

## Diversificación de patrones en rutinas de solo en natación sincronizada de alto nivel

### Patterns of solo routines in high-performance synchronized swimming

### Diversificação de padrões em rotinas de solo na natação sincronizada de alto-rendimento

Xavier Iglesias<sup>1</sup>, Lara Rodríguez-Zamora<sup>1</sup>, Diego Chaverri<sup>1</sup>, Pilar Clapés<sup>1</sup>, Ferran A. Rodríguez<sup>1</sup> y M. Teresa Anguera<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INEFC-Barcelona Sport Sciences Research Group, Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya, INEFC - Universitat de Barcelona,

<sup>2</sup>Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento. Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona

**Resumen:** El objetivo del presente estudio es determinar y caracterizar la existencia de diferencias estructurales y *T-Patterns* en la disposición corporal entre las rutinas de solo técnico y libre en la natación sincronizada de alto nivel. Se utilizó un diseño observacional puntual, nomotético y multidimensional. El instrumento de registro fue el programa LINCE v. 1.1. La fiabilidad en la observación se determinó mediante el grado de concordancia intra e interobservador con valores de 0,9 en el índice Kappa. Se analizaron 15 nadadoras finalistas del campeonato del Mundo y 11 del campeonato de España, en 19 rutinas de solo técnico y 23 de solo libre). Se realizó un análisis descriptivo e inferencial de los registros, así como una detección de *T-Patterns*, mediante Theme 6 Edu. Se detectó un mayor número de *T-Patterns* en el solo técnico que en el solo libre. El 69,3 % ( $\pm 5,7$ ) del tiempo total de rutina, las nadadoras están en fase de apnea, siendo mayores estos porcentajes en la rutina técnica que en la libre ( $p < 0,05$ ). Se encontraron diferencias significativas entre los tipos de rutina en la posición corporal y los niveles de inmersión. En conclusión, podemos afirmar que existen diferencias significativas entre las rutinas de solo libre y solo técnico tanto en la estructura temporal como en los *T-Patterns* detectados. Los programas técnicos se caracterizan por mayores porcentajes temporales en fases de apnea, elementos en baja inmersión y ejecuciones en posición inferior, así como en la cantidad de *T-Patterns* detectados.

**Palabras clave:** *T-Patterns*, metodología observacional, apnea, posición corporal, inmersión.

**Abstract:** The aim of the present study is to identify and characterize the structural differences and T-Patterns of body posture in technical and free solo routines of high-performance synchronized swimming. The study is observational, punctual, nomotetic and multidimensional. Data were registered using LINCE v.1.1. with a fiability intra- and inter-observer of 90% (Kappa index). The participants were 26 female swimmers (15 finalists in the World Championship 2011 and 11 finalists from the Spanish Championship) and the sample are 19 routines of technical solo and 23 routines of free solo. A descriptive and an inferential analysis were performed, as well as a pattern analysis according to THEME 6 Edu. More T-patterns were detected in the technical solo routines than in the free solo. Results show that in 69,3% ( $\pm 5,7$ ) of the routine's time, swimmers are in apnea, and this

percentage is higher in technical routines than in free routines ( $p < 0,05$ ). Significant differences were also found in the body posture and levels of immersion between the two types of routines considered. In conclusion, results suggest that free solo and technical solo routines present significant differences in regard to the temporal structure and in the sequential patterns detected. The technical routines are characterized by longer apnea episodes, more elements in low immersion and more performances in inferior positions, and more T-patterns.

**Key-words:** *T-Patterns*, Observational methodology, Apnea, Body posture, Immersion.

**Resumo:** O objetivo do presente estudo foi caracterizar e determinar a existência de diferenças estruturais e de *T-Patterns* na disposição corporal entre os esquemas técnicos e livres de natação sincronizada de alto nível. Foi utilizado um desenho observacional do tipo: pontual, nomotético e multidimensional. O instrumento de registro utilizado foi o programa LINCE v.1.1. A fiabilidade da observação foi determinadas pelo grau de concordância intra e inter observador com valores de 0,9 no índice Kappa. Foram analisadas 15 nadadoras finalistas do campeonato do Mundo e 11 do campeonato de Espanha, em 19 rotinas de técnicas individuais e 23 individuais livres. Realizou-se uma análise descritiva e inferência dos registros, assim como uma de padrões, mediante o Theme6 Edu. Foi detetado um maior número de *T-Patterns* nos esquemas individuais técnicos que nos esquemas livres. Em 69,3% ( $\pm 5,7$ ) do tempo total da rotina, as nadadoras estavam em fase de apneia, sendo maiores estas percentagens nas rotinas técnicas que nas livres ( $p < 0,05$ ). Foram encontradas diferenças significativas entre os tipos de rotina na análise da posição corporal e nos níveis de imersão. Em conclusão, podemos afirmar que existem diferenças significativas entre os esquemas livres e os esquemas técnicos tanto na estrutura temporal como nos padrões sequenciais detetados. Os programas técnicos caracterizam-se por maiores percentagens temporais em fases de apneia, elementos em baixa imersão e execuções em posição inferior, assim como na quantidade de *T-Patterns* detetados.

**Palavras-chave:** *T-Patterns*, metodologia observacional, apneia, posição corporal, imersão.

Dirección para correspondencia [Correspondence address]: Xavier Iglesias. INEFC-Barcelona Sport Sciences Research Group. Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya. Avda. de l'Estadi, 12-22 (Anella Olímpica de Montjuïc) 08038 Barcelona (España). E-mail: [xiglesias@gmail.com](mailto:xiglesias@gmail.com)

La natación sincronizada es una disciplina que exige una gran dedicación por parte de las deportistas, así como de sus equipos técnicos, en la búsqueda de la excelencia. En los últimos años han aparecido distintos estudios que han demostrado

la importancia de los requerimientos bioenergéticos en este deporte, destacando las implicaciones que las reiteradas situaciones de apnea tienen sobre el comportamiento de la frecuencia cardíaca (Alentejano, Marshall y Bell, 2008; Chatard, Mujika, Chantegraille y Kostucha, 1999; Gabrilo, Peric y Stipic 2011; Gemma y Wells, 1987; Jamnik, Gledhill, Hunter y Murray, 1987; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri, Erola y Rodríguez, 2014; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Torres et al., 2014; Yamamura, Matsui y Kitagawa, 2000; Yamamura, Zushi, Takata, Ishiko, Matsui y Kitagawa, 1999). Más allá de estos requerimientos fisiológicos, la natación sincronizada es una de las especialidades en las que el resultado deportivo es consecuencia de la ejecución de ejercicios de carácter coreográfico, con la particularidad que se realiza en el medio acuático. Las pautas de valoración de las rutinas competitivas dependen de las apreciaciones de los jueces que, prioritariamente, evalúan la impresión artística, la dificultad de los elementos y su calidad técnica (FINA, 2009-2013). La tipología y diversidad de movimientos que ejecutan las nadadoras viene condicionado por el carácter de las rutinas competitivas. El solo y el dúo son especialidades de mayor exigencia que las rutinas por equipos, y los programas libres lo son más que los técnicos (Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri, Erola y Rodríguez, 2012).

Las rutinas son composiciones coreográficas de gran complejidad condicionadas por las capacidades bioenergéticas de las deportistas, sus cualidades técnico-combinatorias y la adaptación a las exigencias del reglamento. La utilización de la observación es una constante en este deporte, pero en la literatura son pocos los estudios que reflejan la importancia de esta metodología. Los primeros estudios publicados (Honna, 1994) se centraron en la descripción secuencial de las figuras en las rutinas de distintos equipos en los Juegos Olímpicos, destacando que el 62,2% del tiempo en competición se producía en situación de apnea. Posteriormente los análisis observacionales han ido aportando mayor conocimiento sobre la estructura de la natación sincronizada (Alentejano et al., 2008), así como procesos metodológicos de mayor calidad (Iglesias et al., 2014).

La complejidad que implica la valoración de la natación sincronizada contribuye a la existencia de muy poca literatura sobre el análisis de los movimientos que se ejecutan en competición. En disciplinas coreográficas, como la danza, se han realizado interesantes aportaciones (Castaner, Torrents, Anguera, Dinusova y Jonsson, 2009; Torrents, Castañer, Jofre, Morey y Reverter, 2013), así como en otros deportes (Camerino, Castañer y Anguera, 2014; Sautu, Garay y Hernández-Mendo, 2009), gracias a la implementación de instrumentos de registro y análisis observacional en el ámbito deportivo (Castellano, Perea, Alday y Hernández-Mendo, 2008; Gabin, Camerino, Anguera y Castañer, 2012; Hernández-Mendo et al., 2014; Hernández-Mendo, López, Castellano, Morales

y Pastrana, 2012; Martín, González, Cavalcanti, Chiroso y Aguilar, 2013; Jonsson et al., 2000).

En los últimos años está irrumpiendo el análisis de *T-Patterns*, estructuras de patrones temporales que se aleja de la estadística cuantitativa clásica (Magnusson, 1996, 2000, 2006). La detección de estos patrones se está aplicando tanto en deportes colectivos (Camerino, Chaverri, Anguera y Jonsson, 2012; Fernández, Camerino, Anguera y Jonsson 2009; Jonsson et al., 2006; Lapresa, García, Arana y Garzón, 2011) como individuales (Lapresa, Aragón y Arana, 2012), de combate (Gutiérrez-Santiago, Prieto, Camerino y Anguera, 2011) y coreográficos (Camerino et al., 2014; Castañer et al., 2009; Torrents et al., 2013).

La detección de *T-Patterns* en la natación sincronizada permitirá conocer las combinaciones de movimientos más utilizadas por las nadadoras y valorar la regularidad temporal en la aparición de las distintas conductas en cada rutina. El objetivo del presente estudio es determinar y caracterizar las diferencias en la estructura temporal y en los patrones de movimiento entre las rutinas de solo técnico y libre en la natación sincronizada de alto nivel.

## Método

### Diseño

El diseño observacional es P/N/M (Anguera, Blanco-Villaseño, Hernández-Mendo y Losada, 2011): puntual (registro de una sesión única, sin seguimiento) con seguimiento intra-sesional, nomotético (valoración diferencial de distintas nadadoras y campeonatos) y multidimensional (diversos criterios y niveles de análisis en el instrumento). La observación realizada es sistemática, abierta y no participante (Borrie, Jonsson y Magnusson, 2002).

### Participantes

Mediante un muestreo intencional (Anguera, Arnau, Ato, Martínez, Pascual y Vallejo 1995) se incluyeron en el estudio veinticinco nadadoras (n=25) de natación sincronizada que participaron en el Campeonato del Mundo y el Campeonato de España del año 2011, en las rutinas de solo. La muestra representa la élite de este deporte, pues la mayoría de las nadadoras eran medallistas olímpicas o en Campeonatos del mundo sénior y junior, que fueron observadas en la realización de cuarenta y dos rutinas competitivas (n=42) de solo técnico (ST, n=19) y solo libre (SL, n=23). El estudio se adecuó a los requisitos establecidos en la Declaración de Helsinki (Harriss y Atkinson, 2011) y fue sometido y aprobado por el comité ético de investigación clínica del deporte de Cataluña.

**Instrumentos**

**Instrumento observacional**

Se utilizó SINCROBS, una adaptación del instrumento observacional diseñado por Iglesias et al. (2014) para la caracterización de las rutinas de competición de la natación sincronizada (tabla 1). El instrumento SINCROBS consta de 4 criterios y 13 categorías mediante los que se determinan las fases de la rutina, el nivel de inmersión, así como la posición corporal. Cada uno de los cambios producidos en cualquiera de los cuatro criterios de estudio implicaba un nuevo registro, constituido como unidad de observación a partir de sus categorías.

**Tabla 1.** Instrumento de observación SINCROBS para el análisis de la estructura de la natación sincronizada (adaptado de Iglesias et al., 2014).

Criterio	Categorías	Descripción
FASE DE RUTINA	PLAYA	La nadadora está en contacto con el suelo.
	AÉREA	Momentos de salto o suspensión fuera del agua. Ninguna parte del cuerpo está en contacto con el suelo o el agua.
	ACUÁTICA	Desde el momento en que la boca de la nadadora sale del agua, hasta que la vuelve a introducir completamente dentro del agua.
	SUBACUÁTICA	Desde el momento en que la boca se introduce en el agua, hasta el momento en que vuelve a salir.
FASE DE INMERSIÓN	CARA FUERA	Cara parcial o completamente fuera del agua.
	CARA DENTRO	Inmersión completa de la cara (Barbilla y Frente).
POSICIÓN CORPORAL	SUPERIOR	La cabeza permanece por encima de la cadera en relación al suelo.
	INFERIOR	La cabeza permanece por debajo de la cadera en relación al suelo.
	HORIZONTAL	La cabeza permanece a la altura de las caderas o muslos, con su límite máximo a la altura de las rodillas. El tronco permanece en todo momento en posición horizontal.
NIVEL DE INMERSIÓN	0% DE INMERSIÓN	No hay inmersión. Todo el cuerpo de la nadadora está fuera del agua.
	BAJO NIVEL DE INMERSIÓN	Posición superior. La parte del cuerpo INMERSA empieza desde la línea del pubis, hasta el último contacto de la nadadora con el agua. Posición inferior. La parte del cuerpo inmersa empieza en la línea del pubis y finaliza con el último contacto de la nadadora con el agua. Las dos piernas están elevadas sobre la superficie o paralelas a ella, pero siempre con su nivel máximo de inmersión en la línea de pubis o glútea.
	ALTO NIVEL DE INMERSIÓN	Posición horizontal. Si es lateral no hay bajo nivel de inmersión. Si es supina habrá nivel bajo de inmersión cuando con las dos extremidades inferiores fuera del agua, la línea de la superficie del agua quede por debajo de la línea del pubis/línea del glúteo. Si es prono habrá nivel bajo de inmersión cuando con las dos extremidades inferiores fuera del agua, la línea del pubis/línea glútea quede en la superficie del agua o por encima. Posición superior. Todo lo que no es bajo superior y tiene una inmersión parcial. Posición inferior. Todo lo que no es bajo inferior y tiene una inmersión parcial. Posición horizontal. Todo lo que no es bajo horizontal y tiene una inmersión parcial.
	100% DE INMERSIÓN	Todo el cuerpo está dentro del agua.

**Instrumentos de registro**

Las imágenes del Campeonato de España fueron grabadas mediante una cámara profesional (Panasonic AG-DVX-100BE 3-CCD Mini-DV Cinema Camcorder, 50i PAL) por un especialista altamente cualificado en las filmaciones de este deporte. Las rutinas de los Campeonatos del Mundo se obtuvieron de la señal televisiva. Sólo se incluyeron las rutinas que reunieran los requisitos de observabilidad. Se utilizó el programa libre LINCE v. 1.1 (Gabin et al., 2012), un programa interactivo multimedia, altamente flexible, que permite el visionado y registro en el monitor del ordenador, con funcionalidades similares a otros aplicativos (Castellano et al., 2008; Hernández-Mendo et al., 2014), y que se utilizó para la codificación y registro.

**Procedimiento**

Se analizaron cuarenta y dos rutinas (n=42) de solo entre las participantes de las fases finales de los Campeonatos de España y del Mundo absoluto del año 2011, mediante el instrumento de observación (tabla 1). Se recogieron las puntuaciones oficiales obtenidas por las nadadoras, al finalizar su participación en cada prueba, de acuerdo al código de puntuación vigente (FINA, 2009-2013) con el fin de valorar el nivel deportivo de las participantes en ambas competiciones, y establecer posibles diferencias de nivel a pesar de tratarse de una muestra, en su conjunto, de alto nivel deportivo. Los registros que nos proporcionó LINCE primero fueron tratados, con estadística descriptiva e inferencial, mediante el programa Microsoft® Office Excel® 2013 para ser recodificados posteriormente en los 8346 registros correspondientes a las 42 rutinas del estudio. Posteriormente se calcularon los estadísticos descriptivos que permitieron realizar la transformación de los registros cualitativos en variables cuantitativas, de frecuencias y duraciones. En cada uno de los criterios se determinó la distribución temporal, el porcentaje sobre el tiempo total de rutina y el número de ocurrencias. Siguiendo planteamientos de trabajos anteriores (Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri et al., 2014; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Torres et al., 2014), también se calcularon las inmersiones de cara superiores a 10 s. En segunda instancia, los registros que nos aportó directamente LINCE fueron tratados para su posterior análisis de *T-Patterns* mediante el software Theme v.6 Edu (Magnusson, 2006).

**Control de la calidad del dato**

El control de la calidad del dato (Blanco-Villaseñor y Anguera, 2003) fue establecido mediante la verificación de los procesos de validez y fiabilidad. Se realizó el análisis de validación sometiendo el instrumento observacional SINCRO-

OBS a su valoración por un panel de expertos compuesto por doce entrenadoras tituladas de natación sincronizada, y con gran experiencia en este deporte, obteniendo un nivel de acuerdo del 95%. La fiabilidad se determinó mediante el registro sistemático de 5 rutinas (6375 categorías observadas), con un grado de concordancia en el índice Kappa de 0,92 en la valoración intraobservación y 0,87 en la interobservación (Cohen, 1968). Previamente se había realizado un proceso de entrenamiento y formación sobre el instrumento de registro de dos técnicas especialistas en natación sincronizada hasta conseguir la concordancia consensuada (Anguera, 1990).

## Resultados

### Análisis descriptivos e inferenciales

En primer lugar presentamos el análisis descriptivo de la temporalidad de las distintas categorías que se realizó a través de la determinación de las frecuencias, porcentaje, media aritmética y desviación estándar ( $\pm$ DE) para cada rutina de competición. Para ello se procedió a la transformación de los registros discretos en variables temporales continuas para determinar la estructura temporal de las rutinas. La prueba T-Student para muestras apareadas se ha utilizado para valorar las diferencias temporales entre rutinas de solo técnico (ST) y solo libre (SL) mientras que las diferencias entre Campeonatos (Mundo vs. España) se han analizado con la T-Student de muestras independientes. La distribución normal se confirmó con la prueba de Shapiro-Wilks ( $n < 30$ ). En caso contrario se utilizó el test U de Mann-Whitney para la comparación entre campeonatos y la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon para la comparación entre rutinas. El nivel de confianza preestablecido para los contrastes fue del 95% y la probabilidad de error  $p < 0,05$  (contraste significativo). Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el programa PASW Statistics para Windows (v.18, SPSS Inc., Chicago, IL).

En segundo orden, el test de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) de Pearsos nos reveló la existencia de diferencias en la distribución de frecuencias de aparición de ocurrencias de las categorías entre las rutinas de solo libre y solo técnico en los criterios de fase de rutina, fase de inmersión y nivel de inmersión ( $p < 0,05$ ),

pero no en relación a la posición corporal. También se apreciaron diferencias, en función del campeonato analizado, en los criterios de fase de inmersión, nivel de inmersión y posición corporal ( $p < 0,05$ ), pero no en relación a la fase de rutina.

Las puntuaciones obtenidas por las deportistas en su prestación competitiva (tabla 2) muestran el alto nivel de la muestra, situándose en un rango entre los 71,9 y 98,2 puntos ( $87,3 \pm 6,9$ ). Las mayores puntuaciones se han registrado en deportistas participantes en los Campeonatos del Mundo ( $91 \pm 3,9$ ) con unos 8 puntos más que las obtenidas por las nadadoras finalistas de los Campeonatos de España ( $83,1 \pm 7,2$ ;  $p < 0,05$ ).

La duración media de las rutinas -desde el silbato inicial hasta la finalización de la música- se ajusta a los requisitos determinados por el reglamento de este deporte (FINA, 2009-2013), siendo de 127,7 s ( $\pm 6,7$ ) en el conjunto de ST y de 181,4 s ( $\pm 6,8$ ) en SL.

La tabla 2 muestra la distribución porcentual según las distintas fases de la rutina. La fase de playa, antes de saltar al agua, no ha presentado diferencias significativas ni en función del tipo de rutina, ni de la competición, registrando unos valores medios de 4,3 s ( $\pm 1,4$ ). La fase aérea, aunque ha mostrado diferencias entre rutinas y competiciones ( $p < 0,05$ ), presenta valores poco representativos en el conjunto de las rutinas ( $0,4 \pm 0,1$  s). Uno de los indicadores de mayor interés es el tiempo que utilizan las nadadoras en la fase subacuática, en situación de apnea, y que en el conjunto de los solos ha sido del 69,3 % ( $\pm 5,7$ ) del tiempo total de rutina. Este tiempo presenta diferencias significativas entre los tipos de rutina ( $p < 0,05$ ), no así entre el tipo de competición.

Siguiendo la propuesta utilizada en trabajos anteriores (Iglesias et al., 2014), se ha diferenciado el análisis de la fase subacuática -en el que las nadadoras tienen la boca sumergida en el agua-, de la fase de inmersión "cara dentro" (con la cara totalmente dentro del agua). Esta diferenciación responde a la posibilidad de incorporar modelos mixtos de análisis, con variables bioenergéticas, al matizar las distintas adaptaciones fisiológicas que comporta la situación de apnea y el reflejo de inmersión en la natación sincronizada (Rodríguez-Zamora et al., 2012; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri et al., 2014; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Torres et al., 2014).

**Tabla 2.** Puntuaciones competitivas y distribución temporal de las fases de rutina e inmersión en rutinas de solo técnico y libre en los Campeonatos de España y del Mundo de 2011.

	Solo Técnico		Solo Libre	
	Campeonato España (n = 9)	Campeonato Mundo (n = 10)	Campeonato España (n = 11)	Campeonato Mundo (n = 12)
Puntuación (puntos)	83,6 ± 7,2 & #	91,1 ± 3,9 *	82,8 ± 7,5 * ¶	90,9 ± 4,1 &
Rutina (s)	124,6 ± 8,4 &	130,5 ± 3,0 ¶	178,0 ± 6,5 * ¶	184,4 ± 5,7 # &
Fase playa (%)	2,8 ± 1,0	2,9 ± 1,3	2,8 ± 0,9	2,4 ± 0,5
Fase aérea (%)	0,2 ± 0,0 & #	0,3 ± 0,1 ¶ *	0,2 ± 0,0 * ¶	0,2 ± 0,0 # &
Fase acuática (%)	24,1 ± 5,0 &	24,3 ± 5,3 ¶	29,5 ± 4,9 *	31,6 ± 4,9 #
Fase subacuática (%)	72,9 ± 4,3 &	72,4 ± 5,9 ¶	67,5 ± 4,8 *	65,7 ± 4,8 #
Cara dentro (s)	85,1 ± 7,6 &	89,8 ± 7,0 ¶	111,1 ± 10,1 *	110,8 ± 9,0 #
Cara dentro (%)	68,3 ± 4,7 &	68,8 ± 5,8 ¶	62,3 ± 4,4 *	60,1 ± 5,1 #
Tiempo máximo cara dentro (s)	20,7 ± 4,2	19,0 ± 2,9	23,4 ± 3,3	22,3 ± 4,5
Elementos cara dentro > 10" (n)	2,9 ± 0,6	3,6 ± 0,8	3,9 ± 0,9	4,1 ± 1,0
Elementos cara dentro > 10" (s)	47,5 ± 10,6	54,2 ± 9,9	62,3 ± 15,7	65,2 ± 14,2

Valores son media ± SD

\* = Diferencias con solo técnico en campeonato de España; & = diferencias con solo libre en campeonato de España;  
# = diferencias con solo técnico en campeonato del Mundo; ¶ = diferencias con solo libre en campeonato del Mundo (P<0,05)

El análisis de los niveles de inmersión en que las nadadoras realizan sus movimientos ha mostrado diferencias significativas entre ST y SL en todas las ejecuciones realizadas en el agua ( $p<0,05$ ) (Tabla 3). Precisamente, los periodos de no inmersión (0% de inmersión), de menor relevancia temporal ( $3\pm 0,9$  %), se corresponden con las fases descritas como playa y aérea en la tabla 2. Los movimientos en inmersión total (100% de inmersión) presentan una media de 15,5 % ( $\pm 4,3$ ) en el conjunto de valoraciones, y también han mostrado diferencias significativas

en el SL según la competición. El nivel de inmersión más utilizado ha sido el alto con un 78 % ( $\pm 4,9$  s) del tiempo total de rutina, siendo mayores los porcentajes en el SL que en el ST ( $p<0,05$ ; Tabla 3). Las ejecuciones de mayor dificultad, que conllevan bajos niveles de inmersión corporal, han representado los menores porcentajes en el desarrollo acuático de las rutinas ( $3,5\pm 1,4$  %), siendo sus resultados distintos en base al tipo de rutina y nivel valorado ( $p<0,05$ ).

**Tabla 3.** Distribución temporal de las rutinas según los niveles de inmersión de las distintas ejecuciones en solo técnico y libre en los Campeonatos de España y del Mundo de 2011.

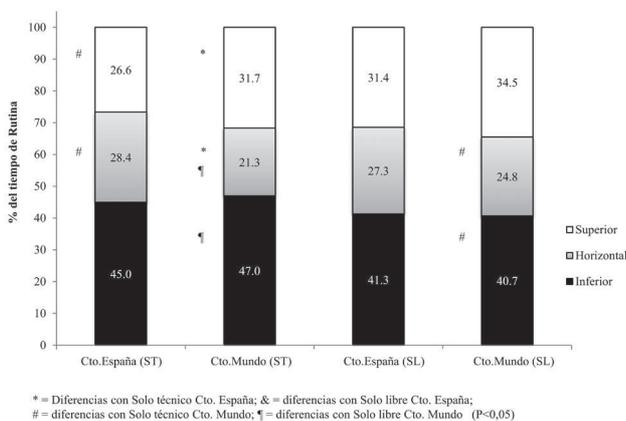
	Solo Técnico		Solo Libre	
	Campeonato España (n = 9)	Campeonato Mundo (n = 10)	Campeonato España (n = 11)	Campeonato Mundo (n = 12)
0% de inmersión (%)	3,1 ± 0,9	3,3 ± 1,2	3,0 ± 0,9	2,6 ± 0,5
100 % de inmersión (%)	18,5 ± 4,2 &	17,2 ± 3,2 ¶	15,1 ± 4,2 * ¶	12,3 ± 2,9 & #
Alta inmersión (%)	74,6 ± 4,3 &	75,0 ± 4,2 ¶	79,7 ± 4,0 *	81,5 ± 3,5 #
Baja inmersión (%)	3,8 ± 1,8 &	4,5 ± 1,3 ¶	2,2 ± 0,6 * ¶	3,6 ± 1,0 & #

Valores son media ± SD

\* = Diferencias con solo técnico en cto. de España; & = diferencias con solo libre en cto. de España;  
# = diferencias con solo técnico en cto. del Mundo; ¶ = diferencias con solo libre en cto. del Mundo (P<0,05)

Las distintas figuras y posiciones corporales que configuran las rutinas se muestran en la figura 1: la posición inferior es la más utilizada en todas las rutinas, representando el 43,3 % ( $\pm 5,3$ ) del tiempo total. La posición horizontal ha sido la menos utilizada por las nadadoras con tan solo el 25,4 % ( $\pm 4,1$ ), mientras que la posición superior ha mantenido tiempos intermedios con un porcentaje global del 31,3 % ( $\pm 5,5$ ). La posición horizontal mantiene las mayores diferencias en su distribución temporal en comparación entre tipos de rutina y competición (figura 1).

**Figura 1.** Distribución temporal según las posiciones corporales en las rutinas de solo técnico (ST) y libre (SL) en los Campeonatos de España y del Mundo de 2011.



## Resultados de *T-Patterns*

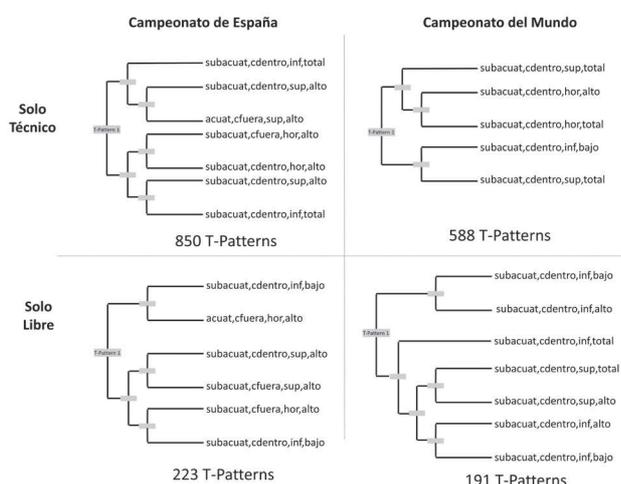
Para analizar la estructura secuencial y temporal de las rutinas, se ha procedido a la detección de *T-Patterns* (Magnusson, 1996, 2005, 2006) con el *software* Theme 6 Edu Magnusson, 2006), determinan un número mínimo de 20 ocurrencias con un nivel de significación de 0,005 (Tabla 4), que mostró que las rutinas técnicas presentan un mayor número de *T-Patterns*, tanto en la competición internacional (n=588) como en la estatal (n=850) en relación a las libres (n=191 y n=223 respectivamente), mientras que la relación con el número de configuraciones (*event-types*) registrado es completamente a la inversa, como se comprueba en la tabla 4. Las ejecuciones en las que las nadadoras se encuentran en la fase subacuática, cara dentro, posición inferior y nivel alto de inmersión (*subacuat,cdentro,inf,alto*) son las más frecuentes en el conjunto de rutinas, seguidas de los movimientos de estructura similar pero en que la nadadora se ha desplazado a la posición horizontal (*subacuat,cdentro,hor,alt4*).

**Tabla 4.** *T-Patterns* (mínimo 20 ocurrencias; nivel de significación 0,005) y configuraciones de las rutinas de solo técnico y libre en los Campeonatos de España y del Mundo de 2011.

	Campeonato de España		Campeonato del Mundo	
	Solo Técnico n	Solo Libre n	Solo Técnico n	Solo Libre n
<b>Rutinas</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>12</b>
<b>Patrones</b>	<b>850</b>	<b>223</b>	<b>588</b>	<b>191</b>
<b>Ocurrencias en rutina</b>	<b>1153</b>	<b>1991</b>	<b>1196</b>	<b>2065</b>
1 subacuat,cdentro,inf,alto	203	299	218	385
2 subacuat,cdentro,hor,alto	199	358	199	348
3 subacuat,cfuera,sup,alto	133	287	154	288
4 subacuat,cdentro,sup,alto	148	285	166	249
5 acuat,cfuera,sup,alto	117	247	159	278
6 acuat,cfuera,hor,alto	122	226	110	257
7 subacuat,cfuera,hor,alto	127	234	79	196
8 subacuat,cdentro,sup,total	85	132	101	134
9 subacuat,cdentro,inf,bajo	77	103	95	176
10 subacuat,cdentro,inf,total	72	130	91	148
11 subacuat,cdentro,hor,total	96	143	78	123
12 acuat,cfuera,sup,bajo	9	14	19	12
13 playa,cfuera,sup,no	9	13	10	13
14 aerea,cfuera,inf,no	9	11	10	12
15 acuat,cfuera,inf,bajo	9	11	9	12
16 aerea,cfuera,hor,no	9	10	10	11
17 playa,cfuera,hor,no	2	6	9	7
18 aerea,cfuera,sup,no	5	3	1	6
19 subacuat,cdentro,hor,bajo	2	1	5	4
20 acuat,cfuera,hor,bajo	2	3	1	3
21 subacuat,cfuera,hor,bajo	1	4		1
22 subacuat,cfuera,inf,bajo	1	2		
23 playa,cfuera,inf,no				2

La figura 2 muestra como ejemplo los *T-Patterns* detectados por el software Theme 6 Edu en cada una de las submuestras del estudio en base al tipo de rutina y competición. Su representación a través de dendogramas (Figura 2) se corresponde a acciones compuestas de configuraciones de categorías que ocurren sucesivamente a lo largo del tiempo y *frames* de la filmación (Magnusson, 2005). El análisis de los *T-patterns* detectados, que no es visible directamente, evidencia vinculaciones secuenciales ocultas regidas por las distancias temporales entre *event-types* en función de los intervalos críticos generados, y que en este estudio permiten profundizar en el conocimiento detallado de la configuración de los movimientos que componen cada rutina competitiva.

Figura 2. Dendogramas del primer *T-Pattern* correspondiente a las rutinas de solo técnico y libre en los Campeonatos de España y del Mundo de 2011.



## Discusión

Los deportes técnico-combinatorios están sujetos a la ejecución de un gran número de acciones técnicas condicionadas a la valoración de unos jueces, mediante apreciación de calidad técnica e impresión artística. Ello implica que en deportes como la natación sincronizada los elementos que influyen en las acciones de las nadadoras vienen determinados por sus capacidades y habilidades técnicas adecuadas a procesos coreográficos determinados por las entrenadoras. Diferenciar los matices que permiten construir y valorar elementos coreográficos de gran calidad y, a su vez, dificultad técnica, requiere de análisis cada vez más objetivos por parte de los equipos de preparación. En este estudio, los análisis estadísticos tradicionales y la detección de *T-Patterns*, nos han permitido apreciar la diversificación de patrones secuenciales temporales en las distintas tipologías de rutinas competitivas de la natación sincronizada. Se han podido corroborar las diferencias estructurales existentes entre las modalidades de libre y técnico en las rutinas de solo de dos competiciones de alto nivel en ámbitos diferenciados.

Las modalidades de solo son las que menores opciones de combinaciones coreográficas presentan al no poder sincronizar movimientos con otra u otras nadadoras, como es el caso de las rutinas de dúo, equipo y combo (FINA, 2009-2013), por ello hemos destacado el interés en valorar los aspectos diferenciales extraídos de un exhaustivo análisis estructural de las especialidades técnica y libre en su aplicación competitiva.

Las valoraciones de las jueces en las dos competiciones (tabla 2) confirman el elevado nivel de la muestra, así como la mayor calidad de las nadadoras internacionales ( $91 \pm 3,9$  puntos) -entre las que había una española- al de las nacionales ( $83,1 \pm 7,2$ ;  $p < 0,05$ ).

La no simetría de número de rutinas en cada submuestra (tabla 2) ha determinado que las frecuencias de aparición de los distintos eventos deban ser valoradas mediante la comparación de proporciones de registros cualitativos. Se determinaron diferencias tanto en el tipo de rutina como de competición ( $p < 0,05$ ) en la aplicación del test chi-cuadrado, lo que indica que las modalidades técnica y libre presentan diferencias evidentes, como también sucede entre los dos grupos de nadadoras valorados.

El análisis de la estructura temporal de las rutinas nos confirma que las nadadoras se ajustan a los requerimientos reglamentarios. La duración media del ST ha sido de 127,7 s ( $\pm 6,7$ ), mientras el reglamento determina 120 s ( $\pm 15$ ). La duración del SL ha sido de 181,4 s ( $\pm 6,8$ ), ajustándose a los 180 s ( $\pm 15$ ) indicados en la normativa oficial (FINA, 2009-2013).

La descomposición de las rutinas según sus distintas fases (tabla 1) ha sido realizada de acuerdo a un estudio previo (Iglesias et al., 2014) en el que se computan los tiempos en competición, incluidos los tiempos en tierra (playa) que no pueden exceder de 10 s según el reglamento, y que en los solos fue de 4,3 s ( $\pm 1,4$ ), sin diferencias significativas entre las submuestras. En el solo no existen elementos acrobáticos y de salto como los realizados en rutinas de equipo y combo, por ello la fase aérea se limita a los 0,4 s ( $\pm 0,1$ ) de tiempo entre que la nadadora pierde contacto con el suelo hasta que inicia la entrada en el agua. El conjunto de fases de playa y aérea no alcanza el segundo de duración en ninguna de las rutinas, por lo que se deduce que las nadadoras aprovechan el tiempo total de competición en ejecuciones dentro del agua, sin acercarse a los 10 s que el reglamento permite para desarrollar movimientos en tierra, para evitar una posible menor puntuación por parte de las jueces.

Tanto la fases acuática como subacuática no han mostrado diferencias sensibles al tipo de competición valorada, pero sí en base al programa técnico o libre ( $p < 0,05$ ). Los solos técnicos utilizan proporcionalmente un 72,6 % ( $\pm 5,1$ ) del tiempo total de rutina, lo que representa que de los 120 s en competición, 92,7 s ( $\pm 7,4\%$ ) se ejecutan en apnea con la boca dentro del agua, y las fosas nasales obturadas por una pinza característica de este deporte. En el SL la fase subacuática ha comportado el 66,6 % ( $\pm 4,7$ ) del tiempo total de rutina, lo que representa que de los 180 s en competición en 120,7 s ( $\pm 9,6\%$ ) las nadadoras no respiraban mientras realizaban sus movimientos. Las diferencias porcentuales en fase subacuática entre los programas libre y técnico podrían explicarse por la mayor duración de las rutinas libres -un minuto más que comporta la acumulación de más figuras en situación de apnea durante la prueba (tabla 2)- y, por consiguiente, un mayor déficit en la aportación de oxígeno que puede condicionar, durante las ejecuciones de mayor duración, unas adaptaciones fisiológicas y percepción del esfuerzo diferenciales (Figura, Cama y Guidetti, 1993; Gemma y Wells, 1987; Homma y Takahshi, 1999; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri et al., 2014).

Las figuras, como ejecuciones de gran dificultad en situación de apnea, son elementos clave en la construcción coreográfica de las rutinas. La valoración de la dificultad, como uno de los principios básicos de puntuación (FINA, 2009-2013), determina la existencia de 3,3 ( $\pm 0,8$ ) figuras superiores a los 10 s en programas técnicos y 4 ( $\pm 1$ ) en los libres. Estos registros son inferiores a los observados en competiciones de dúo debido a la mayor duración de estas rutinas y, por consiguiente, a la posibilidad de incrementar el número de figuras (Iglesias et al., 2014). En un estudio anterior (Alentejano et al., 2008) se analizaron las figuras que en los solos se realizaban con una duración superior a los 6,8 s, también mostrando valores superiores, pero en este caso por la utilización de un filtro temporalmente inferior.

Los registros en apnea de los solos se han mostrado muy superiores a los valores observados en la literatura en rutinas de dúos (Homma, 1994; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri et al., 2014) y equipos (Chatard et al., 1999; Homma, 1997).

Las diferencias significativas entre ejecuciones libre y técnica se mantienen en las fases cara dentro vs. cara fuera de la misma forma que en la valoración de las fases acuática y subacuática ( $p < 0,05$ ), sin detectarse tampoco diferencias significativas al valorar los resultados de las dos competiciones. Los valores de cara dentro representan entre 4 y 5 puntos menos porcentuales (tabla 2) en todas las rutinas en comparación con las fases subacuáticas. Ello es debido a la metodología utilizada, similar a la de estudios anteriores (Iglesias et al., 2014; Rodríguez-Zamora, Iglesias, Barrero, Chaverri et al., 2014), en que se ha diferenciado la apnea provocada por el hundimiento de la boca en el agua (fase subacuática) de la inmersión total de la cara (tabla 2). Otros estudios similares (Alentejano et al., 2008; Homma, 1994, 1997) no determinan con exactitud la pauta observacional utilizada en esta categoría, ni tampoco los procesos de calidad del dato realizados. En relación a esta fase de cara dentro, nuestros tiempos en competición internacional de élite son del 64,1 % ( $\pm 6,9$ ), superiores a los publicados en referencias anteriores con valores entre el 54,8 % y el 62,6 % en solos de competiciones de nivel similar (Homma, 1994). A nivel estatal, nuestros valores (65 $\pm$ 5,3 %) también se han mostrado superiores a los descritos en nadadoras canadienses (59 %) (Alentejano et al., 2008). Probablemente, el paso del tiempo implica una mayor preparación de las nadadoras y una mayor competitividad en cada uno de los niveles deportivos, lo que implica la ejecución de rutinas más exigentes, tanto desde el punto de vista técnico y artístico, como de sollicitación funcional.

A diferencia del estudio de Iglesias et al. (2014) en el que se valoraban los niveles de inmersión supeditados a la posición corporal, molecularizandolas categorías de baja inmersión, en este trabajo se han molarizado todas las categorías, obteniendo cuatro niveles de inmersión diferenciados (tabla

3). Las ejecuciones con un 0 % de inmersión se corresponden a las fases aérea y playa y son las de menor relevancia, tanto temporal como de incidencia en las puntuaciones finales. Los movimientos de alto nivel de inmersión son mayoritarios en el conjunto de las rutinas, y tienen un mayor porcentaje en la distribución temporal de la competición en las rutinas libres que en las técnicas. Algunas de las apreciaciones de dificultad en la valoración de las rutinas vienen determinados por los bajos niveles de inmersión en las ejecuciones de las deportistas puesto que se corresponden a elementos de mayor dificultad técnica, conocidos como “bañador seco” por mostrar la mayor parte del cuerpo fuera del agua (Iglesias et al., 2014). La gran dificultad que comportan estas ejecuciones condiciona que en ST sólo exista un 4,2 % ( $\pm 1,6$ ) del tiempo de rutina en baja inmersión, y en el SL un 2,9 % ( $\pm 1,1$ ), siendo significativas las diferencias entre ambas ( $p < 0,05$ ; tabla 3). La homogenización que las rutinas técnicas tienen, por reglamento, en las acciones ejecutadas, condiciona que las nadadoras deban explotar al máximo la calidad y dificultad de las acciones que llevan a cabo, mientras que en los programas libres, en la valoración en las puntuaciones tiene un mayor peso la interpretación de la música y elementos coreográficos y de sincronización. La extrema dificultad y carácter explosivo de los movimientos que provocan la baja inmersión pueden condicionar una mayor utilización en los solos que en los dúos como se ha comprobado en la literatura (Iglesias et al., 2014). Las fases subacuáticas de inmersión total han representado un 15,5 % ( $\pm 4,3$ ) del tiempo total, con diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre ST y SL (tabla 3). La menor aparición de ejecuciones en inmersión total, invisibles a la valoración de los jueces, en el SL puede justificarse también por la necesidad de conseguir el mayor número de ejecuciones con elementos favorecedores de la impresión artística, mientras que en el ST se busca una mayor profundidad que permita mejorar el impulso en acciones explosivas que tengan por objetivo incrementar las ejecuciones de baja inmersión.

En relación a la posición corporal (figura 1) se puede apreciar como los movimientos en posición inferior son mayoritarios en todas las rutinas, con una tendencia a ser mayores en el ST (46 $\pm$ 5,1 %) en relación al SL (41 $\pm$ 4,3 %), que sólo se muestra significativa en la competición mundial ( $p < 0,05$ ). Estos valores son coherentes con los resultados expuestos anteriormente atendiendo a que en esta posición, con la cabeza debajo del nivel de la cadera, se corresponden fases subacuáticas principalmente, que son las mayoritarias en todas las rutinas. Por su parte, la posición superior se correspondería a la ejecución de técnicas donde principalmente interviene la fase acuática de las rutinas. Los valores registrados en el conjunto de solos son similares a los obtenidos en la literatura en rutinas de dúos (Iglesias et al., 2014).

Los primeros estudios de secuencias en natación sincronizada fueron realizados por Homma (1994, 1997) y Alentejano

et al. (2008), pero no hemos encontrado ninguna publicación que haya aplicado la detección de *T-Patterns* (Magnusson, 1996, 2000), con lo que nuestro trabajo aporta una nueva estrategia en el análisis secuencial en este deporte. La información contenida en los *T-patterns* detectados corrobora los resultados obtenidos mediante la estadística tradicional, en la que observamos diferencias significativas en función del tipo de rutina y el ámbito competitivo analizado (figura 2). En el estudio se han analizado las co-ocurrencias que, de forma significativa, intervienen en el primer *T-pattern* una vez que están ordenados de forma decreciente en cuanto a complejidad.

El cuadrante superior izquierdo representa el primer *T-Pattern* (de un total de 850 detectados) en el conjunto de nadadoras de ST del campeonato de España. En él se puede apreciar como las ejecuciones (*event-type*) en las que las nadadoras se encuentran en la fase subacuática, cara dentro, posición inferior e inmersión total (*subacuat,cdentro,inf,total*) mantienen una vinculación secuencial con las co-ocurrencias en posiciones subacuática, cara dentro, posición superior y alto nivel de inmersión (*subacuat,cdentro,sup,alto*), y las que pasan a fase acuática, cara fuera, superior y alto nivel de inmersión (*subacuat,cdentro,sup,alto*). Las sucesivas co-ocurrencias mantienen la fase subacuática, sumergiendo la cara progresivamente en la posición horizontal y alto nivel de inmersión (*subacuat,cfuera,hor,alto* y *subacuat,cdentro,hor,alto*), finalizando el patrón con el paso a la posición superior de alto nivel de inmersión a la inferior de inmersión total (*subacuat,cdentro,sup,alto* y *subacuat,cdentro,inf,total*). El cuadrante superior derecho representa el primer *T-pattern* (de un total de 588 detectados) en el conjunto de nadadoras de ST del campeonato del Mundo, y se puede comprobar como todas las ocurrencias mantienen la fase subacuática con la cara dentro, modificando parcialmente las posiciones corporales y niveles de inmersión. El cuadrante inferior izquierdo muestra el primer *T-Pattern* (de 223) en el SL de la competición estatal, del cual destacamos que al igual que en el ST aparece una ocurrencia única de la fase acuática, hecho que no sucede en ninguno de los dos tipos de rutina de la competición mundial. El patrón del cuadrante inferior derecho, primero de 191 detectados, también presenta todas las co-ocurrencias en la fase subacuática y cara dentro, alternando las posiciones inferior y superior en distintos niveles de inmersión (figura 2).

En conclusión, podemos afirmar que existen diferencias significativas entre las rutinas de solo libre y solo técnico tanto en la estructura temporal como en los *T-Patterns* detectados. Los programas técnicos se caracterizan por mayores porcentajes temporales en fases de apnea, elementos en baja inmersión, ejecuciones en posición inferior y número de *T-Patterns* detectados.

## Aplicaciones Prácticas

La utilización de la metodología observacional y detección de patrones temporales en la natación sincronizada puede contribuir a la sistematización de los procesos observacionales ya utilizados en este deporte. La definición del instrumento observacional *ad hoc*, SINCROBS, permitirá a las entrenadoras profundizar en la consecución de indicadores que faciliten los procesos de control del entrenamiento y la competición. La detección de estructuras regulares de conductes contribuirá a definir la diversificación necesaria de los patrones de ejecución técnica en base a las características diferenciales de cada rutina.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo de la Real Federación Española de Natación y de la *Federación Catalana de Natació*. Destacar el agradecimiento a Roger Cabezas por la grabación de las imágenes de video y a Sandra Montes y Olalla de Pedro por su participación en los procesos de calidad del dato.

El estudio forma parte del proyecto “Synchro Project: Caracterización bioenergética y estructural de la natación sincronizada” subvencionado por el *Institut Català de les Dones de la Generalitat de Catalunya* (U-34/10) y el Consejo Superior de Deportes (001/UPB10/11); se ha contado con recursos del *Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya (INEFC Barcelona)* y AGAUR (IUE/2365/2009, SGR 971 y SGR 1054); y forma parte de la investigación “Observación de la interacción en deporte y actividad física: avances técnicos y metodológicos en registros automatizados cualitativos-cuantitativos”, subvencionado por la Secretaría de Estado de Investigación, Desarrollo e Innovación del Ministerio de Economía y Competitividad (DEP2012-32124).

## Referencias

1. Anguera, M.T. (1990). Metodología observacional. En J. Arnau, M.T. Anguera y J. Gómez (Eds.), *Metodología de la Investigación en Ciencias del Comportamiento* (pp. 125–238). Murcia: Universidad de Murcia.
2. Anguera, M.T., Arnau, J., Ato, M., Martínez, R., Pascual, J. y Vallejo, G. (1995). *Métodos de Investigación en Psicología*. Madrid: Síntesis.
3. Alentejano, T., Marshall, D. y Bell, G. (2008). A time-motion analysis of elite solo synchronized swimming. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 3(1), 31-40.
4. Anguera, M.T., Blanco-Villaseñor, A., Hernández-Mendo, A. y Losada, J.L. (2011). Diseños observacionales: ajuste y aplicación en psicología del deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63-76.
5. Blanco-Villaseñor, A. y Anguera, M.T. (2003). Calidad de los datos registrados en el ámbito deportivo. En A. Hernández-Mendo (Coord.), *Psicología del Deporte* (Vol. 2). *Metodología* (pp. 35-73). Buenos Aires: EF deportes.
6. Borrie, A., Jonsson, G.K. y Magnusson, M.S. (2002). Temporal pattern analysis and its applicability in sport: an explanation and exemplar data. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 845-852.

7. Camerino, O., Chaverri, J., Anguera, M.T. y Jonsson, G. K. (2012). Dynamics of the game in soccer: Detection of T-patterns. *European Journal of Sport Science*, 12(3), 216-224.
8. Camerino, O., Castañer, M. y Anguera, M.T. (2014). *Mixed Methods Research in the Movement Sciences: Case Studies in Sport, Physical Education and Dance*. London, England: Routledge.
9. Castañer, M., Torrents, C., Anguera, M.T., Dinusova, M. y Jonsson, G.K. (2009). Identifying and analyzing motor skill responses in body movement and dance. *Behavior Research Methods*, 41(3), 857-867.
10. Castellano, J., Perea, A., Alday, L. y Hernández-Mendo, A.H. (2008). The measuring and observation tool in sports. *Behavior Research Methods*, 40(3), 898-905.
11. Cohen, J. (1968). Weighted kappa: Nominal scale agreement provision for scaled disagreement or partial credit. *Psychological Bulletin*, 70(4), 213.
12. Chatard, J.C., Mujika, I., Chantegraille, M.C. y Kostucha, J. (1999). Performance and physiological responses to a 5-week synchronized swimming technical training programme in humans. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(6), 479-483.
13. Fernández, J., Camerino, O., Anguera, M.T. y Jonsson, G. K. (2009). Identifying and analyzing the construction and effectiveness of offensive plays in basketball by using systematic observation. *Behavior Research Methods*, 41(3), 719-730.
14. Figura, F., Cama, G. y Guidetti, L. (1993). Heart rate, alveolar gases and blood lactate during synchronized swimming. *Journal of Sports Sciences*, 11(2), 103-107.
15. FINA. (2009-2013). Synchronized swimming official rules. Cita-do 02/02/2013, 2012, disponible: [http://www.fina.org/H2O/index.php?option=com\\_contentyview=categoryyid=86:synchronised-swimming-rulesyItemid=184ylayout=default](http://www.fina.org/H2O/index.php?option=com_contentyview=categoryyid=86:synchronised-swimming-rulesyItemid=184ylayout=default)
16. Gabin, B., Camerino, O., Anguera, M.T. y Castañer, M. (2012). Lince: multiplatform sport analysis software. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 4692-4694.
17. Gabrilo, G., Peric, M. y Stipic, M. (2011). Pulmonary function in pu-beral synchronized swimmers: 1-year follow-up results and its relation to competitive achievement. *Medical Problems of Performing Artists*, 26(1), 39-43.
18. Gemma, K.E. y Wells, C.L. (1987). Heart rates of elite synchronized swimmers. *The Physician and Sports Medicine*, 15(10), 99-106.
19. Gutiérrez-Santiago, A., Prieto, I., Camerino, O. y Anguera, M.T. (2011). The temporal structure of judo bouts in visually impaired men and women. *Journal of Sports Sciences*, 29(13), 1443-1451.
20. Harriss, D. y Atkinson, G. (2011). Update—ethical standards in sport and exercise science research. *International Journal of Sports Medicine*, 32(11), 819-821.
21. Hernández-Mendo, A., Castellano, J., Camerino, O., Jonsson, G., Blanco-Villaseñor, Á., Lopes, A. y Anguera, M.T. (2014). Programas informáticos de registro, control de calidad del dato, y análisis de datos1. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 111-121.
22. Hernández-Mendo, A., López-López, J.A., Castellano, J., Morales, V. y Pastrana, J.L. (2012). HOISAN 1.2: Programa informático para uso en Metodología Observacional. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 12(1), 55-77.
23. Homma, M. (1994). The components and the time of 'face in' of the routines in synchronized swimming. *Medicine and Sport Science*, 39, 149-154.
24. Homma, M. (1997). A study of the components of the team free rou-tines in synchronized swimming at the Atlanta Olynpic Games. *Suiei Suichu Undo Kagaku*, 13, 9-20.
25. Homma, M. y Takahshi, G. (1999). Heart rate response during exerci-se with breath holding in synchronized Swimming. *Suiei Suichu Undo Kagaku*, 11(1), 27-38.
26. Iglesias, X., Rodríguez-Zamora, L., Clapés, P., Barrero, A., Chaverri, D. y Rodríguez, F.A. (2014). Análisis multidimensional de la estruc-tura de las rutinas competitivas en natación sincronizada. *Revista de Psicología del Deporte*, 23(1), 173-180.
27. Jamnik, V., Gledhill, N., Hunter, I. y Murray, P. (1987). Physiological assessment of synchrized swimming and elite synchronized swim-mers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 19(2), S65.
28. Jonsson, G.K., Anguera, M.T., Blanco-Villaseñor, A., Losada, J.L., Hernández-Mendo, A., Ardá, T. y Castellano, J. (2006). Hidden pat-terns of play interaction in soccer using SOF-CODER. *Behaviour Re-search Methods*, 38(3), 372-381.
29. Lapresa, D., García, J., Arana, J. y Garzón, B. (2011). Análisis de pa-trones temporales en las rutinas gestuales previas al tiro libre de ba-loncesto, en la categoría alevín. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 383-400.
30. Lapresa, D., Aragón, S. y Arana, J. (2012). Patrones temporales de comportamiento táctico en carreras atléticas de 5.000 metros. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 3(109), 80-88.
31. Magnusson, M.S. (1996). Hidden real-time patterns in intra-and in-ter-individual behavior: Description and detection. *European Journal of Psychological Assessment*, 12(2), 112-123.
32. Magnusson, M.S. (2000). Discovering hidden time patterns in beha-vior: T-Patterns and their detection. *Behavior Research Methods, Instru-ments, & Computers*, 32(1), 93-110.
33. Magnusson, M.S. (2005). Understanding social interaction: Disco-vering hidden structure with model and algorithms. In L. Anolli, S. Duncan, M. Magnusson & G. Riva (Eds.), *The Hidden Structure of Social Interaction. From Genomics to Culture Patterns* (pp. 4-24). Am-sterdam: IOS Press
34. Martín, I., González, A., Cavalcanti, L.A., Chiroso, L.J. y Aguilar, J. (2013). Fiabilidad y optimización del programa PROTODEBA v 1.0 para la observación de la Toma de Decisiones en Balonmano. *Cuader-nos de Psicología del Deporte*, 13(1), 63-70.
35. Rodríguez-Zamora, L., Iglesias, X., Barrero, A., Chaverri, D., Erola, P. y Rodríguez, F.A. (2012). Physiological responses in relation to perfor-mance during competition in elite synchronized swimmers. *PLoS One*, 7(11), 49098.
36. Rodríguez-Zamora, L., Iglesias, X., Barrero, A., Chaverri, D., Irur-tia, A., Erola, P. y Rodríguez, F.A. (2014). Perceived exertion, time of immersion and physiological correlates in synchronized swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 35(5), 403-411.
37. Rodríguez-Zamora, L., Iglesias, X., Barrero, A., Torres, L. Chaverri, D. y Rodríguez, F.A. (2014). Monitoring internal load parameters during competitive synchronized swimming duet routines in elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(3), 742-751.
38. Sautu, L.M., Garay, J.O. y Hernández-Mendo, A. (2009). Observa-ción y análisis de las interacciones indirectas en el baloncesto ACB. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 9, 69.
39. Torrents, C., Castañer, M., Jofre, T., Morey, G. y Reverter, F. (2013). Kinematic parameters that influence the aesthetic perception of beau-ty in contemporary dance. *Perception*, 42(4), 447-458.
40. Yamamura, C., Zushi, S., Takata, K., Ishiko, T., Matsui, N. y Kita-gawa, K. (1999). Physiological characteristics of well-trained synchro-nized swimmers in relation to performance scores. *International Jour-nal of Sports Medicine*, 20(4), 246-251.
41. Yamamura, C., Matsui, N. y Kitagawa, K. (2000). Physiological loads in the team technical and free routines of synchronized swimmers. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(6), 1171-1174.