



*Revista Digital de Educación Física*

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

## **DESCRIPCIÓN DE VARIABLES BIOMECANICAS DEL DESEMPEÑO DE LAS NADADORAS FINALISTAS EN LA PRUEBA DE 200 METROS LIBRES DE LA FEDERACION CHILENA**

**Luis Benavides Roca**

Master En ciencia del deporte UCLM  
Benavides.roca@gmail.com

**Pía Santos Vásquez**

Kinesiologa. Grupo de Investigación Muevete Chile

**Ricardo González González**

Prof. De Educación Física  
Escuela de educación física Universidad Católica del Maule (Chile)

### **RESUMEN**

La natación tiene como objetivo recorrer una distancia en el menor tiempo posible, de acuerdo al reglamento correspondiente y la especificidad de la prueba. El presente estudio tiene como objetivo determinar las características biomecánicas de las nadadoras finalistas en la prueba de 200 metros libres del nacional federado de Chile. La recolección de datos fue a través de una filmación, donde se trabajó con 8 nadadoras con edades entre los 15 y 19 años. El análisis fue a través de la media y desviación estándar en los tramos de 50m, 100m, 150m y 200m midiendo las variables de velocidad media, ciclos y distancia de brazada. Los resultados indican que en el primer tramo la pista más rápida fue la 8 con 22,1 ciclos de brazada. En el segundo y tercer tramo la pista 3 fue la más veloz, con 23 y 23,5 ciclos de brazada respectivamente. En el cuarto tramo la pista más rápida fue la 4 con 24,5 ciclos de brazada. Los resultados indican que las pistas más rápidas presentan una velocidad homogénea de acuerdo a transcurso de la prueba.

**PALABRAS CLAVE:** Natación; Velocidad de nado; Cinemático.

## 1. INTRODUCCIÓN.

La natación tiene como objetivo recorrer una distancia en el menor tiempo posible, de acuerdo al reglamento correspondiente y la especificidad de la prueba. Al analizar la natación se hace necesario estudiar la técnica del nadador, entendida esta como el conjunto de procedimientos y conocimientos capaces de propiciar la ejecución de una actividad específica, con el mínimo de desgaste y el máximo de éxito (Polli et al., 2009). Estudios recientes sugieren que el desempeño de un atleta es influenciado por la bioenergética como factor prioritario, el cual es dependiente del componente biomecánico y de las estrategias motoras adoptadas por el nadador (Barbosa et al., 2010)

Por ser un deporte realizado en un medio acuático, la resistencia al movimiento es mayor, debido a esto, la conjugación de la habilidad técnica debe ser muy precisa (Caputo, Lucas, Greco & Denadai, 2000), lo que establece una asociación en el desempeño de la natación con los factores de biomecánica, específicamente relacionado con el alineamiento dinámico del cuerpo en el medio acuático (Colwin, 2000), de esta manera el análisis de las variables cinemáticas se hace de vital importancia, ya que interfieren sobre el desempeño del nadador, en relación a la capacidad de producción y liberación de energía ante una demanda técnica (Craig, Junior, Skehan, Pawelczyk & Boomer, 1985).

Las variables biomecánicas se involucran con el nivel de desempeño, habilidad técnica, características antropométricas (Caputo, Oliveira, Denadai & Greco, 2006; Franken, Carpes & Castro, 2007), y además de la retarda de la fatiga provocada por los esfuerzos anaeróbicos lácticos (Maglischo, 1999). Lo que obliga necesariamente la evaluación en el deporte de alto rendimiento, para generar actualizaciones de las técnicas deportivas, en la natación se hace imprescindible el análisis de la técnica, pues juega un papel importante entre los factores que determinan el desempeño. (Araújo & Matsudo, 1979)

Las variables biomecánica más prácticas y objetivas utilizadas por los entrenadores para el análisis del desempeño de los atletas, corresponde a la frecuencia de brazada (FB), la distancia de brazada (DB), la Velocidad media (VM) de nado (Castro et al., 2005). Junto con esto se hace necesario determinar aspectos propios de la prueba, en relación a los tiempos de duración (TD) y la velocidad media escalar (VM) (Silva et al., 2007). Por tanto, el objetivo de esta investigación será describir las variables biomecánicas del desempeño de las nadadoras finalistas en la prueba de 200 metros libres de la federación nacional

## 2. METODOLOGÍA

El tipo de estudio es descriptivo de corte transversal, donde se evaluaron a 8 nadadoras presentes en la final nacional, Chilena de 200 metros estilo libre, con edades que oscilan entre los 16 y 19 años, con un promedio de 170 centímetros de altura, 67 kg de peso y una experiencia mayor a 5 años en este deporte. La selección de la muestra fue no probabilístico de tipo intencionado.

Se recolectaron los datos, en la final nacional del campeonato federado de Chile, en una piscina de 50 m de largo y 25 m de ancho con 8 pista. Fue filmado por

medio de una cámara marca Sony con una frecuencia 60HZ y analizado en el software libre Kinovea-v.0.8.15, en su versión 2015.

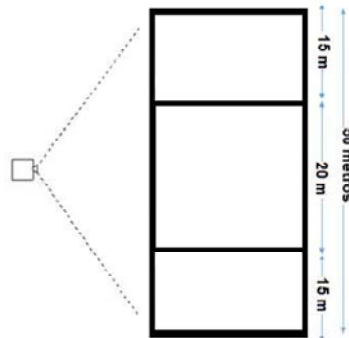


Figura 1 Posicionamiento de la cámara en relación a la piscina

La FB es el número medio de ciclos de brazada expresada en ciclos por segundo o Hertz. Para el conteo se utilizó de referencia el momento de entrada de una de las manos en el agua y el retorno de la misma (Castro et al., 2005). Esta fue realizada de forma continua y dividida de acuerdo a las marcaciones de 50 metros, siendo considerado la menor unidad el medio ciclo y obteniéndose a partir de la división del ciclo de brazadas por el tiempo.

El DB es la distancia horizontal media, en metros recorridos de acuerdo a la ejecución del ciclo de brazada (Maglichscho 1999). Esta variable fue obtenida indirectamente al seleccionar una distancia donde el sujeto nade continuamente dividido por la cantidad de ciclos (Miralles, 2013)

El producto entre las variables de FB y DB tiene como resultado la VN (m/s), sin considerar los efectos propulsivos de la salida

La VM fue obtenida al relacionar el tiempo total por la distancia establecida en la prueba, de la misma forma se decidió trabajar con la VM de los 50m, 100m, 150m y 200m (Caputo et al,2000).

### 3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el siguiente estudio son trabajados de acuerdo a las distancias descritas en los 50, 100, 150 y 200 metros de acuerdo a las variables mencionadas anteriormente.

Tabla 2: Variables de tiempo, ciclos de brazadas y velocidad media

Distancia	Variables	Pista 1	Pista 2	Pista 3	Pista 4	Pista 5	Pista 6	Pista 7	Pista 8
<b>0-50 (m)</b>									
	Tiempo	32,5	33,4	32,1	33,3	32	31,3	33,3	31,6
	Ciclos	22	22	20,5	20	22,5	21,5	23,5	22
	Vm	1,54	1,50	1,56	1,50	1,56	1,60	1,50	1,58
<b>50-100 (m)</b>									
	Tiempo	37,1	36,8	35,3	36,1	37,2	36,5	37,8	38,3
	Ciclos	23,5	25,5	23	23	25,5	24,5	23,5	24,5
	Vm	1,35	1,36	1,42	1,39	1,34	1,37	1,32	1,31
<b>100-150 (m)</b>									
	Tiempo	39,3	39	37,7	36,8	38,9	37,5	40,7	40,9
	Ciclos	23,5	27	23,5	23,5	26,5	25	24	25,5
	Vm	1,27	1,28	1,33	1,36	1,29	1,33	1,23	1,22
<b>150-200 (m)</b>									
	Tiempo	38,6	37,6	38,8	36,3	39,4	38,1	40	40,2
	Ciclos	25	27	25,5	24,5	27	27	26,5	26
	Vm	1,30	1,33	1,29	1,38	1,27	1,31	1,25	1,24

La tabla 1 muestra las variables de tiempo, ciclo de nado y velocidad media, de acuerdo a las pistas. Se puede observar que las deportistas con menores tiempos, también presentan un menor promedio de ciclos de brazada.

Tabla 3: Frecuencia y distancia de brazada

	Frecuencia de brazadas					Distancia de Brazada				
	50 m	100 m	150 m	200 m	X ± DS	50 m	100 m	150 m	200m	X±DS
Pista 1	0,68	0,34	0,22	0,17	0,35±0,2	1,82	1,74	1,74	1,67	1,74±0,05
Pista 2	0,66	0,36	0,25	0,18	0,36±0,18	1,74	1,67	1,60	1,60	1,65±0,06
Pista 3	0,64	0,34	0,22	0,18	0,35±0,18	2,00	1,82	1,82	1,74	1,84±0,1
Pista 4	0,60	0,33	0,22	0,17	0,33±0,17	2,00	1,82	1,82	1,82	1,86±0,08
Pista 5	0,70	0,37	0,25	0,18	0,37±0,2	1,82	1,67	1,67	1,67	1,70±0,07
Pista 6	0,69	0,36	0,24	0,19	0,37±0,19	1,90	1,74	1,67	1,60	1,73±0,11
Pista 7	0,71	0,33	0,21	0,17	0,36±0,21	1,67	1,82	1,82	1,60	1,73±0,1
Pista 8	0,70	0,35	0,23	0,17	0,36±0,2	1,82	1,67	1,74	1,67	1,72±0,06

La tabla 2 muestra los valores de frecuencia y distancia de brazada según los trayectos de la carrera. Se puede observar como los datos de FB van disminuyendo con el aumento de distancia, tal característica se repite según la distancia de brazada y la progresión de los metros.

A continuación, se muestran 2 Figuras con la variable de VN, con el objetivo de expresar de mejor forma las tendencias que se obtienen durante la carrera. Se decidió trabajar de forma separadas las pistas más veloces y las más lentas.

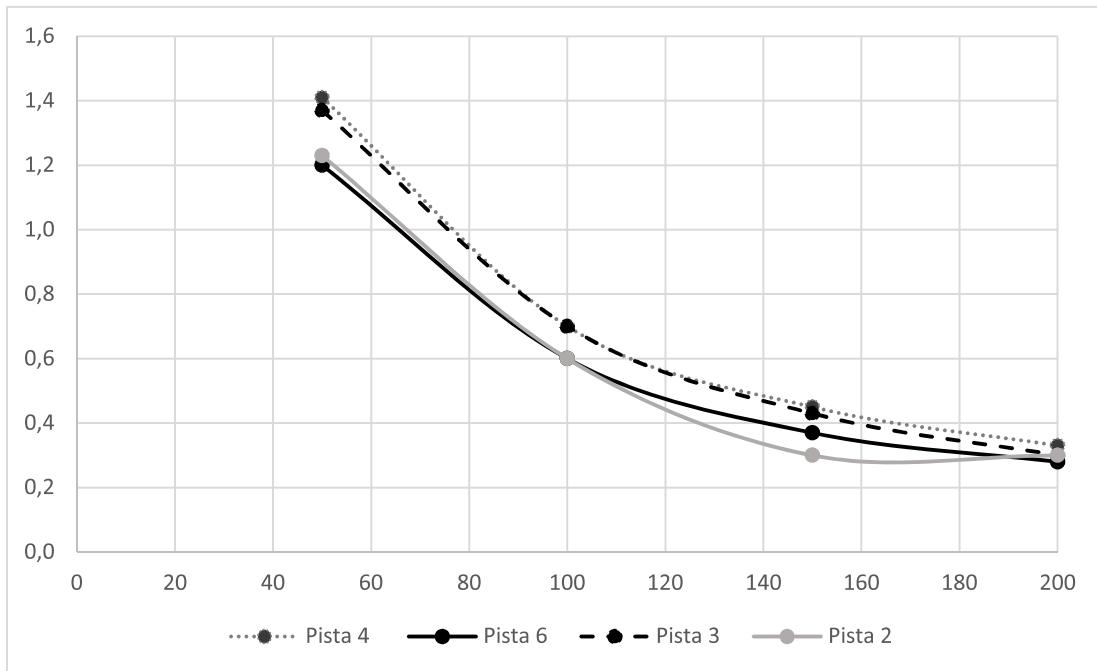


Figura 2: Velocidad de nado de las pistas más rápidas

En la figura 2 se describe la VN de las pistas más veloces de acuerdo a las posiciones obtenidas en la final. Se observa un descenso de la variable en relación al transcurso de la carrera.

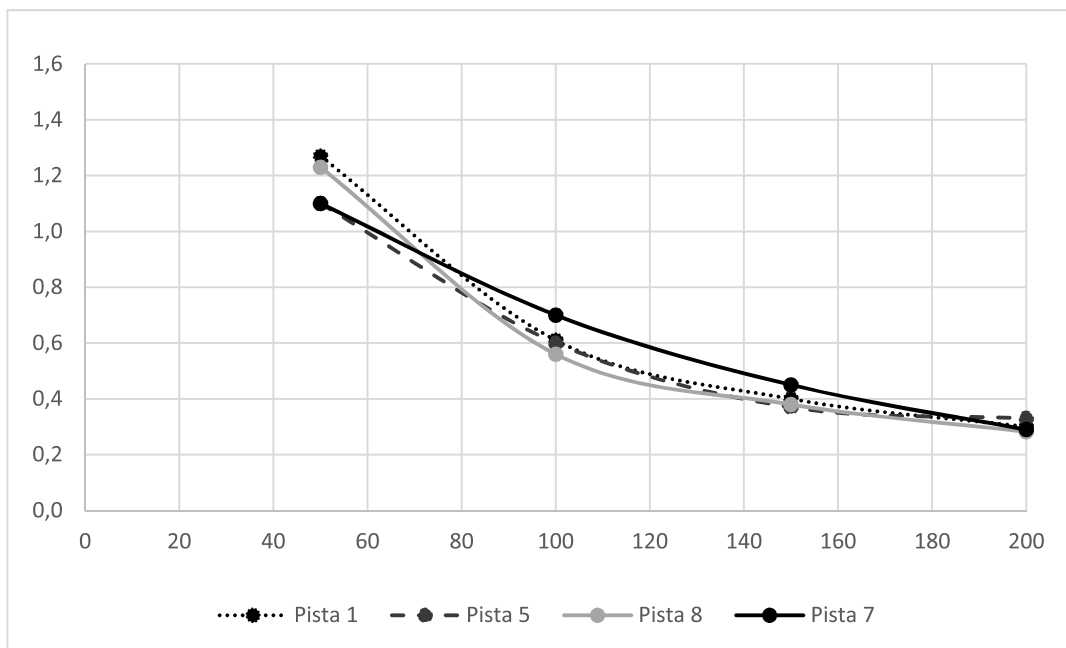


Figura 3: velocidad de nado de las pistas más lentas

La Figura 3 muestra la VN de las pistas más lenta. Se observa que la variable tiene una disminución a medida que aumenta la distancia de la carrera.

## 4. DISCUSIÓN

En el presente estudio se buscó analizar el desempeño de las nadadoras finalistas de la competición nacional, en la prueba de 200 metros libres, de acuerdo a las variables de ciclos de brazada, el tiempo, la velocidad media y la velocidad de nado.

Según la tabla I se observa que las nadadoras con menores variaciones de  $V_m$  en los trechos de carrera, son las que presentan un mejor posicionamiento dentro de los tiempos finales, es decir que el desgaste energético producido por la mantención de la  $V_m$  es menor a las oscilaciones de la misma, lo que permite una mejor distribución de la energía requerida para la carrera (Maglíscho, 1999).

Particularmente, en estos datos señalan que las nadadoras que comenzaron con una velocidad muy alta, como la pista 1 y 8, no son capaces de mantener este ritmo, lo que según Mason y Ckossor (2003) es una estrategia incorrecta en una prueba de 200 m libres, ya que causa un incremento innecesario del suministro energético por el sistema glucolítico, provocando un descenso en el pH que podría estar relacionado con una reducción del rendimiento

De acuerdo a la tabla II se desprende que las nadadoras que tienen mayores valores de DB son las que tienen un mejor posicionamiento en la competencia, lo que se asemeja a los datos entregados por Trinidad y Lorenzo (2012), los cuales analizaban a nadadores de competencias europeas en pruebas de 50, 100 y 200 metros, los que presentaban relaciones directamente proporcionales entre una alta velocidad y una gran DB.

También en la tabla II, se puede observar características entre las nadadoras más rápidas, las cuales presentan DB largas y menor cantidad de FB, tal relación se contrasta con los datos de Seyfried (2007), el cual afirma que una frecuencia de ciclo más bajo y una mayor longitud del ciclo, entregan una mayor eficacia en la técnica y un mejor rendimiento en la carrera.

De acuerdo a las figuras (2 y 3) se observa que las nadadoras tiende a disminuir la velocidad de nado, al aumentar la distancia de la carrera, sin embargo, se visualiza en las nadadoras con mejores tiempos una tendencia a la parábola, con una caída controlada y sin tanta fluctuación entre las distancias, tales datos expresan la estrategia de carrera que permite la óptima utilización energética ante las exigencias de la natación, por su parte Maglíscho (1999) sostiene que la táctica utilizada va depender de la distancia de la competición.

A partir de lo anterior, se presenta una tendencia a la disminución VN, lo cual hace que las variables de FB y DB se comporten de manera uniforme a medida que transcurre la competencia (De Souza et al, 2005), de acuerdo a esto se desprende que el gesto motor de braceo va perdiendo su eficacia de arrastre a medida que aumenta la carrera, lo que según Caputo et al (2006), es una pérdida de eficacia de la técnica de brazada, lo cual se debe al gasto energético producido por el desgaste propio de la carrera y la resistencia que se produce por el agua, debido a que es un fluido denso y difícil de manipular.

De manera específica, se puede estandarizar el desempeño biomecánico de cada nadadoras con los parámetros descritos por Moreno, et al (2000) los cuales están basados en datos de FB de deportistas españolas. A partir de esto se logra comprar el nivel de las finalistas chilenas con estas categorías, lo que se obtiene que las nadadoras de las pistas 1,3 y 4 se encuentran en un nivel superior a la media, y las pistas 2,5, 6, 7 y 8 están justo en la media de los registros.

Tal comparación resulta muy atrayente por motivos de que la nadadora de la pista 1 no figuran entre las mejores finalistas y posee un registro de la FB similar a las mejores nadadoras de la muestra analizada, lo que debe entenderse como una mala planificación de la carrera o una mal desempeño en la última parte de esta, lo anterior se relaciona con lo expuesto por Robertson et al. (2009) el cual propone nadar lo 200 m de forma rítmica sin oscilaciones en la FB con motivos de enmarcar una carrera continua y con un alto funcionamiento de la capacidad física.

Finalmente, los datos expresando en esta investigación son capaces de generar parámetros que se vinculen con el rendimiento en la natación.

## 5. CONCLUSION

Los datos obtenidos indican que una baja cantidad de ciclos de brazada coinciden con una mayor rapidez de nado. Lo que también se aprecia en la relación entre la frecuencia y la distancia de brazada, ya que a medida que transcurre la prueba estas dos variables disminuyen.

Específicamente en la prueba de 200 metros, se observa que las nadadoras realizan una carrera donde la velocidad media de desplazamiento presenta los niveles más altos en los momentos de la salida y el remate.

Finalmente se cree adecuado una mayor indagación de los parámetros técnicos de la natación, para crear consensos y teorías de los desplazamientos acuáticos, para así hacer crecer este deporte en el ámbito de la ciencia.

## 6. REFERENCIAS

Araújo, C, Matsudo V. Swimming performance predictors: comparisons of two tests. *Anales de Congresso Panamericano de Medicina Desportiva*.1979, San Juan.

Barbosa, T. M., Fernandes, R. J., Keskinen, K. L., & Vilas-Boas, J. P. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost *Df* elite swimmers. *European journal of Applied Physiology*, 103, 139-149.

Caputo, F.; Lucas, R.D.; Greco, C.C.; Denadai, B.S. (2000). Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performance. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília, 8(3):7-13,

Caputo, F.; Oliveira, M.F.M.; Denadai, B.S. Greco, C.C. (2006). Fatores intrínsecos do custo energéticoda locomoção durante a natação. *Revista Brasileira de Medicina e Esporte*, São Paulo, 12(6)399-404.

Caputo, F; Fernandes, M; Denadai, B.S Greco, C. (2006). Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação. *Revista Brasileira Medicina Esporte* 12 (6): 399-404.

Castro, F.A.S.; Guimarães, A.C.S.; Moré, F.C.; Lammerhirt, H.M.; Marques, A.C. (2005). Cinemática do nado "crawl" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, São Paulo, 19(3): 223-232.

Colwin, C.M. Nadando para o século XXI. São Paulo: Manole, 2000.

Craig-Junior, A.B.; Pendergast, D.R. (1979). Relationships of stroke rate, distance per stroke and velocity in competitive swimming. *Medicine and Science in Sports*, Madison, 11:278-283.

De Souza, F. A., Guimarães, A. C. S., Moré, F. C., Lammerhirt, H. M., & Marques, A. C. (2005). Cinemática do nado "crawl" sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 19(3), 223-232.

Farah B, Silva W, Santos Mn, & Melo W. (2010) Análise descritiva do desempenho em uma prova de 100 m nado livre feminino baseada em variáveis biomecânicas *Rev. bras. Educ. Fís. Esporte*, São Paulo, 24(4):463-469,

Hay, J.G.; Guimarães, A.C.S. A (1983) Quantitative look at swimming biomechanics. *Swimning Technique*, North Hollywood, 20:11-7,

Maglischo, E.W. Nadando ainda mais rápido. São Paulo: Manole, 1999.

Mason, B. R., & Cossor, M. (2001). Swim turn performances at the Sydney 2000 Olympic Games. En *Proceedings of Swim Sessions: XIX International Symposium on Biomechanics in Sports* (pp. 65-69). Exercise & Sport Science Department, University of San Francisco.

Mirallas, E. (2013) La velocidad de nado: frecuencia de brazada y longitud de brazada. *El manual práctico de la natación master del entrenamiento a la competición*. 304-314

Moreno, J.A, Camarero, S & Tella, V. Baremos técnicos en las pruebas de 100 y 200 m braza. Universidad de valencia. recuperado <http://www.um.es/univefd/bt12b.pdf>

Polli VJ, Jacomel GF, Souza TG, Ruschel C, Schütz GR, Araújo LG, Roesler H. (2009). Análise da frequência e do comprimento de braçada em provas de 50, 100 e 200 metros costas na natação. *Fit Perf J*, 8(6):417-21.

Robertson, E., Pyne, D., Hopkins, W., & Anson, J. (2009). Analysis of lap times in international swimming competitions (2009). *Journal of Sports Sciences*, 27(4):387-395.



Seyfried, D. (2007). Better coaching of elite swimmers with the applied use of optimal individual stroke rate parameters. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(1):144-147

Silva, A.; Silva, F.; Reis, A.; Reis, V.; Marinho, D.; Carneiro, A.; Aida, F. (2007) Análise das componentes da prova como ponto de partida para a definição de objetivos na natação na categoria de cadetes. *Revista Portuguesa de Ciência do Desporto, Porto*, 7(2):189-201.

Trinidad A., & Lorenzo A. (2012). Análisis de los indicadores de rendimiento en las finales europeas de natación en pruebas cortas y en estilo libre. *Apunts. Educación física y deportes*, 10(7):97-107.

Ungerechts, B, (1979) El valor de la cuenta de la brazada, la determinación en la natación. *Los deportes de competencia*, 5(9): 353-356.

**Fecha de recepción: 3/2/2018**  
**Fecha de aceptación: 22/2/2018**