práctica diferentes procedimientos cuantitativos y cualitativos en el diseño y aplicación de test de valoración técnica específicos para diversas disciplinas deportivas.
- CE10 – Manejar herramientas e instrumental específico para el análisis de la técnica en pruebas de campo y laboratorio
- CE19 – Identificar los principales factores de riesgo desencadenantes de lesiones deportivas, poniendo en práctica planes de entrenamiento personalizados para su prevención.

4. Metodología

4.1 Muestra

La muestra estuvo formada por un total de 7 nadadores (5 hombres y 2 mujeres) con edades comprendidas entre 14 y 29 ($18,14 \pm 3.77$), pertenecientes al Club de Natación Swimtech León. Distribuidos por nivel competitivo contamos con tres nadadores de nivel nacional (obtuvieron la marca mínima para participar en competiciones de carácter nacional) y cuatro nadadores que tienen nivel territorial (obtuvieron la marca mínima para participar en competiciones de carácter territorial).

Dentro del grupo nos encontramos con nadadores infantiles, absolutos joven y absolutos, que tienen una experiencia media en la práctica de la natación de 9,57 años (± 4.08), y una experiencia competitiva de 7,71 años de media (± 2.61). Nos encontramos con un grupo que entrena semanalmente de media unas 11 horas (± 2), dedicando al entrenamiento de los virajes 0,61 horas (± 0.22). Nos encontramos con que 3 personas

consideran que su mejor estilo es el estilo libre, y los 4 restantes se dividen en mariposa, espalda, braza y estilos. Por último, 4 de los nadadores creen tener un buen viraje, y los 7 nadadores exponen que el viraje tradicional es más cómodo para ellos.

4.2 Materiales e instrumentos

Para la realización de las grabaciones de este Trabajo Fin de Máster y su posterior análisis de los datos obtenidos, se utilizaron los siguientes materiales:

- Una cámara deportiva y una ventosa con adaptador para la cámara.
 - Yi Action Camera.
 - Adaptador con ventosa DURAGADGET.

Figura 7. Cámaras deportivas y ventosa utilizadas para la grabación. Fuente: <http://www.amazon.es> (consulta 15 de mayo de 2019)



- Un trípode y adaptador del teléfono móvil.
 - Trípode ligero para fotografía (106 cm).
 - Adaptador para el teléfono móvil.



Figura 8. Trípode y adaptador utilizados para la grabación. Fuente: <http://www.amazon.es> (consulta 15 de mayo de 2019)

- Un teléfono móvil.
 - Samsung Galaxy S8.



Figura 9. Teléfono móvil utilizado.

- Una cinta métrica y dos bandas elásticas.
 - Bellota 50021- 50 Cinta métrica.
 - Coresteady bandas de resistencia.



Figura 10. Materiales utilizados para la preparación de las grabaciones.
Fuente: <http://www.amazon.es> (consulta 15 de mayo de 2019)

- Programas informáticos utilizados.
 - Microsoft Word 2010.
 - Kinovea.
 - IBM SPSS Statistics 25.



Figura 11. Programas informáticos utilizados.

- Cuestionario de información general (Anexo 2). En él se reflejaban los datos de los nadadores y aspectos de interés, como los años de entrenamiento y los estilos en los que más destacaban.

4.3 Protocolo y procedimiento

Para la realización de este estudio, en el cual, nos centramos en el análisis de dos virajes dentro del estilo crol, se establecieron una serie de fases, desde la preparación a la

grabación, al análisis de los resultados, pasando por la grabación y las características de la misma. Para ello, el protocolo se divide en las siguientes fases:

4.3.1 Fase 1

En primer lugar fue necesario contactar con el entrenador encargado del Club de Natación Swimtech León, para proponerles a los entrenadores la realización de este estudio. Una vez obtenido el visto bueno por parte de la institución, se llevó a cabo una reunión con los nadadores con el fin de solventar cualquier duda que pudiese aparecer, y posteriormente se les administró un consentimiento informado (anexo 1). Dicho consentimiento fue firmado personalmente por los nadadores mayores de edad y por los padres o tutores legales de los menores. Además de ese documento, se entregó un cuestionario de información general (anexo 2), que debía ser cumplimentado por los nadadores, tratando aspectos de su entrenamiento, pruebas donde compiten, experiencia, tipo de viraje utilizado, etc.

4.3.2 Fase 2

Todas las grabaciones fueron realizadas en las instalaciones de las piscinas municipales del Estadio Hispánico de la ciudad de León. Para poder llevar a cabo las citadas grabaciones, fue necesario solicitar permiso por escrito al Jefe Superior de Gestión Deportiva del Excelentísimo Ayuntamiento de León. Se puso a nuestra disposición de una piscina de 25 metros, con 6 calles, utilizando la calle número 3 (calle central) para las grabaciones.

Se utilizaron dos cámaras, una cámara colocada en la playa de la piscina, sobre un trípode, que cubría 8,5 metros anteriores al contacto con la pared, y otra cámara subacuática, situada a la misma altura en la calle número 1, grabando la misma distancia. (Figura 11)

Se determinó la realización de 3 virajes “viraje tradicional” (VT), y otros 3 utilizando la variable técnica “viraje de Ryan Lochte” (VRL). Se dividió a los nadadores en 2 grupos, de tal forma que a unos se les grabaría un día y a otros el siguiente. Con el objeto de minimizar el “efecto fatiga”, los nadadores grabados el primer día comenzaron realizando el VT y los del segundo día por el VRL.

Finalmente, para el estudio se decidió utilizar el mejor tiempo de cada uno de los virajes.

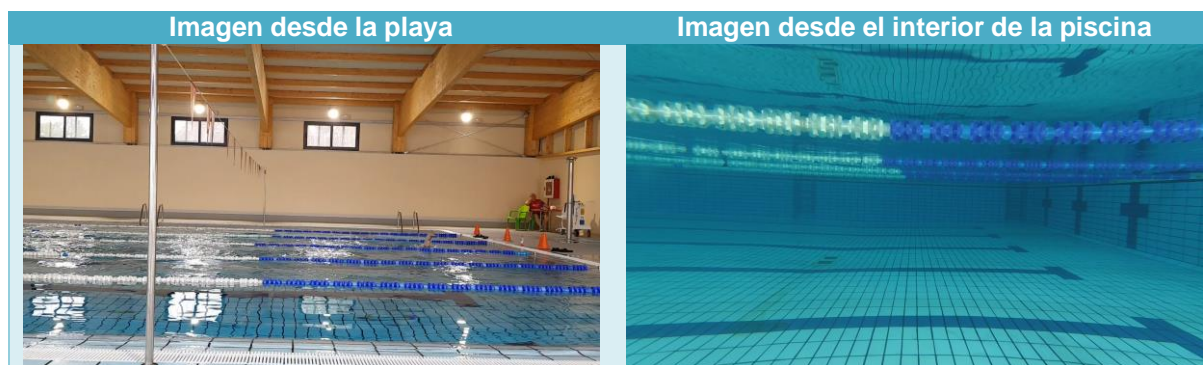


Figura 11. Imágenes captadas por las cámaras.

4.3.3 Fase 3

Después de establecer las pautas de colocación de las cámaras, se comenzó con el proceso de grabación. Como no todos los nadadores conocían el VRL se establecieron dos de semanas de familiarización para que el entrenador fuese incluyendo en los entrenamientos dicho viraje. Para ello, el entrenador utilizó 15 minutos de cada entrenamiento para realizar ejercicios relacionados con el VRL, hasta conseguir una familiarización con dicho gesto técnico.

Una vez transcurridas las dos semanas de familiarización comenzaron las grabaciones, para ellas, los nadadores realizaron un calentamiento estandarizado de 30 minutos preparado por el entrenador del club, los dos días de grabación y posteriormente fueron pasando uno a uno. Las premisas que se les dio a los nadadores eran que debían realizarlo a máxima intensidad y que debían nadar con una separación de 15 metros a la pared, para ganar velocidad y tenían que acabar a la misma altura.

El primer día de grabación, antes de comenzar el entrenamiento, se volvió a insistir en la técnica del VRL utilizando un video como referencia para que los nadadores observasen la técnica del viraje ya entrenado. Posteriormente los 7 nadadores que participaron en el estudio realizaron los 3 intentos del VT y concluyeron las grabaciones del primer día.

El segundo día, después del calentamiento estandarizado, se volvieron a explicar las premisas que se les pedían en el estudio y comenzaron las grabaciones, en este caso se realizaron los 3 intentos del VRL.

4.3.4 Fase 4

Para finalizar el estudio, siguiendo el objetivo principal del trabajo, se realizó un informe individual, en el cual se establecían los datos obtenidos en las grabaciones, es decir, con que viraje era más rápido y errores técnicos que se podían apreciar. Esto me permitió detectar las fortalezas y debilidades de cada nadador e intentar, con el informe, potenciar dichas fortalezas y modificar los aspectos negativos que se pudiesen apreciar.

5. Resultados

5.1 Análisis cuantitativo de los virajes

Después de la realización de las grabaciones y su posterior análisis, se llevó a cabo una estadística descriptiva de todos los datos obtenidos (tiempo total, tiempo de aproximación, tiempo de separación y velocidad de aproximación y separación) con cada uno de los virajes que interesaba analizar y comparar. Se extrajeron las medias aritméticas y la desviación típica de cada una de las variables utilizando el programa informático IBM SPSS Statistics 24.0.

Para la realización del estudio, se decidió que se utilizaría el mejor de los virajes de cada nadador, por eso en la siguiente tabla se muestran el mejor de los tres intentos en cada uno de los virajes.

Tabla 3 Mejor intento en el viraje tradicional

Viraje tradicional	Tiempo total	Tiempo aproximación	Tiempo separación	Velocidad aproximación	Velocidad separación.
001	8.03	4.46	3.56	1.68	2.10
002	8.39	4.56	3.83	1.64	1.95
003	8.79	4.86	3.93	1.54	1.90
004	8.99	5.10	3.90	1.47	1.92
005	9.66	5.30	4.36	1.41	1.72
006	8.20	4.53	3.68	1.65	2.03
007	8.73	4.99	3.73	1.50	2.01

Tabla 4 Mejor intento en el viraje de Ryan Lochte

Viraje Ryan Lochte	Tiempo total	Tiempo aproximación	Tiempo separación	Velocidad aproximación	Velocidad separación
001	8.16	4.46	3.70	1.68	2.02
002	8.73	4.96	3.76	1.51	1.99
003	9.33	5.00	4.33	1.5	1.73
004	9.09	5.23	3.86	1.43	1.94
005	10.62	5.70	4.93	1.31	1.52
006	8.23	4.76	3.46	1.57	2.16
007	9.39	5.06	4.33	1.48	1.73

En segundo lugar, después de observar cual es el mejor intento de cada uno de los nadadores, se procedió a la realización de la estadística descriptiva de cada uno de ellos, calculando la media aritmética y la desviación típica.

Tabla 5 Estadística descriptiva de los tiempos en los virajes

	Media aritmética (TT)	Desviación típica (TT)	Media aritmética (TA)	Desviación típica (TA)	Media aritmética (TS)	Desviación típica (TS)
Viraje tradicional	8.68	0.41	4.82	0.26	3.85	0.17
Viraje de Ryan Lochte	9.07	0.60	5.02	0.26	4.05	0.40

TT: Tiempo Total, TA: Tiempo Aproximación, TS: Tiempo Separación.

Tabla 6. Estadística descriptiva de la velocidad en los virajes.

	Media aritmética (VA)	Desviación típica (VA)	Media aritmética (VS)	Desviación típica (VS)
Viraje tradicional	1.55	0.08	1.95	0.08
Viraje Ryan Lochte	1.49	0.07	1.87	0.18

VA: Velocidad Aproximación, VS: Velocidad Separación.

A partir de estos datos obtenidos, se observa que los nadadores tienen una mayor eficacia en el VT, frente VRL con una diferencia de 0.39 segundos. Esto se puede deber a

una menor práctica de este tipo de virajes en los entrenamientos y en la competición. Otro de los datos que se observa, es que, en el TA, en el VT es menor, frente al de VRL, con una diferencia de 0,20 segundos. Respecto al TS, es menor en ambos, pero comparándolo entre ambos virajes, observamos que es menor en el VT por 0,20 segundos.

En cuanto a la velocidad, se observa que es mayor en el VT, frente al VRL. Si observamos las velocidades analíticamente, nos fijamos en que dentro de la VA, el VT supera al VRL por 0,06 segundos y que la VS, es superada por el VT por 0,08 segundos frente al VRL.

El estudio contaba con nadadores hombres y mujeres, se observa que el VT, las mujeres está por encima de la media en el TT, en el TA y en el TS, mientras que el 60% de los hombres se encuentra por debajo de la media en el TT, al igual que en el TA, mientras que el 80% se encuentra por debajo en el TS. En cuanto al VRL, las mujeres se encuentran por encima de la media en el TT, y en el TA, mientras que en el TS, el 50% de las mujeres está por debajo de la media. En el caso de los hombres, el 60% está por debajo de la media en el TT y en el TS, mientras que en el TA, el 80% está por debajo de la media.

Por último, la VA y la VS, era menor en las mujeres en ambos virajes, encontrándose por debajo de la media tanto en el VT, como en el VRL, excepto en uno de los casos, donde en el VRL, la VS era mayor a la media, superando la velocidad de alguno de los hombres.

5.2 Análisis cualitativo de los virajes

Para la realización del análisis cualitativo, se utilizó principalmente la grabación de la cámara subacuática, y como observador, me centre en observar los errores más comunes citados en el apartado 2.6.2, tanto en el VT, como en el VRL. Para ello, el procedimiento que se siguió fue la elaboración de una herramienta que permitiese la observación de los errores mencionados, y además de ellos, anotar la distancia de nado subacuático y errores muy destacados que sobresaliesen durante el video. Posteriormente, se observó la grabación de cada viraje dos veces y se marcaron con una X los errores encontrados. Por último, y a partir del video, se creó el informe correspondiente para cada nadador. A continuación, se muestra un ejemplo de la herramienta utilizada:

Tabla 7 Ejemplo de la herramienta utilizada para la observación.

Código del nadador: 002	VT			VRL		
	VT1	VT2	VT3	VRL1	VRL2	VRL3
1. Realizar un giro en el eje transversal con una posición carpada.						
2. Llevar las piernas por encima del agua.						
3. No mantener el cuerpo alineado cuando los pies llegan a la pared.	X	X	X		X	X
4. Buscar la superficie después del viraje con un ángulo muy abrupto.				X		
5. Respirar en la aproximación.						
6. Deslizar justo antes del viraje.						
7. Realizar el impulso sin estar colocado en una posición hidrodinámica.	X		X	X		X
8. Deslizar durante demasiado tiempo, perdiendo mucho tiempo en la vuelta al nado.						
9. Distancia nado subacuático.	5m	6m	6m	5m	5.5m	6m
10. Observaciones.	VT: en el tercer viraje, tarda en realizar el giro en el eje longitudinal y se impulsa muy profundo. VRL:					

Después de explicar el procedimiento utilizado, se van a mostrar los resultados obtenidos dentro del VT, destacando que el nado subacuático llegaba a los 5 metros en el 57 % de los casos, mientras que el 43% restante avanzaba hasta los 6 metros aproximadamente. El error más destacado del viraje era provocado por una mala alineación del cuerpo cuando los pies entraban en contacto con la pared, dándose en el 85% de los nadadores, y el 57% realizó, en alguno de los virajes, el impulso en la pared sin estar colocado en posición hidrodinámica.

No fueron los únicos errores, si no que se dieron en menor medida, que a la hora de realizar el viraje las piernas se colocasen por encima del agua, la búsqueda de la superficie

en el deslizamiento con un ángulo muy abrupto y en una sola ocasión respirar durante la aproximación. También destaco un error en uno de los nadadores que se repetía de manera constante, ya que el giro en el eje transversal, añadía una rotación en el eje anteroposterior que perjudicaba el viraje y su preparación para realizar el deslizamiento.

En segundo lugar, los resultados obtenidos en el VRL muestran que el nado subacuático llegaba a los 7,5 metros en el 71% de los casos, mientras que el 29% restante llegaba a los 6 metros aproximadamente. Al igual que en el viraje anterior, el error más destacado era una mala alineación del cuerpo en el contacto con la pared, aunque en menor medida, ya que no deben hacer una rotación sobre el eje longitudinal en este caso.

Otro de los errores destacados, en el 71 % de los casos, fue el de la realización del impulso sin colocarse en posición hidrodinámica, por una mala colocación de la cabeza o por no unir las manos en el deslizamiento. También destacan aunque en menor medida, la elevación de las piernas por encima del agua y el deslizamiento durante demasiado tiempo. Al igual que en el caso anterior, un nadador tenía problemas en el giro del eje transversal, añadiendo la rotación en el otro eje, que en este caso, debía corregir para mantenerse en posición de cubito supino. Otro de los nadadores, tenía problemas en el deslizamiento, ya que se deslizaba en la posición correcta, pero durante el nado subacuático, realizaba un giro en el eje longitudinal y se desplazaba varios metros más.


Por último, para concluir el VRL, se observó que todos los nadadores buscaban una mayor profundidad en el nado subacuático, debido a esto se aumentó la distancia de nado subacuático.

A modo de resumen, se observó que el error más destacado dentro de los dos virajes era una mala alineación del cuerpo en el contacto con la pared, y que, a pesar de ser más lentos en el VRL, como se demostró en el análisis cuantitativo, la distancia de deslizamiento es mayor en este viraje. Los errores que se plantearon en ambos virajes, son muy similares, por lo que técnicamente no se produce mucha diferencia entre ellos.

5.3 Informe individual y comparativo de los virajes

La última parte de este apartado, consta de la elaboración de un informe individual y comparativo de los virajes, en la cual se muestran los tiempos y velocidades del viraje, fortalezas y defectos del gesto técnico. Por ello, en este apartado se va ofrecer un ejemplo del informe que se le entrego a cada uno de los nadadores.

Análisis Cinemático, Cuantitativo y Comparativo de dos virajes dentro de las pruebas de Estilo Libre

Datos personales			
Edad: 16	Categoría: infantil	Nivel: nacional	Experiencia entrenos: 5 años
Experiencia competición: 4 años	Talla: 180 cm	Mejor estilo: brasa	Mejor rendimiento en prueba: 50 metros
Imagen del nadador:		Club del nadador:	

Parámetros cuantificados

Leyenda

VT: viraje tradicional	VRL: viraje Ryan Lochte
TT: tiempo total (s)	TA: tiempo aproximación (s)
TS: tiempo separación (s)	VA: velocidad aproximación (m/s)
VS: velocidad separación (m/s)	

* Se utiliza el mejor intento de los 3 realizados en cada viraje.

	VT	VRL
TT	8.39s	8.73s
TA	4.56s	4.96s
TS	3.83s	3.76s
VA	1.64 m/s	1.51 m/s
VS	1.95 m/s	1.99 m/s

* En verde se marca el mejor de ambos virajes.



Figura 12. Informe entregado al deportista.

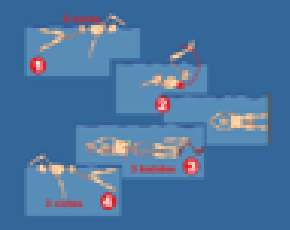
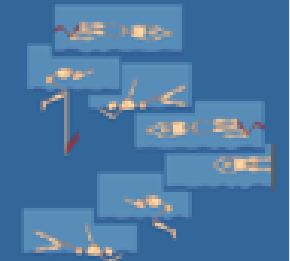
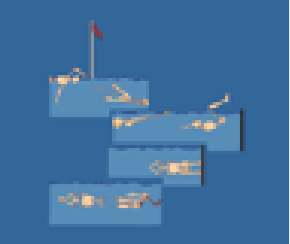
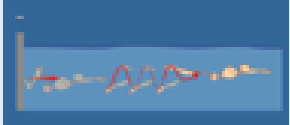
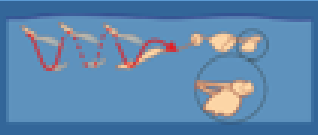
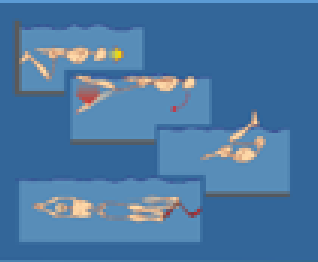
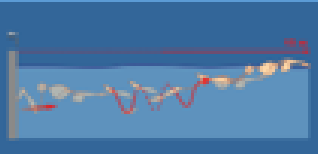
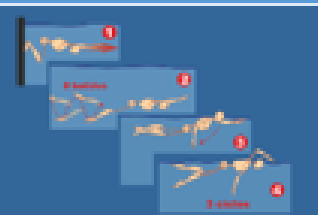
Fortalezas	Debilidades
<p>F.1 Los tiempos analizados se encuentran por debajo de la media en ambos virajes.</p> <p>F.2 Obtiene una velocidad mayor de nado que la media general del resto de nadadores.</p> <p>F.3 En el deslizamiento del VRL obtiene resultados muy positivos.</p> <p>F.4 El eje en el giro transversal lo tiene automatizado y lo realiza con facilidad, al igual que en el VT el posterior giro en el eje longitudinal.</p>	<p>D.1 No realiza una alineación del cuerpo en el momento de apoyo de los pies en la pared.</p> <p>D.2 En ocasiones, el impulso se realiza sin estar colocado en posición hidrodinámica.</p> <p>D.3 No aprovecha el nado subacuático, busca la superficie con rapidez.</p>
Recomendaciones	
<p>En el siguiente apartado se propondrán una serie de ejercicios para intentar eliminar las debilidades encontradas durante las grabaciones. Para ello, los ejercicios planteados se obtendrán del programa informático <i>Cómo nadar bien</i>, de Navarro, Díaz y González (2012).</p>	
<p>D.1 Realizar la secuencia presentada a continuación: (1) tres ciclos de crol, (2) voltereta adelante, apoyando los pies con el cuerpo de manera lateral, (3) impulsarse y despegar con tres batidos de delfín lateral y 3 batidos en posición ventral. (4) Por último tres ciclos de crol en la superficie. Centrarse en la alineación del cuerpo en el contacto.</p>	
<p>D.1 Alternar el volteo sin la pared a la altura de las banderas y voltear con la pared e impulsarse hasta las banderas. Varios intentos. Centrarse en la alineación del cuerpo en el contacto.</p>	
<p>D.1 Cuando el nadador llegar a las banderas, se sumerge, para aproximarse a la pared con batido de crol y posición hidrodinámica, emerge y realizar el viraje. Impulso y salida a la superficie. Centrarse en la alineación del cuerpo en el contacto.</p>	
<p>D.2 Realizar un batido de delfín con los brazos extendidos y con impulso desde la pared. En posición dorsal y ventral.</p>	

Figura 13. Informe entregado al deportista.

<p>D.2 Realizar el batido de delfin sumergido y con los brazos flexionados, agarrando los codos con las manos.</p>	
<p>D.2 Con impulso desde la pared, y los brazos pegados al cuerpo, deberá realizar un batido de delfin potente, rodar sobre su espalda y volver a la pared con batido lateral de delfin. Importante una correcta posición hidrodinámica.</p>	
<p>D.8 Realizar batido de delfin con brazos extendidos y con impulso desde la pared, para restablecer el nado a los 15 metros.</p>	
<p>D.8 (1) Impulsarse desde la pared, (2) 8 batidos de delfin con los brazos extendidos, (3) salir a la superficie y realizar 3 ciclos de crol, respirando en el segundo y tercer ciclo.</p>	

Observaciones

Se ha observado que con el VT es más rápido, por lo que sería recomendable la utilización de este viraje durante las competiciones. En el VT debería trabajar para mejorar la fase de separación, ya que el nado subacuático es muy mejorable. Con un mayor entrenamiento del VRL, se podrían obtener mejores resultados, ya que tiene una mayor velocidad en el nado subacuático y una mayor distancia de desplazamiento, por lo que tendría que incidir sobre la fase de aproximación.

Por último, se especifican los errores técnicos encontrados en los virajes de este nadador:

- No mantener el cuerpo alineado cuando los pies llegan a la pared.
- Buscar la superficie después del volteo con un ángulo muy abrupto.
- Realizar el impulso sin estar colocado en una posición hidrodinámica.

Figura 14. Informe entregado al deportista.

6. Discusión

En este apartado, se pretende buscar una explicación a los distintos resultados conseguidos durante la investigación e intentar mostrar las posibles causas que los provocaron.

6.1 Análisis cuantitativo de los virajes

A pesar de las diferentes distancias que los autores proponían para grabar en la aproximación (7,5m, 5m o 2,5m) y separación (15m, 10m, 7,5m o 2,5 m), me decante por la grabación de los 7,5 metros previos y posterior al viraje, tanto para el VT, como para el VRL. (Absaliyev y Tomakovi, 1990).

A pesar de que las semanas previas a la grabación de los videos se realizó por parte del entrenador una familiarización con la variante del viraje planteada por este nadador, los datos obtenidos fueron el tiempo y la velocidad de realización del viraje y observándose que hubo un menor rendimiento deportivo en el VRL, que se puede deber a la falta de familiarización con esta novedosa variación técnica. Por ello, y basado en Veiga y Roig (2017), establecemos como necesario, que los entrenadores incluyan actividades y ejercicios que impliquen la práctica de los virajes en los entrenamientos, en este caso sería tanto del VT, como del VRL, para de esta forma conseguir un incremento en el rendimiento deportivo.

Al comparar las diferencias entre los tiempos de las fases de aproximación y separación, tanto en el VT, como en el VRL, se observa que el TA es mayor que el TS, estableciendo como TA el momento en el cual la cabeza del nadador coincidía con la referencia espacial, hasta el primer contacto con los pies (Sánchez, 1993). En función de los tiempos conseguidos, se cumple con la afirmación de Arellano (1994), que expone que cualquier nadador durante la fase de separación debe ser capaz de nadar igual o más rápido que en la fase de aproximación en mariposa y braza, y debe superar en un segundo en el nado de espalda y crol. La diferencia que encontramos entre el VT y el VRL, de 0,20 segundos, puede deberse a una falta de experiencia práctica en dicho viraje, aunque el tiempo de aproximación debería ser similar, ya que el viraje es similar hasta después del giro en el eje transversal.

Respecto a la velocidad, corroborando lo expuesto ya por Sánchez y Arellano (2000), podemos afirmar que en la piscina corta la velocidad de nado es diferente a la velocidad de aproximación, ya que no puede considerarse como una distancia de nado más la fase de aproximación, por un comportamiento diferente del nadador, debido a que se disminuye la

velocidad, adaptando el ciclo de brazos para la preparación del giro. En este caso, nos encontramos con que la media de la VA es muy similar en ambos virajes, y en la VS es ligeramente mayor en el VT, lo que pensamos se debe a un mejor nado subacuático en posición de cubito prono, porque es un gesto más habitual para los nadadores ya que además se realiza de forma similar en otros estilos, como la mariposa. Arellano, Gavilán y García (1999) y Lyttle, Blanksby, Elliott y Lloyd (2000), exponen que la velocidad de desplazamiento en el movimiento ondulatorio debería ser igual tanto en la acción dorsal como en la ventral.

Para concluir este apartado, en el estudio se disponía de nadadores masculinos y femeninos. En el caso de los masculinos, la velocidad de nado era superior, pero reducían en mayor medida la velocidad en el viraje, mientras que en el caso de las mujeres, la velocidad de nado no era tan elevada pero tenían una menor reducción a la hora de realizar el viraje. Debido a esto, el tiempo global del viraje era menor en hombres, pero suponía centésimas o milésimas respecto a las mujeres (Sánchez y Arellano, 2000). En el caso de los nadadores que participaron en las grabaciones, en el VT se cumple esta afirmación, pero en el VRL, una de los nadadores es capaz de superar a un nadador masculino, aunque es cierto que esta nadadora tiene un mayor nivel competitivo que el nadador.

6.2 Análisis cualitativo de los virajes

A la hora de realizar el análisis cualitativo, cabe recordar que se establecieron como objetivos a observar los errores más comunes propuestos por Cholet (2003) y Maglischo (2009), citado por Escobar (2012), que se desarrollan en el apartado 2.6.2. Además de esos, se optó por el análisis de la distancia de nado y la anotación de errores importantes que apareciesen en el viraje.

En primer lugar, Klauck (2003) expone que es preferible iniciar la propulsión de manera rápida tras el deslizamiento, con el objetivo de alcanzar una distancia mínima de 7,5 metros. Por otro lado, Sanders y Byatt- Smitt (2001), consideran que la acción de nado subacuático debe aprovecharse mientras la velocidad sea superior al nado en la superficie, pero que dependerá de la eficiencia del batido. Debido a esto, se observó que nuestros nadadores en el VT no llegaban a los 7,5 metros, lo que se debe a un deslizamiento muy corto antes de comenzar el movimiento ondulatorio. Mientras que, en el VRL, el 71% de los casos superaba o llegaba a los 7,5 metros, provocado por una mayor profundidad en el deslizamiento.

Destacamos como error más relevante aquel relacionado con una mala alineación del cuerpo en el momento de contacto de la pared, tanto en el VT como en el VRL, lo que en algunos casos provocaba el impulso sin estar colocado en posición hidrodinámica. Sanders

(2004), citado por Sánchez et al (2007), expone que el cuerpo debe estar alineado antes de terminar el contacto con la pared, ya que la fuerza que se consigue en el impulso va permitir que el nadador avance hasta que comience su batido. Por otro lado, Little y Benjanuvattra (2004), hablan sobre la efectividad del impulso en el momento de alineación de tobillos, caderas y hombros y que para conseguirla, sería necesario estar colocado antes del impulso. Por lo tanto, este es uno de los aspectos que debe corregir el 85% de los nadadores.

Otros errores que se dieron de manera menos frecuente, como la búsqueda de la superficie de manera muy abrupta, autores como Lyttle y Blanksby (2000), lo achacan a una profundidad que no fue adecuada, y que debería rondar los 0,4 metros, situándose en esta posición de deslizamiento hasta 1 metro alejado de la pared, y a partir de ese momento comenzar el nado subacuático e ir ascendiendo gradualmente. Siguiendo con más errores como colocar las piernas por encima del agua o respirar durante la aproximación, que únicamente se dieron en uno o dos casos de manera esporádica, puede deberse a un mal ajuste de las acciones de nado del nadador en la aproximación, provocando que tal vez llegue a una mayor o menor velocidad obligándole a realizar esos errores.

Para concluir este apartado, destaco el error de uno de los nadadores que se repetía de manera constante, que era una mala realización del giro en el eje transversal, añadiendo una pequeña rotación en el eje anteroposterior. Esto provocaba algunos de ellos errores expuestos anteriormente, como una mala alineación del cuerpo o una mala posición hidrodinámica en el impulso. Este error puede deberse a que es un nadador joven y con menor experiencia, por lo que no tiene asimilado aún la capacidad de realizar el giro en el eje transversal, y que con el paso de los años y los ejercicios que se plantearan en el informe, será capaz de corregir.

7. Conclusiones

Tras analizar y observar los resultados obtenidos en la fase experimental y basándome en los objetivos planteados previamente, se extraen las siguientes conclusiones acerca de este Trabajo Fin de Máster:

- La realización y diseño de un protocolo de grabación permitió analizar los tiempos y las velocidades de los nadadores en la aproximación y separación de dos virajes dentro del estilo libre, ya que la colocación de las cámaras en los espacios seleccionados permitió filmar y obtener instantáneas para obtener las variables requeridas para el estudio.

- Se demostró que para la muestra de nadadores que participaron en el estudio, el VT es más rápido y se realiza a mayor velocidad que el VRL, a pesar de que con esta variación técnica se alcanza una mayor distancia de nado subacuático, por lo que es más recomendable que los deportistas estudiados realicen este viraje en sus competiciones. Pensamos que esta circunstancia podría deberse a una falta de familiarización con el citado viraje, o también porque podríamos estar ante una adaptación individual de la técnica que no tiene por qué favorecer a todos los nadadores, por lo tanto, proponemos futuras investigaciones para avanzar más en este aspecto.
- La realización y entrega del informe para cada nadador, permitió colaborar en el proceso de enseñanza de la natación, ayudando a que cada uno de ellos conociese los parámetros cuantificados, como son el tiempo y la velocidad en cada uno de los virajes, sabiendo en cuál de ellos son más eficaces. Asimismo, les facilitó un feedback mediante la visualización de sus grabaciones. Con dicho informe, consiguieron conocer sus fortalezas y debilidades, además de plantear unos ejercicios para intentar mejorar dichas debilidades. La última parte concluye con un apartado de observaciones, en el que se mostraron las conclusiones obtenidas en cada uno de los virajes, así como los errores observados en las grabaciones.
- El análisis de los tiempos en cada uno de los virajes, facilitó el trabajo de los entrenadores, conociendo en que viraje son más eficaces sus nadadores, y cuáles son los errores más comunes dentro del grupo de entrenamiento, con el fin de corregirlos.
- Por último, y a modo de conclusión final, se puede indicar que se obtuvieron las variables deseadas para la realización del estudio y el posterior informe para cada uno de los nadadores, considerando que la realización de este Trabajo Fin de Máster cumplió con todos sus objetivos previstos.

7.1 Valoración personal

La realización de este trabajo ha supuesto un reto importante desde el primer momento, ya que nunca había realizado una investigación de este tipo, ni había utilizado protocolos de grabación, por lo que supuso una nueva experiencia, dentro de un ámbito deportivo de mi interés, que permitió ayudar tanto a deportistas como a nadadores.

En un primer momento, no valoraba la realización de un trabajo de este tipo, si no que me decantaba por la realización de un trabajo basado en la búsqueda bibliográfica, pero tras un par de reuniones con mi tutor de TFM, me decante por este estudio, ya que creí que la realización de este protocolo me permitiría obtener unos resultados más satisfactorios,

aunque seguramente se pudiese mejorar, ya que al ser mi primer trabajo de este tipo, no tengo tanta experiencia en este campo.

Debido al carácter científico del trabajo *Análisis Cinemático, Cuantitativo y comparativo de dos virajes dentro de las pruebas de Estilo Libre en Natación*, fue necesario refrescar conocimientos obtenidos durante el Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte y el Máster en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo. Para ello, me base en la lectura de artículos de carácter académico, de especialistas en este ámbito deportivo, aumentando mis conocimientos y obteniendo una experiencia práctica en el mundo de la Natación.

El trabajo con deportistas con los que ya había trabajado en las prácticas externas del Grado me ha permitido una mayor facilidad para la realización de este estudio y ha provocado un mayor agradecimiento tanto a ellos, como a los entrenadores del Club Swimtech León, además de la realización de un informe que va serles útil tanto al club como a los nadadores.

Para concluir, me gustaría destacar que este Trabajo Fin de Máster ha cumplido con las expectativas que tenía hacia él, y ha permitido acercarme más hacia una profesión como es la de entrenador de Natación, mereciendo la pena la realización del mismo.

7.2 Limitaciones del presente estudio

La mayor limitación que se planteó en este Trabajo Fin de Máster, fue la de las grabaciones en una piscina pública, ya que necesitabas solicitar permisos del Ayuntamiento de León, los usuarios de la instalación se quejaban por el uso de cámaras dentro de la piscina y el espacio de grabación no era muy amplio. En primer lugar, se iban a grabar los últimos 10 metros hasta la pared, pero el club solo disponía de 3 calles para entrenar, y en la calle más alejada solo entraban dentro del plano de la cámara 8,5 metros, por lo que se acortó el análisis a los 7,5 metros.

Otra limitación relacionada con lo anterior, fue que había nadadores que realizaban un nado subacuático en el cual o sobrepasaban los 7,5 metros o emergían justo a esta distancia, por lo que establecer los tiempos de separación en algunas ocasiones era más complicado.

Además de esto, otra de las limitaciones era la falta de familiarización con el VRL, a pesar de haber programado unas semanas de familiarización, ya que los nadadores lo conocían, pero no lo realizaban en ninguna ocasión, salvo en los entrenamientos previos y los días de grabación

7.3 Futuras líneas de trabajo

En primer lugar, me gustaría destacar que este Trabajo Fin de Máster podría mejorarse con materiales de mejor calidad, con unas instalaciones en las que te pudieses dedicar única y exclusivamente a las grabaciones en la piscina, ya que al grabar en piscinas públicas tienes una mayor limitación y con un mayor número de nadadores, además de buscar nadadores con más experiencia.

Una de las líneas de trabajo que se podría seguir, sería la del análisis y comparación de otros virajes, como puede ser el de espalda y mariposa o braza, utilizando el mismo protocolo, pero siguiendo objetivos diferentes y no buscando una comparación entre ellos.

Se podrían crear protocolos, en los cuales los nadadores viesen justamente después de la realización del viraje su ejecución técnica, lo que iba permitir que el deportista viese su gesto técnico y obteniendo un feedback que podría utilizar para la mejora. Para ello, se podrían aplicar herramientas informáticas que facilitasen ese trabajo, aunque para ello necesitarías una instalación propia.

Por último, podría crearse un software información que permitiese analizar y sincronizar los virajes o cualquier otra acción técnica, facilitando el trabajo para todas las personas dedicadas al ámbito de la Natación.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Absaliamov, T., y Timakovoi (1990). Análisis de la actividad competitiva del nadador. *Aseguramiento Científico de la Competición*, 1(1), 58-81
- Alsina, G. (2007). Un poco sobre la evolución de los virajes de crol. Notinat. Recuperado el 02/04/2018 de <http://www.notinat.com.es/?p=2264>
- Anguera, M. T. (1991). *Metodología observacional en la investigación psicológica*. Barcelona: Promociones y Publicaciones Universitarias.
- Anguera, M. T., y Hernández-Mendo, A. (2013). La metodología observacional en el ámbito del deporte. *E-balonmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 9(3), 135-160.
- Arellano R., De Aymerich J., Sánchez J. A. y Rivera J. (1993). *Análisis de la Actividad Competitiva en Natación. FINA Short Course (25 m) World Championships*. Mallorca, España. Federación Española de Natación.
- Arellano, R. (1994). El análisis cinemático de la competición: Su utilización en el entrenamiento. *Natación, Saltos y Waterpolo*, XVI (1), 24- 35.
- Arellano, R., Gavilán, A. y García, F. (1999). A comparison of the underwater undulatory swimming technique in two different body positions. In K. L. Keskinen, P. V. Komi & A. P. Hollander (Ed.), *Biomechanics and medicine in swimming VIII* (pp. 25-28). Jyväskylä: Gummerus Printing.
- Arellano, R. (2010). *Entrenamiento técnico de natación*. Madrid: Cultivalibros.
- Arias, F. G. (2011). Metodología de la investigación en las ciencias aplicadas al deporte: un enfoque cuantitativo. *Revista Digital EFDeportes*, 16(157). Recuperado de: <https://www.efdeportes.com/efd157/investigacion-en-deporte-enfoque-cuantitativo.htm>
- Aymerich, J., y Iribas, I. (2005). *Análisis de la competición en natación*. I congreso virtual de investigación en la Actividad Física y el Deporte. Vitoria-Gasteiz.
- Blanksby, B.A., Gathercole, D.G., y Marshall, R.N. (1996). Force Plate and Video Analysis of the Tumble Turns by Age-Group. *Swimmers.Journal of Swimming Research*, 11, 40-45.
- Camiña, F., Cancela, J. M., y Lorenzo, R. (2018). *Tratado de Natación, de la Iniciación al Perfeccionamiento*. Badalona: Paidotribo.
- Castillo, D. (2015). *La aplicación del entrenamiento en el desarrollo y perfeccionamiento de la técnica del estilo libre y espalda de los nadadores pre*

juveniles de la selección de federación deportiva provincial de Loja año 2014 (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

- Chollet, D. (2003). *Natación deportiva*. Barcelona: Inde.
- Chow, J., Hay, J., Wilson, B. y Imel, C. (1985). Turning Techniques of Elite Swimmers. *Journal of Sports Sciences*, 23 (3 (Inv.)), 241- 255.
- Counsilman, J. (1995). *La Natación*. Barcelona, España: Hispano Europea, S.A.
- Escobar, M.J. (2012). *Relación de las capacidades coordinativas, ritmo, acoplamiento, reacción, equilibrio y orientación, en la ejecución de las distintas fases del viraje de voltereta en el estilo libre en el deporte de la natación. Una perspectiva teórica* (Tesis doctoral). Universidad del Valle, Santiago de Cali.
- Federation Internationale de Natation (FINA) (2017). *FINA Swimming Rules*. Lausanne: FINA Office.
- Hay, J. G. y Guimaraes, A. C. (1983). A Quantitative Look at Swimming Biomechanics. *Swimming Technique*, 20(2), 11- 12; 14- 17.
- Hay J. G. (1985). Swimming. En J. Hay (Ed), *The Biomechanics of sports Techniques* (pp. 393-394). New Jersey – Hall International.
- Klauck, J. (2003). Swimming speed estimation based on forward dynamics model. In J. E. Chatard (Ed.), *Biomechanics and Medicine in Swimming IX* (pp. 75-80). Saint-Étienne: Université de Saint-Étienne.
- Llana, S. (2002) *El análisis biomecánico en natación*. Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Valencia. España.
- Llana, S., Pérez, P., Del Valle, A., y Sala, P. (2012). Historia de la Natación II: Desde el Renacimiento hasta la aparición de los actuales estilos de competición. *Citius, Altius, Fortius*, 5 (1), 9-43
- Lochte, R. (2019). *Biografía de Ryan Lochte*. Recuperado de: <https://ryanlochte.com/bio/>
- Lyttle, A., y Blanksby, B. (2000). A look at gliding and underwater kicking in the swim turn. In *ISBS-Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).
- Lyttle, A., Blanksby, B., Elliott, B. y Lloyd, D. (2000). Net forces during tethered simulation of underwater streamlined gliding and kicking techniques of the freestyle turn. *Journal of Sport Sciences*, 18, 801-807.
- Lyttle, A. y Benjanuvatra, N. (2004). *Optimising Swim Turn Performance*. Recuperado de: <http://www.coachesinfo.com/article/281/>
- Navarro, F., Díaz, G., y González, M.J. (2012). *Cómo nadar bien*. Barcelona: EDITEC RED

- Real Federación Española de Natación (2017). *Reglamento de Natación*. Recuperado de: <https://rfen.es/es/section/reglamentos-internacionales>
- Reischle, K. (1993). *Biomecánica de la natación*. Madrid, España: Gymnos Editorial.
- Saavedra, J.M., Escalante, Y., y Rodríguez, F.A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educación física y deportes*, 7 (66), 1-1. Recuperado el 06/03/2018 de <http://www.efdeportes.com/efd66/natacion.htm>
- Sánchez, J.A. (1993). *Valoración de los Criterios de Eficacia del Viraje en Natación Estilo Crol*. Trabajo de suficiencia investigadora, Universidad de Granada.
- Sánchez, J.A. y Arellano, R. (2000). *Análisis de la actividad competitiva en natación: diferencias en función de la longitud del vaso, el nivel de ejecución, el sexo, el estilo y la distancia de la prueba* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada.
- Sánchez, J.A., Maañón, R., Mon, J., y González, S. (2007). Procedimientos para la evaluación y mejora de los virajes en natación. En Arellano, R., Sánchez, J. A., Navarro, F. Morales, E. y López, E. (Eds) *Swimming Science I*, (pp 125-134.). Recuperado
- Sanders, R. y Byatt-Smith, J. (2001). Improving Feedback on Swimming Turns and Start Exponentially. In J. R. Blackwell & R. H. Sanders (Eds.), *Proceedings of Swim Sessions. XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 91-95). San Francisco: University of San Francisco.
- Totoy, H. (2018). *Análisis cuantitativo en los tipos de virajes de las pruebas de natación en nadadores velocistas "Club de Natación ESNAT"* (Tesis doctoral). Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
- Veiga, S., y Roig, A. (2017). Effect of the starting and turning performances on the subsequent swimming parameters of elite swimmers. *Sports Biomechanics*, 16 (1), 34-44.
- Yancher, R., Larsen, O. y Baer, C. (1983). Velocity Profiling as a Diagnostic Tool. *Swimming Technique*, 19(4), 13-14.

Fdo.

Si el participante es menor de edad debe dar su consentimiento el padre/madre o tutor legal

ENTERADO

El padre/madre o tutor legal

Fdo.

9.2 Anexo- Cuestionario de información general

Nombre y apellidos: _____

CUESTIONARIO PARA LOS NADADORES

El presente cuestionario forma parte del Trabajo de Fin de Máster de Jorge Rodríguez Fernández, “Análisis comparativo, cinematográfico y cuantitativo de dos virajes dentro de las pruebas de estilo libre”. Su objetivo es establecer una serie de referencias individuales y colectivas que permitan comparar los resultados obtenidos durante el entrenamiento.

INSTRUCCIONES: lee atentamente las preguntas relacionadas con la práctica deportiva de natación. Contesta a través de números donde haga falta, responde con las opciones marcadas entre paréntesis y rellena las casillas con una X en el lugar correspondiente. Ante cualquier duda, pregunta a tu entrenador.

INFORMACIÓN GENERAL	
1. Edad	
2. Sexo	Masculino <input type="checkbox"/> Femenino <input type="checkbox"/>
3. Categoría	Benjamín <input type="checkbox"/> Alevín <input type="checkbox"/> Infantil <input type="checkbox"/> Cadete <input type="checkbox"/> Junior <input type="checkbox"/> Absoluto Joven <input type="checkbox"/> Absoluto <input type="checkbox"/>
4. Nivel	Regional <input type="checkbox"/> Territorial <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/>

5. Talla (cm)	
---------------	--

INFORMACIÓN TÉCNICA	
6. ¿Cuántos años llevas dedicándote a la natación?	
7. ¿Cuántos años llevas compitiendo? (Incluyendo la actual)	
8. ¿Cuántos días dedicas a entrenar a la semana?	
9. ¿Cuántas horas dedicas a entrenar a la semana?	
10. ¿Cuántas horas dedicas al entreno de los virajes a la semana?	

INFORMACIÓN TÉCNICA	
11. ¿Cuál es tu prueba de mayor rendimiento?	50 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 200 <input type="checkbox"/> 400 <input type="checkbox"/> 800 <input type="checkbox"/> 1500 <input type="checkbox"/>
12. ¿Cuál consideras que es tu mejor estilo?	Mariposa <input type="checkbox"/> Espalda <input type="checkbox"/> Braza <input type="checkbox"/> Libre <input type="checkbox"/> Estilos <input type="checkbox"/>
13. ¿Consideras que tienes una buena técnica en el viraje de crol? (si/no)	

INFORMACIÓN TÉCNICA	
14. ¿Conoces el viraje utilizado por Ryan Lochte? (si/no)	
15. ¿Lo sueles utilizar en competición? (si/no)	
16. ¿Con que viraje te encuentras más cómodo? (tradicional/Lochte)	

9.3 Anexo- Análisis de las variables utilizando el programa informático Kinovea

