

# ANÁLISIS CINEMÁTICO DE LA SALIDA EN NATACIÓN: UNA PROPUESTA DE MEJORA A TRAVÉS DEL 'XPLOBLOCK SFS'

Saúl Fernández-Suárez<sup>1</sup>, Nazaret Iglesias-Fernández<sup>1</sup>, Alfonso Salguero del Valle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de León

<sup>2</sup>Universidad de León. Instituto de Biomedicina (IBIOMED)

## OPEN ACCES

### Correspondencia:

Saúl Fernández Suárez  
C/ Leopoldo Lugones 24 A 1ªH  
33420 Lugones (Siero) Asturias (España)  
+34609961487  
[saulsuarez23@gmail.com](mailto:saulsuarez23@gmail.com)

### Funciones de los autores:

Las funciones principales fueron realizadas por el autor, contribuyendo los autores 2 y 3 en la guía y revisión del proyecto.

Recibido: 03/09/ 2019

Aceptado: 24/09/ 2019

Publicado: 30/09/ 2019

### Citación:

Fernández-Suárez, S., Iglesias-Fernández, N., & Salguero, A. (2019). Análisis cinemático de la salida en natación: una propuesta de mejora a través del 'XPLOBLOCK SFS'. *RIAA. Revista de Investigación en Actividades Acuáticas*, 3(6), 73-79.  
<https://doi.org/10.21134/riaa.v3i6.1695>



### Creative Commons License

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir-Igual 4.0 Internacional

## Resumen

**Antecedentes:** A pesar de que la natación es considerada por muchos como un deporte de resistencia, la ejecución de una buena salida puede contribuir hasta en un 25% en el resultado final de una prueba de velocidad.

**Objetivos:** Este estudio tuvo como objetivo diseñar y analizar la utilidad del 'Xploblock SFS' en los poyetes de salida, con la finalidad de evidenciar la existencia de posibles mejoras en el rendimiento de los nadadores.

**Método:** Doce nadadores (seis varones y seis mujeres) realizaron tres salidas diferentes hasta superar los 15 metros. Una de las salidas se ejecuta con el poyete Omega OSB11 y las otras dos con la adición del 'Xploblock SFS', con una angulación de 10 y 15°, respectivamente. En cada salida se han evaluado diferentes parámetros relacionados con angulaciones corporales y tiempos de ejecución.

**Resultados:** se observó una ligera, pero importante mejora de tiempo a tener en cuenta al paso por los 15 m. empleando esta nueva herramienta.

**Conclusiones:** En esta investigación se concluye que la implantación del 'Xploblock SFS' en la parte frontal de la plataforma genera ventajas temporales con respecto al poyete Omega OSB11, así como modificaciones en la posición adoptada por el nadador en el momento de la salida. No obstante, son necesarias nuevas investigaciones con muestras más amplias y de mayor nivel competitivo.

**Palabras clave:** nadadores, rendimiento, poyete, Omega OSB11, angulaciones corporales, tiempos de ejecución.

## Title: Kinematic analysis of the swimming kick start: A proposal of improvement through the 'Xploblock SFS'

### Abstract

**Background:** Even though swimming is considered by most people a resistance sport, the performance of a good ventral swimming start can contribute up to the 25% of the result in a short race.

**Goals:** This study aimed to design and analyze the utility of the 'Xploblock SFS' in the blocks start, in order to demonstrate the existence of possible improvements in the performance of swimmers.

**Method:** Twelve swimmers (six males and six females) made three different ventral swimming starts to exceed 15 meters. One of the ventral swimming starts will be implemented using the Omega OSB11 *kick-start* while the other two will be carried out with the implementation of 'Xploblock SFS' which will have an inclination of 10 and 15°, respectively. In each of the ventral swimming starts, different parameters related to body angulations and performing times have been analysed.

**Results:** It was observed a slight but important improvement of time to consider when passing through the 15 metres using this new tool.

**Conclusions:** In this research is concluded that the implementation of the 'Xploblock SFS' on the front of the platform generates temporary advantages over the Omega OSB11, as well as changes in the position adopted by the swimmer at the time of the ventral swimming start. However, further research with larger samples and a competitive level is required.

**Key words:** swimmers, performance, block start, Omega OSB11, body angulations, performing times.

## Título: Análise cinemática das partidas em natação: uma proposta de melhoria através do 'Xploblock SFS'

### Resumo

**Introdução:** Embora a natação seja considerada por muitos como um desporto de resistência, a execução de um bom começo pode contribuir em até 25% no resultado final de um teste de velocidade.

**Objetivos:** En este estudo se pretende desenhar e analisar a utilidade do 'Xploblock SFS' nos blocos de partida, para demonstrar a existência de possíveis melhorias no rendimento dos nadadores.

**Método:** Doze nadadores (seis homens e seis mulheres) realizaram três saídas diferentes, até à passagem pelos 15 metros. Uma das saídas é executada com o Omega OSB11 e as outras duas com a adição de 'Xploblock SFS', com um ângulo de 10 e 15°, respetivamente. Em cada saída, foram avaliados diferentes parâmetros relacionados com as angulações corporais e os tempos de execução.

**Resultados:** Utilizando esta nova ferramenta, verificou-se uma ligeira mas importante melhoria no tempo considerando a passagem pelos 15 m.

**Conclusões:** Neste estudo, conclui-se que a implementação do 'Xploblock SFS' na frente da plataforma gera vantagens temporárias em relação ao Omega OSB11, bem como alterações na posição adotada pelo nadador no momento da partida. No entanto, serão necessários novos estudos com amostras maiores e de maior nível competitivo.

**Palavras-chave:** nadadores, performance, bloco de partida, Omega OSB11, angulações corporais, tempos de execução.

## Introducción

Es interesante observar cómo han evolucionado algunos de los aspectos más relevantes en el ámbito de la natación a lo largo de la historia, tanto a nivel reglamentario como de infraestructuras. Por otro lado, al igual que ocurre en otros deportes (atletismo, motociclismo, fórmula 1, etc.), uno de los momentos más determinantes y a la vez más espectaculares de la competición, se produce en las salidas. En el ámbito de la natación, Mason, Sloan y Arellano (s.f., p.2), definen la salida como “el componente técnico que posibilita la transición de una situación estática de espera a la señal de salida con el inicio del desplazamiento propio de la distancia a recorrer”. En este sentido es de destacar que, a pesar de que la salida en natación siempre ha consistido en un salto desde una superficie sólida hacia el agua, su ejecución no se ha realizado en todas las ocasiones desde una misma superficie, sino que esta ha sufrido cambios y ha evolucionado a nivel estructural. Igualmente, se han establecido una serie de normas y limitaciones para su correcta realización al inicio de la prueba.

En la actualidad, la plataforma de salida homologada por la Federación Internacional de Natación Amateur (F.I.N.A) se conoce bajo la denominación comercial de Omega OSB11. Se trata de un poyete relativamente reciente, cuya aprobación tuvo lugar en 2009 y que se caracteriza por incluir un apoyo posterior para colocar el pie retrasado en el momento de la salida. Esta placa trasera modifica la posición del nadador en el momento de la señal de inicio con respecto a una salida efectuada en un poyete tradicional. Provoca que el pie atrasado se coloque en una posición más elevada, ubicándose, por ende, el centro de gravedad en un punto más alto, además de incrementarse la flexión de ambas rodillas (Beretić, Đurović & Okičić, 2012; Nomura, Takeda & Takagi, 2010). De acuerdo con la literatura científica (Beretić et al., 2012; Honda, Sinclair, Mason & Pease, 2010; Nomura et al., 2010), las características anteriormente mencionadas que ofrece el Omega OSB11 permiten aplicar un mayor impulso en el momento de la salida, obteniéndose menores tiempos en la fase de poyete. Esto es gracias, en mayor medida, a la estabilidad que aporta la placa trasera, que propicia que se manifiesten picos de fuerza horizontal más altos y, en consecuencia, una mayor velocidad horizontal y resultante en el despegue (Ozeki, Sakurai, Taguchi & Takise, 2012). Todo esto trasciende en el rendimiento del nadador, donde se obtienen ligeras mejoras de tiempo a los 5 y 7.5 metros (Honda et al., 2010), a los 10 metros (Beretić et al., 2012) y a los 15 metros (Ozeki et al., 2012).

Muchos de estos estudios (Honda et al., 2010; Kibele, Biel & Fischer, 2014; Kibele, Biel & Fischer, 2016; Ozeki et al., 2012; Slawson, Chakravorti, Conway, Cossor & West, 2012) coinciden a la hora de señalar que las claves para lograr una buena *Kick Start* (salida desde el Omega OSB11) se encuentran en tener el centro de gravedad más elevado, adoptar una posición adelantada y hacer un buen uso del incremento en la flexión de las rodillas para conseguir un tiempo lo más reducido posible en la fase de poyete. En este sentido, García-Hermoso et al. (2013) hacen hincapié en que “con esta nueva plataforma es preferible lograr un buen impulso que intentar salir de ella lo más rápido posible”. Igualmente, remarcan la importancia de una formación específica y la necesidad de un período de adaptación con este poyete para obtener mejoras en el rendimiento.

El precedente de este tipo de placas podría encontrarse en el atletismo, cuando ya en 1938 la Asociación Internacional de

Federaciones de Atletismo (I.A.A.F en inglés) legaliza el uso de unos tacos para apoyar los pies en la fase inicial de la prueba. Desde entonces, las carreras de velocidad en pista comienzan con lo que es conocido por muchos como ‘salida de tacos’. En ella los atletas colocan los dos tacos en la posición que consideran adecuada de acuerdo a sus características y preferencias, siempre disponiendo uno en una posición más atrasada y el otro más adelantado. La distancia entre uno y otro es modificable, al igual que el nivel de angulación de los tacos. Actualmente, los atletas colocan el taco más adelantado con una inclinación de 25-30° y el más atrasado entre 30-40° (Fernández-Abuín, 2004). En este deporte, el nivel de angulación de los tacos se correlaciona con la fuerza explosiva que pueda producir el corredor. Por ello, a pesar de que Fernández-Abuín (2004, p. 1) afirma que la inclinación óptima de los tacos es de 50° (anterior) y 75° (posterior), la angulación que anteponen los atletas proviene de la disminución del ángulo tibia-pie, que permite, en palabras del propio autor, “un mayor aprovechamiento de la musculatura y del pie como palanca, ampliándose así la trayectoria de aplicación de la fuerza y por tanto la velocidad de salida”. Guissard, Duchateau y Hainaut (1992, p. 36) compartían la misma idea y en su estudio concluyeron que un nivel de inclinación del taco delantero entre 30-50° “crearía un mayor pre-estiramiento del tendón de Aquiles y del gastronemio medio, logrando una ventaja mecánica que favorecería un mejor rendimiento en la salida”. Otros autores como Pérez-Martínez y Quintero (2012, p. 36) también inciden en la importancia del nivel de inclinación de los tacos, de tal manera que “el atleta pueda maximizar la producción de fuerza de la musculatura de los miembros inferiores”.

Tomando como referencia la ejecución técnica y biomecánica de la salida de tacos en el atletismo, se plantea la posibilidad de investigar acerca de la posible transferencia de este mecanismo al ámbito de la natación. En este sentido, y atendiendo a lo anteriormente expuesto, se propone diseñar y construir una propuesta de mejora en forma de un implemento similar a la placa posterior del Omega OSB11, que pasaría a ser colocada en la zona delantera de la plataforma para el apoyo de la pierna adelantada del nadador, buscando aportar una función biomecánica semejante a la trasera. Este nuevo taco de diseño propio y que se ha denominado 'XploBlock SFS'<sup>1</sup>, permite una regulación de la angulación entre los 10° y 15°. La determinación de la inclinación mencionada se precisa tras llevar a cabo, previamente al inicio de la investigación, un estudio piloto para analizar la viabilidad del mismo. En él se pudo observar cómo un taco con el nivel de inclinación empleado en atletismo hacía imposible la salida del nadador, dado que en este entorno el desequilibrio que se produce en la salida le sigue una posterior entrada al agua y no un segundo paso como ocurre en la pista, que es lo que le permite al atleta resituarse su centro de gravedad sobre su base de sustentación. Es decir, una angulación tan elevada provocaría que el centro de gravedad del nadador se situara muy próximo o fuera de su zona de apoyo, convirtiendo en inviable la tarea de impulsarse contra las placas y, en consecuencia, perdiendo todo tipo de beneficio en la salida. Por todo ello, se ha optado por una angulación más reducida que posibilite el asentamiento de los nadadores y, de esta manera, poder estudiar su posible potencial. Después de todo lo expuesto, el objetivo principal que se ha planteado con esta investigación ha sido diseñar y analizar la utilidad del 'XploBlock SFS' en los poyetes de salida, con la finalidad de evidenciar la existencia de posibles mejoras en el rendimiento de los nadadores.

<sup>1</sup> El origen de esta denominación proviene de la explosividad que se pretende que aporte a los nadadores, acompañado de las siglas del nombre del autor.

## Método

### Participantes

Para llevar a cabo el presente estudio se ha contado con un total de 12 nadadores, 6 hombres y 6 mujeres. De entre todos ellos, 8 pertenecen al Club Natación León (León), 2 al Club Natación Santa Olaya (Asturias) y los 2 restantes al Real Grupo de Cultura Covadonga (Asturias). Las edades de los participantes abarcan desde los 14 a los 22 años, por lo que coexisten deportistas de diferentes categorías competitivas.

No obstante, dado el limitado número de nadadores y con el fin de realizar los análisis estadísticos, se ha optado por reagrupar a los nadadores en sólo 2 grupos, con lo que la distribución final de los mismos resultó de la siguiente manera:

- Categoría infantil-junior: 4 nadadores (33.3%).
- Categoría absoluta joven-absoluta: 8 nadadores (66.6%).

### Procedimiento

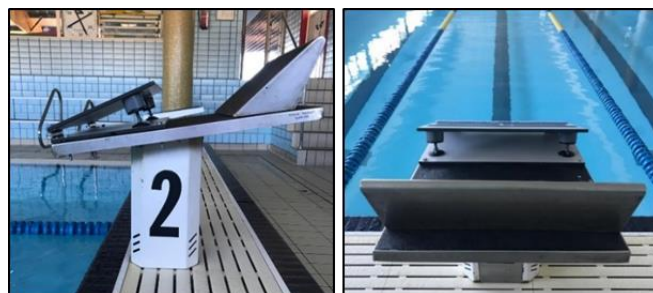
El protocolo y procedimiento empleados en esta investigación se realizó de acuerdo a la normativa prevista en el Acuerdo de Consejo de Gobierno 15/07/2014 del reglamento del Comité de Ética de la Universidad de León. Asimismo, todos los participantes recibieron un consentimiento informado donde se especificaba en qué consistía el estudio, se informaba acerca de las grabaciones que se iban a llevar a cabo y se ponía en conocimiento el uso exclusivamente científico de las imágenes y resultados obtenidos. Dado que existía la posibilidad de que la hipótesis que se plantea en este trabajo no fuera viable, se estimó oportuno realizar un estudio piloto con un grupo de nadadores reducido para decidir si finalmente se podía llevar a cabo. Estos ensayos, previos a la realización del protocolo "oficial", consistieron en trabajar con 3 nadadores para que realizaran una serie de salidas con el poyete Omega OSB11, incluyendo en su parte delantera un taco reglamentario de atletismo, pero esta tarea fue irrealizable. Las opiniones de los nadadores coincidían en apuntar que la inclinación del taco era excesiva, por lo que se optó por probar con el dispositivo empleado para realizar la salida de espalda. Este taco tiene una angulación de 10º y con él las impresiones fueron diferentes: una mayor sensación de impulso y con ello un salto con mayor altura, aunque señalaban que la superficie de apoyo era muy pequeña. Gracias a este estudio piloto previo fue posible empezar a diseñar y construir un primer prototipo que se ajustara a las medidas reglamentarias establecidas por la F.I.N.A. con respecto al poyete actual, así como con un nivel de inclinación diferente: 10, 12.5 y 15º, respectivamente. A estos se les dotó de una superficie antideslizante para evitar posibles caídas o resbalones y favorecer la estabilidad del nadador y la adaptación al nuevo dispositivo.

Figura 1. Primer prototipo del taco delantero.



Después de varias pruebas, el prototipo inicial fue sufriendo diversas modificaciones en base al feedback aportado por los nadadores que participaron en el estudio piloto. El resultado final de este proceso fue el implemento denominado 'Xploblock SFS'.

Figura 2. Xploblock SFS.

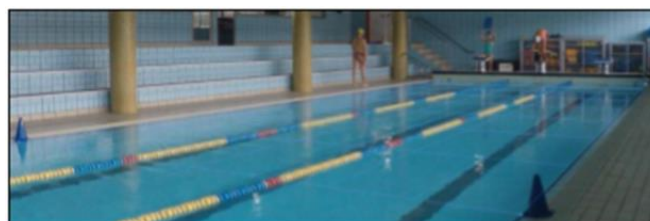


Para este estudio se emplearon dos cámaras, una de ellas situada con un trípode casi en línea con el poyete para abarcar los 5 primeros metros, y la otra (con otro trípode) 20 m. más adelante, con la idea de poder filmar los 15 m. al completo.

Se elaboró un protocolo para estandarizar las grabaciones, así como un período de calentamiento para el deportista, previo a la sesión de grabación. En cada sesión de grabación el nadador realizó tres salidas a máxima intensidad a estilo libre hasta sobrepasar los 15 m., dejándose 5 minutos de descanso pasivo entre una y otra repetición. La duración del descanso viene determinada por la búsqueda de la recuperación total y que el factor fatiga no fuera relevante, permitiendo así que el nadador pudiese ejecutar las tres repeticiones al máximo de sus posibilidades. Por otra parte, de cara al análisis estadístico, de los tres intentos programados por plataforma, se tuvo en cuenta solo aquel en el cual el nadador había conseguido el mejor tiempo al rebasar los 15 m.

Todo el estudio se realizó desde el poyete central. Con el fin de identificar, a la hora del análisis del vídeo, el fotograma exacto en el que tenía lugar la señal de salida, esta se señaló mediante un golpe con una tabla en la plataforma de salida. Igualmente, este procedimiento facilitó el análisis temporal hasta los 15 m., dado que esta abarca desde la señal de salida hasta que la cabeza del nadador sobrepasa dicha distancia. Para ello se colocaron dos conos a ambos lados de la piscina para marcar la distancia mencionada. Posteriormente, con los recursos que ofrece el software *Kinovea64* (versión 0.8.25) se trazó una rejilla que abarcaba las tres calles del vaso y los 15 m. desde el muro de la pileta hasta los conos. De esta forma el cronómetro se iniciaba en el fotograma en el cual se veía que la tabla entraba en contacto con el poyete y se detenía cuando la cabeza del nadador alcanzaba la línea de los 15 m. trazada entre cono y cono.

Figura 3. Posición de la cámara para grabar los 15 m.



### Análisis de datos

Para el tratamiento estadístico de los datos se elaboró una base con toda la información relacionada con los parámetros a analizar en los deportistas participantes en el estudio. La codificación y análisis se realizó con el paquete estadístico IBM SPSS 24.0.0, para Windows, y con la aplicación Microsoft Excel 2013. Se llevó a cabo una estadística descriptiva para la obtención de los resultados

generales de la investigación, a partir de valores expresados en media aritmética, desviación típica y frecuencias para la muestra total. Se asumió la normalidad de la muestra. Para la significación estadística de las diferencias entre sexos se llevó a cabo un análisis "t de student", y para las variables especialidad, nivel competitivo, experiencia, tipo de salida y niveles se realizó un análisis de varianza de una vía (ANOVA) con el test Post Hoc Bonferroni, pudiendo observar las distintas modulaciones entre tipos de salida, tiempos de nado, distancias de entrada y angulaciones corporales. Paralelamente, se realizó un análisis de correlaciones bivariadas entre las distintas variables analizadas, haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson. En todos los casos se utilizó un nivel de significación de  $p < 0.05$ .

**Resultados**

Las grabaciones analizadas en relación a cada uno de los intentos efectuados por los integrantes de la muestra aportan información relevante sobre la investigación llevada a cabo.

El parámetro temporal de mayor interés en este estudio es el obtenido por cada nadador al llegar a los 15 m. con cada tipo de salida. En la Tabla 1 se observan los valores promedio, desviaciones estándar y nivel de significación del grupo de 12 nadadores, seleccionando solo el mejor intento de cada uno de ellos con cada salida.

**Tabla 1. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los tiempos obtenidos en los distintos tipos de salida a los 15 m.**

Parámetro temporal	Tipo de salida			p
	Omega OSB11	Xploblock SFS 10º	Xploblock SFS 15º	
Tiempo a los 15 metros (s)	7.33 ± 0.47	7.29 ± 0.47	7.35 ± 0.48	.962

La Tabla 2 muestra los valores promedio, desviaciones estándar y nivel de significación de los tiempos obtenidos por los nadadores con cada tipo de salida, atendiendo, por un lado, a la variable sexo y, por otro, a la categoría competitiva.

**Tabla 2. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los tiempos obtenidos en función del sexo y la categoría competitiva.**

Tipo de salida	Sexo	Tiempo a los 15 metros (s)	p	Categoría competitiva	Tiempo a los 15 metros (s)	p
Omega osb11	Masculino	7.05 ± 0.39	.026	Infantil	7.56 ± 0.34	.266
	Femenino	7.62 ± 0.36		Absoluto	7.22 ± 0.50	
Xploblock sfs 10º	Masculino	7.01 ± 0.43	.030	Infantil	7.59 ± 0.24	.137
	Femenino	7.58 ± 0.33		Absoluto	7.15 ± 0.50	
Xploblock sfs 15º	Masculino	6.99 ± 0.35	.003	Infantil	7.52 ± 0.41	.399
	Femenino	7.70 ± 0.28		Absoluto	7.26 ± 0.51	

También se ha procedido al análisis de las marcas obtenidas al sobrepasar los 15 m. teniendo en cuenta esta vez la especialidad del nadador/a, su nivel competitivo y su experiencia con la

plataforma Omega OSB11; los resultados obtenidos se muestran en las Tablas 3, 4 y 5, respectivamente.

**Tabla 3. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los tiempos obtenidos en función de la especialidad.**

Especialidad		Tiempo a los 15 m (s)			p
		Velocista (N = 6)	Mediofondista (N = 4)	Fondista (N = 2)	
Tipo de salida	Omega osb11	7.32 ± 0.48	7.25 ± 0.60	7.54 ± 0.20	.805
	Xploblock SFS 10º	7.29 ± 0.56	7.24 ± 0.51	7.44 ± 0.12	.906
	Xploblock SFS 15º	7.32 ± 0.49	7.24 ± 0.60	7.62 ± 0.18	.692

**Tabla 4. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los tiempos obtenidos en función del nivel competitivo.**

NIVEL COMPETITIVO		Tiempo a los 15 m (s)			p
		Provincial	Regional	Nacional	
TIPO DE SALIDA	Omega OSB11	8.05	7.28 ± 0.48	7.26 ± 0.42	.312
	Xploblock SFS 10º	7.89	7.23 ± 0.54	7.25 ± 0.39	.467
	Xploblock SFS 15º	8.00	7.23 ± 0.44	7.36 ± 0.51	.369

Respecto a la tabla 5, los nadadores expusieron su nivel de experiencia con el Omega OSB11 dándole un valor entre 1 y 10. Se consideró que entre 1-3 era poca experiencia, 4-7 nivel medio de experiencia y 8-10 mucha experiencia.

**Tabla 5. Valores promedio y desviación estándar de los tiempos obtenidos en función del nivel de experiencia con el Omega OSB11.**

Experiencia con el omega osb11		Tipo de salida			p
		Poca (N=2)	Media (N=6)	Mucha (N=4)	
Tiempo a los 15 m (s)	Omega OSB11	7.77 ± 0.39	7.31 ± 0.50	7.15 ± 0.40	.336
	Xploblock SFS 10º	7.68 ± 0.29	7.24 ± 0.54	7.18 ± 0.42	.483
	Xploblock SFS 15º	7.57 ± 0.60	7.33 ± 0.49	7.26 ± 0.53	.789

Por último, en cuanto a parámetros temporales, en las tablas 6 y 7 es posible observar los tiempos de vuelo de los nadadores con cada una de las plataformas utilizadas, así como la correlación existente con la distancia de entrada alcanzada en cada caso.

**Tabla 6. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los tiempos de vuelo y distancia de entrada.**

Tipo de salida	Tiempo de vuelo (s)	p	Distancia de entrada (m)	p
Omega OSB11	1.05 ± 0.33	.830	304.26 ± 38.23	.902
Xploblock SFS 10º	1.07 ± 0.33		309.81 ± 40.46	
Xploblock SFS 15º	1.13 ± 0.33		310.72 ± 34.06	

**Tabla 7. Correlaciones entre el tiempo de vuelo y la distancia de entrada.**

		T15 m.	T_Vuelo	D_Entrada
Tiempo a los 15 m.	Correlación de Pearson	1	-.388*	-.587**
	Sig. (bilateral)		.019	.000
Tiempo de vuelo	Correlación de Pearson	-.388*	1	.866**
	Sig. (bilateral)	.019		.000
Distancia de entrada	Correlación de Pearson	-.587**	.866**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.000	

\* La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\* La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tal y como se refleja en las tablas expuestas anteriormente, el mejor tiempo al paso de los 15 m. ( $7.29 \pm 0.47$ ) se consigue con el Xploblock SFS 10º. Paralelamente, las nadadoras consiguen sus mejores resultados con esta plataforma ( $7.58 \pm 0.33$ ). Por su parte, los nadadores se muestran más eficaces con el Xploblock SFS 15º ( $6.99 \pm 0.35$ ); respecto a la categoría competitiva, los infantiles también destacan con esta última ( $7.52 \pm 0.41$ ). Los absolutos, al contrario, obtienen una mejor marca con la plataforma de 10º ( $7.15 \pm 0.50$ ).

En cuanto a la especialidad y el nivel competitivo de los nadadores, el uso del Xploblock SFS 10º se postula como la mejor opción para mejorar sus tiempos. Por último, se observa cómo con la plataforma con mayor angulación se obtienen los mayores tiempos de vuelo ( $1.13 \pm 0.33$ ) y, por consiguiente, la mayor distancia de entrada ( $310.72 \pm 34.06$ ).

También se muestran aquellos resultados que tienen relación con las variables angulares analizadas en la fase de salida. En primer lugar, la tabla 8 muestra los valores promedio, desviaciones estándar y nivel de significación de las posiciones adoptadas por los nadadores, en términos de angulación de las rodillas a la voz de "preparados".

**Tabla 8. Valores promedio, desviación estándar y nivel de significación de los ángulos de rodilla en la posición de "preparados".**

Tipo de salida	Ángulo rodilla anterior	P	Ángulo rodilla posterior	P
Omega OSB11	133.75 ± 9.77	.063	79.33 ± 12.08	.130
Xploblock SFS 10º	130.92 ± 9.35		88.58 ± 11.30	
Xploblock SFS 15º	124.92 ± 7.78		85.08 ± 9.35	

Por su parte, los ángulos del tobillo adelantado en la posición de "preparados", así como los ángulos de entrada al agua con cada una de las plataformas utilizadas, son mostrados en la tabla 9. Se puede observar cómo la extensión del tobillo se va incrementando en función de la plataforma utilizada, siendo significativamente superior el ángulo tibia-pie con la placa de 15º con respecto al Omega OSB11.

**Tabla 9. Valores promedio, desviación y nivel de significación estándar de los ángulos de tobillo y de entrada.**

Tipo de salida	Ángulo tobillo	P	Ángulo de entrada	P
Omega osb11	115.83 ± 6.80	.000	28.75 ± 4.07	.665
Xploblock sfs 10º	127.08 ± 5.43		29.83 ± 3.83	
Xploblock sfs 15º	133.83 ± 3.95		28.33 ± 4.58	

Quizás el aspecto más relevante de este trabajo sea su utilidad práctica, motivo por el cual se han querido recoger los datos de cada nadador en un informe individual, donde además de los resultados se han introducido también toda una serie de variables cinemáticas y temporales que pueden servir de gran ayuda al entrenador y a su deportista de cara a:

- La detección y concienciación de errores en todo el proceso que compone la salida de natación, facilitándose así una posterior corrección.
- Detectar fortalezas y debilidades.
- Proporcionar feedback tanto al entrenador como al propio deportista.
- Elaborar un plan de trabajo individualizado.

A modo de ejemplo, en la figura 3 es posible observar alguno de los apartados que contiene el *Start Tips Report*, el cual fue elaborado para cada uno de los participantes. Como aclaración, los datos de referencia se establecen de acuerdo a los valores promedio obtenidos por los nadadores en función de la plataforma utilizada.

**Figura 4. Start Tips Report.**

START TIPS REPORT			
DATOS PERSONALES			
Nombre: S.	Apellidos: R. R.	Codigo:	
Fecha de prueba: 7/12/18	Edad: 18	Peso:	Talla: Envergadura:
Club: Club Natación Leon	Categoría: Absoluta	Especialidad: Velocista	
DATOS DE ESTUDIO			
PLATAFORMA EMPLEADA: Xploblock SF 10º			
PARAMETROS ANALIZADOS	DATOS DE REFERENCIA	DATOS SUJETO	FOTOGRAMA
ÁNGULO TOBILLO	127º	124º	
ÁNGULO RODILLA S	Rodilla anterior: 130.92º Rodilla posterior: 88.58º	Rodilla anterior: 122º Rodilla posterior: 84º	
TIEMPO DE VUELO	1.07 s.	0.77 s.	
ÁNGULO DE ENTRADA	29.83º	25º	
ÁNGULO M-H-O	192.58º	200º	
DISTANCIA DE ENTRADA	309.81 cm.	301.45 cm.	
TIEMPO 16 M.	7.29 s. (general) 7.58 s. (femenino)	7.349 s.	
FORTALEZAS		DEBILIDADES	
1. Fuerza durante el nado.		1. Distancia de entrada al agua inferior a la media.	
2. Buen agarre del agua con las brazadas.		2. Poca propulsión de piernas y brazos en la fase de poyete.	
3. Entrada al agua en agujero y en flecha.		3. Transición lenta.	
RECOMENDACIONES / EJERCICIOS			

**Discusión**

Siguiendo el protocolo establecido, del total de la muestra de doce nadadores, siete obtuvieron mejores marcas al paso de los 15 m. con el Xploblock SFS 10º, cuatro con una angulación de 15º y solo una nadadora consiguió su mejor tiempo con el poyete Omega OSB11. Por ello, y de acuerdo con los análisis realizados, es posible afirmar que, para la muestra analizada, los mejores tiempos se obtienen empleando el 'Xploblock SFS' con una angulación de 10º ( $7.29 \text{ s.} \pm 0.47$ ).

Ya en su día algunos autores (Beretić et al., 2012; Honda et al., 2010; Ozeki et al., 2012) evidenciaron ciertas mejoras al emplear la *Kick Start*, en comparación con la salida tradicional. Las ventajas eran observables tanto al paso de los 5, 7.5, 10 y 15 m. Atribuían estos avances a diversos factores como a la estabilidad que ofrecía la placa trasera al apoyo posterior y, por ende, a un incremento de la capacidad para ejercer mayor fuerza contra la plataforma. Otros estudios (Barlow et al., 2014; Nomura et al., 2010; Slawson et al., 2012) también hacían mención a la elevación del centro de gravedad o a la angulación óptima de las rodillas para conseguir mayores picos de fuerza horizontal y vertical. Todos estos fundamentos pueden haberse visto traducidos en el presente estudio, donde al paso por los 15 m. con el uso del Xploblock SFS 10º se obtiene una ventaja de 0.04 s. en comparación con el empleo del Omega OSB11. Por otro lado, si solo tenemos en cuenta a los nadadores de sexo masculino, la ventaja aumenta a 0.06 s. haciendo uso del Xploblock SFS 15º frente al Omega OSB11. Para las nadadoras, en cambio, es más efectivo el Xploblock SFS 10º, ya que obtienen una ventaja de 0.04 s. sobre el poyete Omega OSB11. Los resultados obtenidos teniendo en cuenta la especialidad y el nivel competitivo de los nadadores arrojan datos llamativos e inesperados dadas las habilidades que caracterizan a estos grupos y que hacían prever otro tipo de resultados más evidentes (Platonov & Bulatova, 1983; Cuartero, s.f.). Tal es el caso que los mediofondistas realizan el paso por los 15 m. antes que los velocistas, con cualquiera de las plataformas empleadas. Esta ventaja puede que sea debida a los años de experiencia y el nivel competitivo que poseen dos de los nadadores de media distancia. No obstante, estos datos deben ser tratados con cautela, dado el limitado número de participantes que componen la muestra. Como dato destacado dentro de este apartado, los fondistas adquieren una ventaja de 0.10 s. con respecto a la plataforma Omega partiendo desde el Xploblock SFS 10º.

Con respecto al nivel competitivo, es de resaltar la marca obtenida por los nadadores de nivel regional al paso por los 15 m. (0.02 menos que los de categoría nacional). Igualmente, sobresale la ventaja obtenida con el Xploblock SFS 10º por parte de la nadadora de categoría provincial: 0.16 s. menos que con el Omega OSB11, muy probablemente debido a la poca experiencia que posee en las salidas y en el mundo de la natación competitiva.

En los estudios que se mencionaron anteriormente se hizo alusión a la elevación que experimentaba el centro de gravedad del nadador al posicionarse sobre la plataforma Omega. De manera análoga, la incorporación del 'Xploblock SFS' en la zona delantera del poyete provoca algo similar (Nomura et al., 2010). Esta modificación afecta al tiempo de vuelo del nadador, que se incrementa. Por consiguiente, la distancia de entrada al agua también es mayor, dada la correlación existente entre estas dos variables.

A nivel de análisis estadístico, solo se encuentran diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) cuando se comparan los tiempos obtenidos entre nadadores y nadadoras. No obstante, este nivel de significatividad es relativo, ya que en las pruebas de natación (y aún más en series de corta distancia) una décima de segundo puede ser determinante en el resultado final de la prueba.

En concordancia con la elevación del centro de gravedad que provoca este nuevo implemento, los nadadores adoptan una posición en la cual su cuerpo está más dirigido hacia el agua. La consecuencia, al igual que ocurrió en otros estudios que comparaban la salida desde el poyete tradicional con la efectuada desde el Omega OSB11, se ve reflejada en los ángulos de entrada (Beretić et al., 2012; Ozeki et al., 2012). Los participantes en el presente estudio realizan la fase de entrada con una angulación promedio de 28-29º, a diferencia de otros ensayos donde la

realizan en torno a 35-36º (Barlow et al., 2014) o incluso 40-41º (Ozeki et al., 2012). De acuerdo con la literatura científica (Maglischo, 2003), cuanto más plana sea la entrada al agua, mayor será la resistencia hidrodinámica en esta fase, repercutiendo en la velocidad del nadador/a. No obstante, en el presente estudio no aparenta influir en la marca final obtenida en la serie.

La posición adoptada por los nadadores en el momento de la salida, así como la angulación de sus rodillas, son variables que ya varios profesionales de este ámbito han estudiado e investigado con la finalidad de descubrir cuál de ellas beneficia más al deportista. Slawson et al. (2012) evidenciaron que los mejores resultados de sus atletas se habían conseguido adoptando un ángulo de 135-145º para la rodilla adelantada y de 75-85º para la posterior. Justificaban esto alegando que, biomecánicamente, al abrir el ángulo de las piernas, los músculos estaban en una posición más efectiva para la producción de fuerza. Sin embargo, también añaden que la capacidad para emplear estos ángulos dependerá, en gran medida, de la flexibilidad y de las características antropométricas de cada nadador/a, así como de su nivel competitivo. Paralelamente, Beretić et al. (2012), recomiendan un ángulo de la rodilla posterior en torno a los 90º.

En contraposición con el presente estudio, a pesar de que los nadadores sí que se encuentran próximos a las horquillas mencionadas anteriormente en lo referido a la posición de la rodilla posterior (75-85º), se alejan de las recomendaciones propuestas para la rodilla delantera (135-145º), apostando por angulaciones más cerradas a medida que aumenta la inclinación de la plataforma (133-125º). Esto es debido a la inclusión del 'Xploblock SFS', que provoca una extensión del tobillo delantero y, en consecuencia, una mayor flexión de la rodilla.

Respecto a la angulación del tobillo de la pierna adelantada en el momento de la salida, la escasez de estudios que investiguen sobre esta variable en el mundo de la natación imposibilita la realización de un análisis pormenorizado. Aun así, son muchos los autores que han estudiado la biomecánica del tríceps sural, el cual proporciona el 80% de la fuerza de la flexión plantar (Landin, Thompson & Reid, 2015; Riemann, DeMont, Ryu & Lephart, 2001). En base a estos estudios, cuando la rodilla está totalmente extendida y el tobillo en ligera dorsiflexión (15º), se crea la posición en la cual el gastronemio genera el momento de mayor flexión plantar.

Tratando de buscar alguna semejanza con la salida de natación, Guissard et al. (1992, p. 1262), en su estudio acerca de la salida de velocidad de atletismo, encontraron que "reduciendo la inclinación del bloque, el gastronemio medial y la longitud del sóleo habrían de incrementar la salida del mismo". Concluyeron que un nivel de angulación del bloque frontal entre 30-50º generaría una situación más favorable para lograr un mayor pre-estiramiento del tendón de Aquiles y del gastronemio, maximizando de esta manera el rendimiento en la salida. Extrapolando esto a los poyetes de natación, un nivel de inclinación semejante en la zona delantera de la plataforma haría imposible que el nadador ejecutara la salida. La angulación límite para la confección del 'Xploblock SFS' se fijó en 15º, adaptándose los sujetos con mayor facilidad a la de 10º.

## Conclusión

- La implantación del Xploblock SFS 10º en la parte frontal de la plataforma genera una ventaja promedio de 0.04 segundos (con respecto al poyete Omega OSB11) en el tiempo que se tarda en alcanzar los 15 m. Su uso requiere de un período de familiarización y adaptación al mismo.

- Esta herramienta reporta mejoras de tiempo al paso por los 15 m. con respecto al Omega OSB11, sea cual sea la variable tenida en cuenta.
- Existe una correlación significativa entre el tiempo de vuelo y la distancia de entrada, aumentando estas variables cuando el 'Xploblock SFS' es utilizado.
- La adición de este nuevo implemento genera modificaciones en la posición adoptada por el nadador en el momento de la salida, reduciendo el ángulo de la rodilla adelantada y aumentando el de la posterior; el ángulo del tobillo también se ve incrementado.
- Al no disponer de referencias para esta nueva situación de partida, lo más recomendable es que cada deportista experimente y se familiarice con esta herramienta, adoptando la posición más adecuada con respecto a sus características.
- La confección del *Start Tips Report* para la salida de natación (se parta o no con el 'Xploblock SFS') es considerada una herramienta básica y elemental para entrenador y deportista, gracias al feedback que proporciona.

### Contribución e implicaciones prácticas

Teniendo en cuenta la relevancia que adquieren las salidas en la natación de competición, la incorporación en la zona delantera de los poyetes de un instrumento con las características que se han especificado en este proyecto, presenta como principal aplicación el aportar una ligera mejora en esta fase a los nadadores, la cual puede llegar a resultar determinante en la competición.

Por otro lado, a través de las diferentes partes que han compuesto el proceso llevado a cabo, ha sido posible realizar un exhaustivo análisis y tratamiento de los datos, el cual se ha visto traducido en la confección de un informe individualizado de cada deportista, recogiendo en el mismo tanto sus características potenciales como sus debilidades, así como una serie de propuestas y observaciones que le puedan servir de ayuda de cara a una evidente mejora en su rendimiento. De manera paralela, esta herramienta también tiene una aplicación fundamental para el entrenador gracias al feedback que proporciona, haciendo posible un conocimiento mucho más completo de su nadador.

### Agradecimientos

A la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de León, por la formación brindada. Al Club Natación León y a todos los participantes que formaron parte del proyecto, por su compromiso y esfuerzo. A Alfonso, mi tutor, por su inestimable ayuda y todo lo que me ha enseñado. A mi familia y, sobre todo, a Nazaret, por ser siempre un apoyo constante.

### Referencias

- Barlow, H., Halaki, M., Stuelcken, M., Greene, A., & Sinclair, P. (2014). The effect of different kick start positions on OMEGA OSB11 blocks on free swimming time to 15 m in developmental level swimmers. *Human movement science*, *34*, 178-186. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2014.02.002>
- Beretić, I., Đurović, M., & Okičić, T. (2012). Influence of the back plate on kinematical starting parameter changes in elite male serbian swimmers. *Facta universitatis-series: Physical Education and Sport*, *10*(2), 135-140.
- Cuartero, M. (s.f.). Entrenamiento de las especialidades en natación. Velocidad. *R.F.E.N. Escuela Nacional de Entrenadores*.
- Fernández-Abuín, J. (2004). Evolución y análisis de la salida agrupada en la carrera atlética de velocidad. *Publice Standard*, *445*.

- García-Hermoso, A., Escalante, Y., Arellano, R., Navarro, F., Domínguez, A., & Saavedra, J. (2013). Relationship between final performance and block times with the traditional and the new starting platforms with a back plate in international swimming championship 50-m and 100-m freestyle events. *Journal of Sports science & Medicine*, *12*(4), 698-706.
- Guissard, N., Duchateau, J., & Hainaut, K. (1992). EMG and mechanical changes during sprint starts at different front block obliquities. *Medicine and science in sports and exercise*, *24*(11), 1257-1263. doi: <https://doi.org/10.1249/00005768-199211000-00010>
- Honda, K., Sinclair, P., Mason, B., & Pease, D. (2010). A biomechanical comparison of elite swimmers start performance using the traditional track start and the new kick start. *XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*, *11*, 94-96.
- Kibele, A., Biel, K., & Fischer, S. (2014). Optimizing individual stance position in the swim start on the OSB11. *XIIth International Symposium on Biomechanics and Medicine in Swimming*, 158-163.
- Kibele, A., Biel, K., & Fischer, S. (2016). Swim start standpoints on the OSB11 starting block. *ISBS-Conference Proceedings Archive*, *33*(1), 1000-1003.
- Landin, D., Thompson, M., & Reid, M. (2015). Knee and ankle joint angles influence the plantarflexion torque of the gastrocnemius. *Journal of Clinical Medicine Research*, *7*(8), 602. doi: <https://doi.org/10.14740/jocmr2107w>
- Maglischo, E. (2003). *Swimming fastest*. Champaign Illinois, Human Kinetics.
- Mason, B., Sloan, K., & Arellano, R. (s.f.). Cinemática y cinética de las salidas y virajes. *R.F.E.N. Escuela Nacional de Entrenadores*.
- Nomura, T., Takeda, T., & Takagi, H. (2010). Influences of the back plate on competitive swimming starting motion in particular projection skill. *XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming*, 135-137.
- Ozeki, K., Sakurai, S., Taguchi, M., & Takise, S. (2012). Kicking the back plate of the starting block improves start phase performance in competitive swimming. *ISBS-Conference Proceedings Archive*, *1*(1), 373-376.
- Pérez-Martínez, J., & Quintero, R. (2012). Modificación de la salida de velocidad en el atletismo: revisión teórica del análisis biomecánico. *Salud, Historia y Sanidad on-line*, *7*(1), 31-42.
- Platonov, V., & Bulatova, M. M. (1993). El entrenamiento de los velocistas en natación. *Revista Actualización en el Deporte*, *1*(4), 20-31.
- Riemann, B., DeMont, R., Ryu, K., & Lephart, S. (2001). The effects of sex, joint angle, and the gastrocnemius muscle on passive ankle joint complex stiffness. *Journal of Athletic Training*, *36*(4), 369.
- Slawson, S., Chakravorti, N., Conway, P., Cossor, J., & West, A. (2012). The effect of knee angle on force production, in swimming starts, using the OSB11 block. *Procedia Engineering*, *34*, 801-806. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.04.137>