

Transforming defensive teaching in handball: An analysis of applied constraints

Transformando la enseñanza defensiva en balonmano: Un análisis de constreñimientos aplicados

Sebastián Espoz-Lazo^{1*}, Víctor Reyes-Contreras², Pablo del Val-Martin², Claudio Hinojosa-Torres^{2,3}, Claudio Farías-Valenzuela⁴

¹ Escuela de Ciencias de la Actividad Física, el Deporte y la Salud, Universidad de Santiago de Chile USACH, Santiago 9170022, Chile.

² Facultad de Educación y Ciencias Sociales, Instituto del Deporte, Universidad Andres Bello, Fernández Concha 700, Las Condes, 77510157, Chile.

³ Facultad de Educación y Ciencias Sociales, Pedagogía en Educación Física, Universidad Andres Bello.

⁴ Escuela de Ciencias de la Actividad Física, Universidad de Las Américas, Santiago 9170022, Chile.

* Correspondence: Sebastián Espoz-Lazo sebastian.espoz@usach.cl

ABSTRACT

In the emerging field of sports science, the application of complex dynamic systems theory has opened new perspectives for understanding and improving sports training processes. Particularly in handball, a discipline that requires significant tactical coordination and adaptation, these concepts are ripe for exploration. The aim of this study was to investigate the influence of imposed constraints on defensive efficacy, demonstrating the relationship between defensive disposition and defensive actions in young handball players. The defensive actions of 12 young players were analyzed using a quantitative and observational approach, highlighting the influence of game constraints on tactical and technical formation. The results showed a significant relationship between defensive disposition and defensive actions, underscoring the importance of self-organization and adaptability in the training of young handball players. It reveals that variations in defensive strategies are influenced by imposed constraints, affecting defensive effectiveness. The study highlights the usefulness of applying complex dynamic systems theories in handball teaching and training, particularly in defensive formation, emphasizing the importance of adaptability and self-organization in the training of young players.

KEYWORDS

Handball; Complex Dynamic Systems; Motor Behaviour; Formative Training

RESUMEN

En el campo emergente de la ciencia del deporte, la aplicación de la teoría de sistemas dinámicos complejos ha abierto nuevas perspectivas para entender y mejorar los procesos de formación deportiva. En particular, el balonmano, una especialidad que requiere una coordinación y adaptación táctica significativas, se presta para la exploración de estos conceptos. El objetivo de este estudio fue investigar la influencia de las restricciones impuestas en la eficacia defensiva, demostrando la relación entre la disposición defensiva y las acciones defensivas en jugadores jóvenes de balonmano. Se analizaron las acciones defensivas de 12 jugadores jóvenes mediante un enfoque cuantitativo y observacional, destacando la influencia de las restricciones del juego en la formación táctica y técnica. Los resultados mostraron una relación significativa entre la disposición defensiva y las acciones defensivas, subrayando la importancia de la autoorganización y la adaptabilidad en el entrenamiento de los jóvenes jugadores de balonmano. Se revela que las variaciones en las estrategias defensivas están influenciadas por las restricciones impuestas, afectando la eficacia defensiva. El estudio destaca la utilidad de aplicar teorías de sistemas dinámicos complejos en la enseñanza y entrenamiento del balonmano, particularmente en la formación defensiva, enfatizando la importancia de la adaptabilidad y la autoorganización en el entrenamiento de jugadores jóvenes.

PALABRAS CLAVE

Balonmano; Sistemas Dinámicos Complejos; Conductas Motrices; Entrenamiento Formativo

1. INTRODUCCIÓN

La investigación en el ámbito del balonmano ha mostrado una evolución incremental, reflejada en la integración de estudios basados en la teoría de los sistemas dinámicos complejos en años recientes (Espoz-Lazo, 2023; Hinojosa-Torres et al., 2021; Soto-García, 2020). Este enfoque ha facilitado una comprensión más amplia de la complejidad inherente al deporte, abarcando aspectos tanto técnicos y tácticos como aspectos enfocados en los procesos de enseñanza-aprendizaje y las dinámicas de juego (Flores-Rodríguez, 2020).

Los sistemas dinámicos complejos se caracterizan por su naturaleza altamente interconectada, la cual da lugar a comportamientos emergentes e impredecibles (Andreev, 2020; Singh & Moharir,

1998). Están definidos por la no linealidad en sus interacciones, lo que implica que variaciones mínimas pueden provocar efectos significativos y desproporcionados en el comportamiento global del sistema (Fernández et al., 2012). Además, se destacan por su sensibilidad a las condiciones iniciales, capacidad de autoorganización y adaptabilidad al entorno (Kahl & Kschischo, 2021). La interacción de estas características conduce a la emergencia de patrones y estructuras que optimizan la eficiencia y coherencia del sistema (Foguelman et al., 2021).

En el contexto del balonmano, la aplicación de los principios de los sistemas dinámicos complejos es evidente, por ejemplo, en la autoorganización del equipo, donde se puede observar cómo los jugadores se alinean espontáneamente durante el juego, creando patrones que mejoran la eficiencia del equipo (Santos et al., 2023). La sensibilidad a las condiciones iniciales se manifiesta en las variaciones tácticas y técnicas que influyen significativamente la dinámica del partido, resaltando su importancia en la planificación de la enseñanza (Chow et al., 2021). La adaptabilidad se refleja en la capacidad de los jugadores para tomar decisiones rápidas y ajustarse continuamente en respuesta a los desafíos presentados por el equipo contrario y las condiciones cambiantes del juego (Bock et al., 2023; Espoz-Lazo et al., 2023).

Dentro de esta teoría, los constreñimientos son un concepto clave para entender el balonmano como un sistema dinámico complejo. Representan limitaciones en las trayectorias y comportamientos posibles, emergentes de la interacción de factores individuales y ambientales (Dresp-Langley, 2020). Estos constreñimientos no solo imponen límites, sino que también propician la aparición de patrones inesperados que surgen de manera no lineal (Foguelman et al., 2021). En el balonmano, los constreñimientos se manifiestan como limitaciones tanto colectivas como individuales, derivadas de características intrínsecas del juego y de las interacciones entre los jugadores (Renshaw & Chow, 2019).

Al abordar el balonmano como un sistema dinámico complejo, se abre la posibilidad de comprender su naturaleza y diseñar estrategias de enseñanza que se alineen con las características emergentes y los patrones impredecibles del juego (Menezes et al., 2016). La adaptabilidad y personalización son cruciales para optimizar el aprendizaje de los jugadores y prepararlos para la complejidad del deporte (Sandoval et al., 2021). Se han desarrollado metodologías de enseñanza basadas en el modelo ecológico de Gibson (1966), como el modelo Integrador de la Educación, la Pedagogía no Lineal y la Enseñanza Comprensiva, que han sido fundamentales en el desarrollo de enfoques innovadores para la enseñanza del balonmano (Camacho et al., 2018; Flores-Rodríguez, 2020; López et al., 2020). Sin embargo, los modelos existentes publicados en la ciencia respecto al

balonmano, especialmente los relacionados con los sistemas dinámicos complejos, han priorizado los aspectos de ataque con jugadores adultos, descuidando la enseñanza en etapas iniciales (Espoz-Lazo et al., 2023).

La relevancia de estudiar el desarrollo y el aprendizaje de conductas defensivas en balonmano, desde la perspectiva de los sistemas dinámicos complejos y los constreñimientos, radica en la necesidad de comprender y mejorar los procesos para la formación de estas habilidades, explorando cómo los jugadores y jugadoras responden y se ajustan a situaciones variables del juego (Arias et al., 2021). La aplicación de estos conceptos y estrategias metodológicas no solo enriquece la teoría deportiva, sino que también ofrece herramientas prácticas para entrenadores y jugadores. Por ello, este estudio apunta a describir las conductas defensivas emergentes al aplicar constreñimientos en ejercicios de balonmano, enfocándose en el aprendizaje de niños y niñas. El objetivo es proporcionar una comprensión inicial de la dinámica del balonmano y aportar evidencia para el diseño de estrategias de enseñanza adaptativas a su complejidad inherente.

2. MÉTODOS

2.1. Diseño

Esta investigación se enmarca en un diseño descriptivo, cuantitativo y observacional. Específicamente, adopta un diseño de seguimiento, idiográfico y multidimensional, realizando un análisis intra e inter-sesión para recopilar datos sobre la frecuencia de acciones y comportamientos individuales de niños y niñas participantes en actividades de balonmano (Anguera et al., 2011; Reyes-Contreras et al., 2019).

2.2. Participantes

La muestra consistió en 12 participantes (9 hombres y 3 mujeres), divididos en 3 grupos (G1, G2 y G3) de manera intencionada y equilibrada en cuanto a sexo (cada grupo compuesto de 1 mujer y 3 hombres por grupo), con el fin de organizar el ejercicio a aplicar de forma equitativa en cuanto a tiempo y espacio de ejecución. La edad promedio de los participantes corresponde a $14,55 \pm 0,51$ años, todos pertenecientes a un equipo local en Santiago de Chile. La selección se llevó a cabo por conveniencia (Otzen & Manterola, 2017), y todos fueron incluidos en un programa de entrenamiento diseñado específicamente para este estudio. Todos los participantes contaron con experiencias básicas en balonmano, habiendo recibido entrenamiento sistemático en su club durante el último año,

demostrando habilidades motoras básicas desarrolladas en este deporte, adquiridas a diferentes niveles (Camacho-Cardenosa et al., 2018).

Se obtuvo el asentimiento informado de todos los participantes, así como el consentimiento informado de sus padres y apoderados. Es relevante destacar que esta investigación contó con la aprobación del Comité de Ética de Investigación de la Universidad de Granada, bajo el número de registro 2000/CEIH/2021, y se adhiere a los estándares éticos establecidos en la Declaración de Helsinki (Shrestha, 2019).

2.3. Procedimiento

Todos los participantes de la muestra asistieron a una sesión de entrenamiento especial de balonmano, la cual se estructuró de la siguiente manera:

(A) Calentamiento: Inicialmente, se les solicitó trotar durante 5 minutos, seguido de 5 minutos de práctica libre e individual de diversas habilidades. Posteriormente, en parejas, realizaron un trote libre mientras se pasaban el balón entre ellos.

(B) Entrenamiento técnico defensivo: Esta fase incluyó diversos ejercicios centrados en movimientos defensivos. Se enfocó en orientarse según el oponente, mantener la distancia y aplicar presión, dependiendo de la intención del atacante. Esto como una forma de repasar contenidos previos.

(C) Ejercicio de Constreñimientos: Se implementó un ejercicio específico en el cual se implementaron elementos facilitadores y otros que limitaran las acciones a ejecutar. Este es el ejercicio de estudio.

(D) Enfriamiento: Se instruyó a los participantes realizar auto-masajes y estiramientos.

Se les indicó a los participantes abstenerse de ingerir alimentos o bebidas estimulantes, como café o bebidas energéticas, al menos dos horas antes de las sesiones de entrenamiento. También se les solicitó mantener el mismo tipo de dieta que seguían diariamente. Respecto a la hidratación, los participantes la gestionaron según su preferencia.

2.3.1. Ejercicio de Constreñimientos

Basados en la línea de investigaciones previas sobre la metodología de Pedagogía No Lineal (PNL) (Espoz-Lazo et al., 2023; Flores-Rodríguez & Ramírez-Macías, 2021; Correia et al., 2014), utilizando la estructura metodológica de este modelo, pero con diferencias en algunos fundamentos de

su génesis, se implementó una estructura específica donde los participantes interactuaron bajo constreñimientos predeterminados.

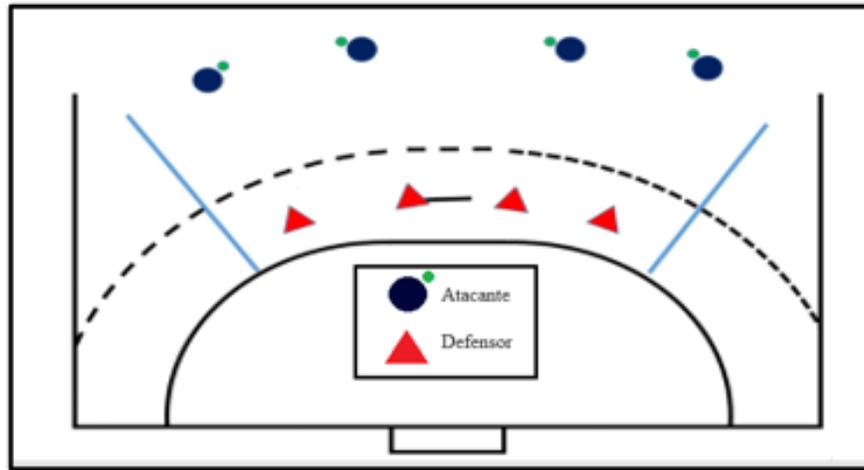
La asignación de roles ya sea como atacantes o defensores, fue realizada intencionalmente, buscando equilibrar los grupos con niveles de rendimiento similares. De esta manera, se organizaron 3 grupos, alternando entre roles de ataque y defensa durante diferentes momentos del ejercicio.

El propósito del ejercicio consistió en que el equipo defensor evitara que los atacantes penetraran el sistema defensivo y lograran anotar un gol, utilizando todas las herramientas permitidas por las reglas del juego. Mientras tanto, el equipo atacante debía superar el sistema defensivo, ingresando al área de portería y dejando el balón en ella. La duración del ejercicio se estableció en 2 minutos, reflejando el tiempo promedio máximo de un ciclo defensivo antes del cobro de un juego pasivo al equipo atacante (Sobrino y Salvat, 2020).

La dinámica específica del ejercicio implicó una situación especial de ataque-defensa, con la aplicación de los constreñimientos siguientes:

- Espacio reducido de la cancha
- Pasos ilimitados de los atacantes
- Desplazamientos y orientaciones de los compañeros defensores que interactúan en espacios compartidos, que a mayor profundidad se cuenta con mayores distancias de espacio y viceversa.
- Duración prolongada del ejercicio (2 minutos).

El desarrollo del ejercicio fue realizado en un formato de 4 contra 4 en un espacio delimitado, eliminando los extremos de la cancha. Cada atacante tenía posesión de un balón. El equipo atacante iniciaba su acción a la señal del entrenador, y cada jugador debía individualmente llevar el balón al área de 6 metros. Después de dejar el balón en el área o perderlo debido a la acción defensiva, el atacante regresaba al punto de inicio para reiniciar el ataque nuevamente en posesión del balón (ver figura 1). Por su parte, a los defensores se les recordaron los principios defensivos, haciendo hincapié en evitar que los atacantes avanzaran por la cancha.



Nota. Representación de la formación inicial del ejercicio y la delimitación del espacio donde se desarrolla el mismo.

Figura 1. Estructura inicial del ejercicio de constreñimientos

Los defensores no se les puso límite más que el del reglamento. Es decir que podían ejecutar tanto acciones individuales como colectivas entre las cuales podían ser contactos, acompañamientos, ayudas, coberturas, entre otras.

El entrenador entregó las indicaciones del ejercicio solamente al inicio y las repitió cada vez que había un cambio de roles entre las atacantes y defensoras. Se estableció que el entrenador no podía dar más indicaciones ni intervenir de ninguna forma en el desarrollo de la tarea; más allá de reforzar las indicaciones señaladas. El tiempo de duración del ejercicio fue controlado por el equipo investigador.

2.3.2. Recolección de datos

Dado el enfoque observacional de este estudio, se capturó la sesión de entrenamiento en video mediante la cámara principal integrada de un iPhone XR 64GB® (EE. UU.), colocada en un trípode a una altura de 8 metros, siguiendo la metodología previamente establecida (Jiménez-Olmedo et al., 2020). La grabación de la sesión se almacenó en un disco duro virtual para su posterior edición. La manipulación de los videos se realizó utilizando Adobe Premiere Pro CC 2020® (EE. UU.). Durante este proceso, se separó el segmento correspondiente al ejercicio de constreñimientos del resto de la grabación de la sesión. Se llevó a cabo una edición específica para resaltar el inicio y la finalización de cada ejercicio por grupo, además de señalar los momentos en que se producían cambios en los roles de los grupos. Este enfoque facilitó el análisis posterior mediante el uso del software Lince-Plus® (Soto et al., 2022).

En cuanto a la observación, se implementó un instrumento ad hoc basado en el enfoque de Anguera et al. (2011) y en los conceptos de comportamientos defensivos de Antón (1998); Antón (2003) (Tabla 1). Este instrumento consistió en un sistema de categorías exhaustivas y no excluyentes, respaldado teóricamente, que guio la observación detallada de los comportamientos durante la sesión (Tabla 2).

En una fase subsiguiente, se distribuyó la grabación de los ejercicios a tres observadores externos, quienes analizaron cada grupo en un orden diferente, procurando así que cada observador recibiera una secuencia única del ejercicio para minimizar la posible influencia del orden original estructurado.

Este equipo de observadores, compuesto por tres entrenadores de balonmano, recibió una formación específica en la metodología observacional para evaluar las habilidades defensivas en el contexto del balonmano. La capacitación de estos observadores fue conducida por un especialista en el deporte con experiencia en la investigación mediante esta metodología.

El experto realizó sesiones informativas con los observadores para aclarar dudas sobre el proceso de observación. También se les facilitó un video piloto como entrenamiento para adaptarse a la metodología observacional, garantizando así la uniformidad en los resultados entre los tres observadores. Cada uno de ellos evaluó las conductas defensivas en función de su aparición durante las distintas repeticiones de ataque, considerando las trayectorias ofensivas generadas por la iniciativa de cada atacante. Las conductas observadas se documentaron meticulosamente en una hoja de cálculo Excel®.

Tabla 1. Descripción de las Acciones Defensivas

Conductas a Observar	Descripción
Acciones Defensivas	
Contacto Defensivo en Línea de progresión	Defender al oponente directamente en su camino hacia la portería, limitando su avance y opciones.
Contacto Defensivo Fuera de Línea de Progresión	Realizar defensa física más allá de la trayectoria directa del jugador con el balón hacia la portería.
Ajuste Defensivo por la Espalda	Desplazarse por las espaldas de un(a) compañero(a) defensa en virtud de alcanzar la línea de progresión de un oponente directo que busca el desmarque lejano.
Ayuda Defensiva	Asistir a un compañero(a) de equipo en su tarea defensiva cuando este presenta riesgo de ser sobrepasado(a) por atacante
Falta sin Sanción	Una infracción menor que no resulta en una penalización directa, pero se cobra tiro libre en contra
Falta Sancionable	Infracción que lleva como consecuencia una sanción progresiva.
Cambio de Marca	Ajustar la responsabilidad defensiva cambiando de un oponente a otro en acuerdo con el/la compañero(a)
Disposición defensiva respecto al espacio	
Profundidad Presionante	Defensa se dispone en función de su oponente directo muy próximo a él/ella desde el inicio de la acción ofensiva
Media Profundidad	Defensa se dispone en función de su oponente directo a una distancia que abarca aproximadamente la mitad de la trayectoria que el/la atacante debe completar para alcanzar el objetivo
Baja Profundidad	Defensa si dispone en función de su oponente directo muy próximo área que debe defender desde el inicio de la acción ofensiva
Movilidad de acuerdo con acción defensiva y respecto al espacio	
Retrocede en Línea de Progresión	Mantiene la línea de progresión de su marca, pero retrocede hacia el área permitiendo la progresión de atacante
Desplazamiento en Anchura	Mantiene la línea de progresión de su marca y se mantiene en lugar sólo desplazándose en anchura logrando evitar la progresión de atacante
Desplazamiento en Profundidad	Mantiene la línea de progresión de su marca y al contactar se desplaza hacia adelante logrando evitar la progresión de atacante
Resultado de la Acción Defensiva	
Pierde la Marca	Pierde la línea de progresión de su marca, permitiendo que este avance hacia el área de gol.
Detención del Juego	El atacante no puede continuar con su acción ofensiva.
Marca Efectiva	El atacante abandona la posibilidad de atacar o sale de la zona delimitada del ejercicio.

Nota. La tabla describe cada una de las acciones defensivas que se definieron para realizar el análisis observacional en el presente estudio.

Tabla 2. Codificación de Acciones Defensivas

Conductas a Observar	Códigos
Acciones Defensivas	
Contacto Defensivo en Línea de progresión	CDLP
Contacto Defensivo Fuera de Línea de Progresión	CDFLP
Ajuste defensivo por la espalda	ADE
Ayuda Defensiva	AYD
Falta sin Sanción	FTSS
Falta Sancionable	FSS
Cambio de Marca	CM
Disposición Defensiva Respecto al Espacio	
Profundidad Presionante	PP
Profundidad Media	PM
Profundad Baja	PB
Movilidad de Acuerdo con Acción Defensiva y Respecto al Espacio	
Retrocede en Línea de Progresión	RLP
Desplazamiento en Anchura	DA
Desplazamiento en Profundidad	DP
Resultado de la Acción Ejecutada	
Pierde la Marca	PM
Detención del Juego	DJ
Marca Efectiva	ME

Nota. La tabla muestra los códigos definidos para cada conducta que se observa en el estudio.

2.4. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico, se empleó el software SPSS® v25 (IBM, Chicago, IL, EE. UU.). Dado que este estudio se centra en una perspectiva observacional multidimensional e ideográfica, se presentan resultados descriptivos en términos de frecuencias. Para comparar la frecuencia de las conductas defensivas emergentes por cada serie y cada grupo, se utilizó las tablas de contingencia. Asimismo, para evaluar la asociación entre las variables de Disposición Defensiva y Acciones Defensivas Emergentes por cada grupo, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado. Gráficos de barra fueron utilizados para visualizar la distribución de las variables en función de la frecuencia emergente de cada categoría entre series y grupos. Se adoptó una significancia del 5%

3. RESULTADOS

Se realizó un análisis descriptivo de la “Disposición Defensiva” en cada grupo de acuerdo con cada serie ejecutada, revelando diferencias significativas en la implementación de estas estrategias (tabla 3). En G1, durante la primera serie de ejercicios, se observó una tendencia principal hacia una PB, representando un 83,1% del total de sus acciones en este sector.

Tabla 3. Tabla de contingencia de Disposición Defensiva v/s serie por grupo

		Disposición Defensiva				
			PP	MP	PB	Total
G1	Series	S1	0	12	59*	71
		S2	24*	12	1	37
	Total		24	24	60	108
G2	Series	S1	0	14	34*	48
		S2	20*	13	5	38
	Total		20	27	39*	86
G3	Series	S1	5	26*	16	47
		S2	5	18*	13	36
	Total		10	44*	29	83

Nota. La tabla muestra la frecuencia con que cada disposición defensiva se presentó durante el análisis observacional y su relación en cada serie por cada grupo.

*Resultado mayor de la serie; S1: Serie 1; S2: Serie 2; PP: Profundidad Presionante; MP: Media Profundidad; PB: Profundidad Baja

Este grupo mostró también un 16,9% de acciones en MP y un 0% en PP. Por su parte, G2 presentó una conducta similar a G1 con un 70,8% de las acciones iniciadas en BP, mientras que el restante 29,2% lo realizó con PM y ninguna con PP. En tanto, G3 presentó conductas diferentes a G1 y G2 con una distribución de su disposición defensiva en un 34% en PB, un 55,3% en PM y un 10,6% en PP.

En la segunda serie, G1 cambió su enfoque, priorizando la PP (64,9%) sobre la mediana (32,4%) y relegando la PB al 2,7%. De manera similar, G2 ajustó su estrategia, favoreciendo también la PP (52,6%) sobre la mediana (34,2%), y disminuyendo la PB al 13,2%. G3, sin embargo, mantuvo su preferencia por la PM (50%), aunque con un ligero aumento en la PP (13,9%) y una disminución en la PB (36,1%).

En paralelo, el análisis de los resultados permitió evidenciar la cantidad de “Acciones Defensivas” ejecutadas en relación con la Disposición Defensiva con la que se dio inicio dicha acción. En la tabla 4, se evidencian patrones distintivos en la relación entre acciones y disposiciones defensivas.

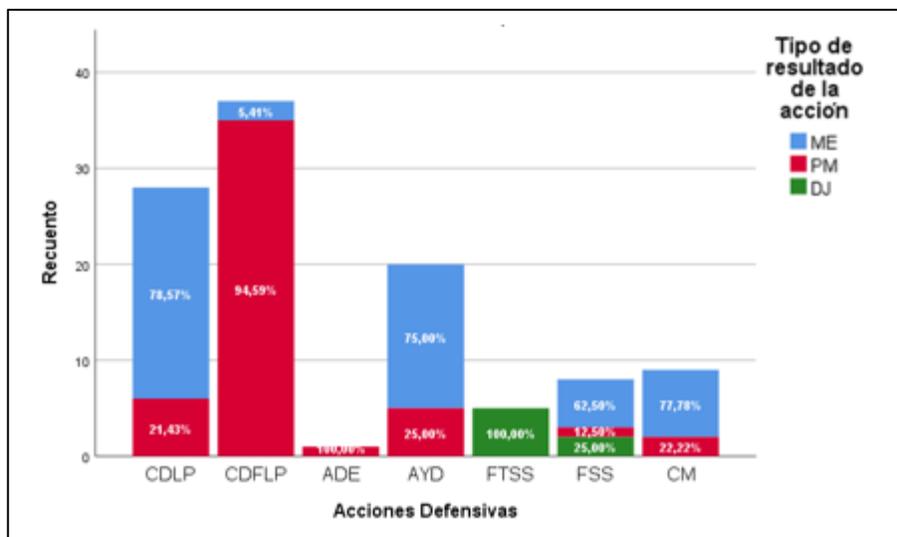
Tabla 4. Tabla de contingencia de las Acciones Defensivas v/s Disposición Defensiva por grupo

			Acciones Defensivas									
			CDLP	CDFLP	ADE	AYD	FTSS	FSS	CM	Total		
G1	Disposición Defensiva	PP	Recuento	3	14	0	0	1	6	0	24	
		% Respecto al total	12,5%	58,3%	0,0%	0,0%	4,2%	25,0%	0,0%	100,0%		
	MP	Recuento	8	13	0	1	2	0	0	24		
		% Respecto al total	33,3%	54,2%	0,0%	4,2%	8,3%	0,0%	0,0%	100,0%		
	BP	Recuento	17	10	1	19	2	2	9	60		
		% Respecto al total	28,3%	16,7%	1,7%	31,7%	3,3%	3,3%	15,0%	100,0%		
	Total	Recuento	28	37	1	20	5	8	9	108		
		% Respecto al total	25,9%	34,3%	0,9%	18,5%	4,6%	7,4%	8,3%	100,0%		
	G2	Disposición Defensiva	PP	Recuento	2	15	0	0	2	1	0	20
			% Respecto al total	10,0%	75,0%	0,0%	0,0%	10,0%	5,0%	0,0%	100,0%	
MP		Recuento	10	10	0	1	2	3	1	27		
		% Respecto al total	37,0%	37,0%	0,0%	3,7%	7,4%	11,1%	3,7%	100,0%		
BP		Recuento	8	12	1	7	6	3	2	39		
		% Respecto al total	20,5%	30,8%	2,6%	17,9%	15,4%	7,7%	5,1%	100,0%		
Total		Recuento	20	37	1	8	10	7	3	86		
		% Respecto al total	23,3%	43,0%	1,2%	9,3%	11,6%	8,1%	3,5%	100,0%		
G3		Disposición Defensiva	PP	Recuento	4	2	0	0	2	0	2	10
			% Respecto al total	40,0%	20,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0	20,0%	100,0%	
	MP	Recuento	18	3	5	6	8	0	4	44		
		% Respecto al total	40,9%	6,8%	11,4%	13,6%	18,2%	0	9,1%	100,0%		
	BP	Recuento	4	21	0	2	2	0	0	29		
		% respecto al total	13,8%	72,4%	0,0%	6,9%	6,9%	0	0,0%	100,0%		
	Total	Recuento	26	26	5	8	12	0	6	83		
		% Respecto al total	31,3%	31,3%	6,0%	9,6%	14,5%	0	7,2%	100,0%		

PP: Profundidad Presionante; MP: Media Profundidad; PB: Profundidad Baja; CDLP: Contacto en línea de Progresión; CDFLP: Contacto Fuera de la Línea de Progresión; ADE: Ajuste Defensivo por la Espalda; AYD: Ayuda Defensiva; FTSS: Falta sin Sanción; FSS: Falta Sancionable; CM: Cambio de Marca.

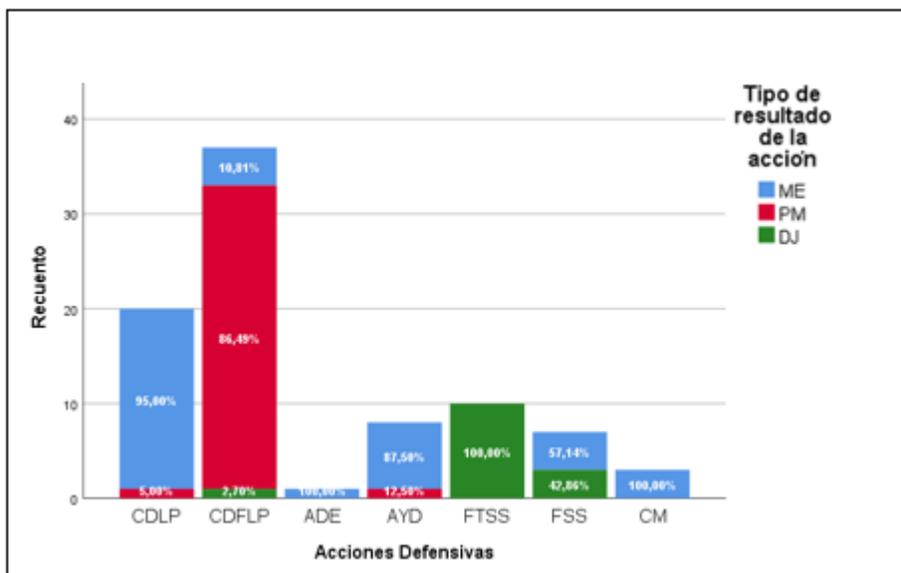
Nota. La tabla muestra la frecuencia y porcentaje con que cada Acción Defensiva se presentó durante el análisis observacional y su relación en cada Disposición Defensiva por cada grupo

En G1, se observó una alta frecuencia de acciones de “contacto directo en línea de progresión” y “contacto directo fuera de la línea de progresión” en la disposición de baja profundidad. En G2, estas acciones se distribuyeron más uniformemente entre las diferentes profundidades. G3 mostró un patrón diferenciado, con una preferencia por la disposición de mediana profundidad para la mayoría de sus acciones defensivas. Estas variaciones en la elección de acciones defensivas entre los grupos sugieren que las tácticas empleadas pueden estar influenciadas por características específicas de cada grupo, afectando así la selección de estrategias defensivas en diferentes disposiciones. Con respecto a la relación entre las “Acciones Defensivas” y los “Resultados de las Acción Ejecutada” observados de dichas acciones, las figuras 2, 3 y 4, describen la relación porcentual al respecto.



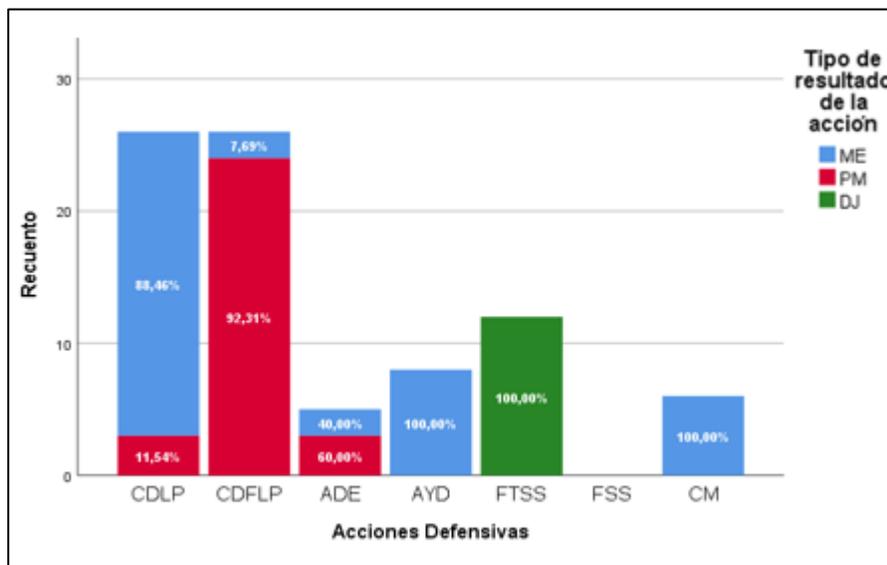
Nota. ME: Marca Exitosa; PM: Perdida de la Marca; DJ: Detención del Juego. CDLP: Contacto en línea de Progresión; CDFLP: Contacto Fuera de la Línea de Progresión; ADE: Ajuste Defensivo por la Espalda; AYD: Ayuda Defensiva; FTSS: Falta sin Sanción; FSS: Falta Sancionable; CM: Cambio de Marca. Nota. La figura representa el porcentaje de distribución de las acciones defensivas ejecutadas y su asociación con la disposición defensiva con la cual se inició la acción para el grupo 1.

Figura 2. Recuento de Acciones Defensivas del grupo 1 y sus respectivos resultados tras su aplicación



Nota. ME: Marca Exitosa; PM: Perdida de la Marca; DJ: Detención del Juego. CDLP: Contacto en línea de Progresión; CDFLP: Contacto Fuera de la Línea de Progresión; ADE: Ajuste Defensivo por la Espalda; AYD: Ayuda Defensiva; FTSS: Falta sin Sanción; FSS: Falta Sancionable; CM: Cambio de Marca. Nota. La figura representa el porcentaje de distribución de las acciones defensivas ejecutadas y su asociación con la disposición defensiva con la cual se inició la acción para el grupo 2.

Figura 3. Recuento de Acciones Defensivas del grupo 2 y sus respectivos resultados tras su aplicación



Nota. ME: Marca Exitosa; PM: Perdida de la Marca; DJ: Detención del Juego. CDLP: Contacto en línea de Progresión; CDFLP: Contacto Fuera de la Línea de Progresión; ADE: Ajuste Defensivo por la Espalda; AYD: Ayuda Defensiva; FTSS: Falta sin Sanción; FSS: Falta Sancionable; CM: Cambio de Marca. Nota. La figura representa el porcentaje de distribución de las acciones defensivas ejecutadas y su asociación con la disposición defensiva con la cual se inició la acción para el grupo 3.

Figura 4. Recuento de Acciones Defensivas del grupo 3 y sus respectivos resultados tras su aplicación

En términos de CDLP, la mayoría de las acciones en los 3 grupos concluyeron con un marcaje efectivo. Para las acciones de CDPLP los resultados generalmente culminaron en la pérdida de la marca. En cuanto a ADE, G1 experimentó solo pérdidas de marca, mientras que G2 mostró resultados exclusivamente de ME. Por otro lado, G3 tuvo una distribución mayoritariamente de ME con algunas pérdidas. En relación con las faltas, todas las acciones en los 3 grupos que involucraron contactos con agarres que implican una falta sin sanción progresiva concluyeron con la detención correcta del juego, mientras que las faltas sancionables mostraron resultados variados entre los grupos.

La relación entre “Disposición Defensiva” y “Acciones Defensivas” se evidencia claramente, mostrando cómo estas acciones se distribuyen a través de las diferentes disposiciones. Con un total de 277 observaciones, el valor de la prueba de Chi-cuadrado y su grado de libertad indicaron una desviación significativa de la independencia entre estas variables. El valor *p* asociado, siendo menor a 0,05, confirma que las diferencias observadas no son aleatorias, sino que reflejan una asociación real y significativa en el conjunto de datos (Tabla 5).

Tabla 5. Tabla estadística de chi-cuadrado

	Valor	df	Valor <i>p</i>
Chi-cuadrado de Pearson	47,42a	12	0,00
Razón de verosimilitud	51,71	12	0,00
Asociación lineal por lineal	1,29	1	0,25
N de casos válidos	277		
a. 5 casillas (23,8%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,36.			

4. DISCUSIÓN

Este estudio proporcionó una visión reveladora sobre cómo los conceptos de los sistemas dinámicos complejos, en particular los constreñimientos, pueden influir y ser aplicados en el contexto del aprendizaje y entrenamiento en balonmano. Los hallazgos sugieren que la manipulación consciente de constreñimientos en ejercicios particulares puede fomentar patrones emergentes de comportamiento defensivo en jóvenes jugadores de balonmano, un aspecto crucial, pero hasta ahora poco explorado en la literatura.

Particularmente para la presente investigación, el uso de los constreñimientos fue realizado como un condicionante de la tarea, la cual puede ser interesante de comparar con otros métodos que no utilicen este medio metodológico.

La prevalencia de la "baja profundidad" en la primera serie de cada grupo, resalta una tendencia inicial hacia estrategias defensivas más conservadoras. Este fenómeno podría interpretarse como una respuesta inicial intuitiva de los participantes al enfrentarse a una situación de juego desconocida, buscando minimizar riesgos. Esto está en línea con lo reportado por Dresch-Langley (2020) sobre cómo los sistemas dinámicos complejos tienden a autoorganizarse hacia estados de menor incertidumbre al inicio y que, frente a los constreñimientos emergentes, los sistemas buscan estados de resolución para permitir la eficiencia del mismo sistema.

La transición observada en la segunda serie, donde los grupos G1 y G2 mostraron una mayor preferencia por la "profundidad presionante", sugiere una adaptabilidad y un cambio en la estrategia defensiva a medida que los jugadores se familiarizaban con el ejercicio y sus constreñimientos. Esto corrobora la idea de que la comprensión y manipulación de los constreñimientos pueden fomentar patrones de juego innovadores y adaptativos, tal como se discute en la teoría de los sistemas dinámicos complejos (Kahl & Kschischo, 2021). Este fenómeno además permitió mayor cantidad de resoluciones efectivas por sobre las pérdidas de marca, indicando que la adaptación del sistema en búsqueda de la eficiencia y la eficacia se alcanzara de forma natural, sin intervención del entrenador.

La variación en la elección de las acciones defensivas entre los grupos, como se muestra en la Tabla 4, indica la influencia de las características específicas de cada grupo en la selección de estrategias defensivas. Esto sugiere que los constreñimientos no solo determinan los límites de acción, sino que también pueden actuar como catalizadores para la emergencia de tácticas defensivas diversificadas y creativas, una idea que refuerza la importancia de considerar las dinámicas grupales en el entrenamiento deportivo (Flores-Rodríguez & Ramírez-Macías, 2021).

Por otra parte, la relación porcentual entre las acciones defensivas ejecutadas y los resultados de dichas acciones, subrayan la complejidad de las interacciones en el juego y cómo diferentes enfoques defensivos pueden llevar a resultados distintos en términos de efectividad defensiva. Sin embargo, se logra observar una homogeneización en la tendencia a establecerse en un sector particular de la cancha, con mayor profundidad, para realizar las acciones defensivas con menor variabilidad, estableciendo una consistencia en la tendencia de ejecución de las acciones en la medida que el ejercicio se repite y avanza. Esta conducta es propia de los sistemas dinámicos, los cuales buscan el equilibrio constante de sus funciones a partir, en muchas instancias, pero no necesariamente siempre, de la iteración del procesamiento de la información que integra en sí mismo (Perissé, 2020; Wang, Ji & Zhang, 2021)

La significancia estadística encontrada en la Tabla 5, con un valor p menor a 0,05, indica que las diferencias en las frecuencias observadas entre la “Disposición Defensiva” y las “Acciones Defensivas” no son aleatorias, sino que reflejan una asociación real y significativa. Del mismo modo, el fenómeno en el cual los diferentes integrantes de cada grupo, que actuaban de forma independiente, comenzaron todos de forma espontánea a defender con mayor profundidad casi al mismo tiempo, demuestra que la interacción colectiva como estímulo de información (posible de considerar también como constreñimiento) condiciona las decisiones individuales y demuestra que la teoría de los sistemas dinámicos complejos describe las estructuras de entrenamiento del balonmano, con lo cual la planificación y construcción didáctica de las sesiones de trabajo en cancha, debe considerar estos elementos característicos como son la autoorganización, las conductas emergentes, la iteración de información, el efecto mariposa, entre otros (Batiston et al., 2021; Witthaut et al., 2022).

5. CONCLUSIONES

En conclusión, la evidencia presentada en el presente artículo sugiere que el enfoque en constreñimientos y sistemas dinámicos complejos puede ser una herramienta valiosa para comprender y mejorar las tácticas defensivas en el balonmano, especialmente en el contexto de la formación de jugadores jóvenes. Sin embargo, es importante tener en cuenta que, al ser la muestra del estudio compuesta por jugadores en formación, con conocimientos del deporte y con desarrollo técnico y táctico previo, podemos considerar que el presente enfoque de enseñanza del balonmano requiere del desarrollo de habilidades

6. REFERENCIAS

1. Anguera, M. T., Blanco, A., Hernández, A., & Lozada, J. (2011). Diseños Observacionales: Ajuste y Aplicación en Psicología del Deporte. *Cuadernos de Psicología del Deporte*, 11(2), 63–76.
2. Antón, J. B. (1998). *Táctica Grupal Ofensiva*. S.L. Editorial Gymnos.
3. Antón, J. (2003). *Entrenamiento en balonmano: Bases de la construcción de un proyecto de formación defensiva* (1st ed.) Paidotribo.
4. Arias, A. R., Soto, D., & Ferreira, C. (2021). A systematic review of co-educational models in school handball. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 1-14. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111438>
5. Andreev, A. V., Balanov, A. G., Fromhold, T. M., Greenaway, M. T., Hramov, A. E., Li, W., & Zagoskin, A. M. (2021). Emergence and control of complex behaviors in driven systems of

- interacting qubits with dissipation. *Quantum Information*, 7(1), 1-7. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1907.03602>
6. Battiston, F., Amico, E., Barrat, A., Bianconi, G., Ferraz de Arruda, G., Franceschiello, B., & Petri, G. (2021). The physics of higher-order interactions in complex systems. *Nature Physics*, 17(10), 1093-1098. <https://doi.org/10.1038/s41567-021-01371-4>
 7. Bock, O., Huang, J. Y., Onur, O. A., & Memmert, D. (2024). The structure of cognitive strategies for wayfinding decisions. *Psychological Research*, 88(2), 476-486. <https://doi.org/10.1007/s00426-023-01863-3>
 8. Camacho Cardeñosa, A., Camacho Cardeñosa, M., González Custodio, A., Martínez Guardado, I., Brazo Sayavera, F. J., & Olcina Camacho, G. J. (2018). Efectos del entrenamiento integrado en mini-balonmano sobre habilidades motoras en escolares de 8-12 años. *E-Balonmano*, 14(3), 131-140.
 9. Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., & Renshaw, I. (2021). *Nonlinear pedagogy in skill acquisition: An introduction*. Routledge.
 10. Correia, V., Carvalho, J., & Araújo, D. (2014). La manipulación de los constreñimientos en los deportes colectivos. In F. Villar & L. García (Eds.). *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte* (1st ed., pp. 195-208). Síntesis.
 11. Dresch-Langley, B. (2020). Seven properties of self-organization in the human brain. *Big Data and Cognitive Computing*, 4(2), 1-17. <https://doi.org/10.3390/bdcc4020010>
 12. Espoz-Lazo, S., Farías-Valenzuela, C., Hinojosa-Torres, C., Giakoni-Ramírez, F., Del Val-Martín, P., Duclos-Bastías, D., & Valdivia-Moral, P. (2023). Activating Specific Handball's Defensive Motor Behaviors in Young Female Players: A Non-Linear Approach. *Children*, 10(3), 1-12. <https://doi.org/10.3390/children10030469>
 13. Espoz-Lazo, S., Hinojosa-Torres, C., Farías-Valenzuela, C., Giakoni-Ramírez, F., del Val Martín, P., & Valdivia-Moral, P. (2023). Bases Pedagógicas, Metodológicas y Didácticas Aplicadas a la Enseñanza del Balonmano: Una Revisión Literaria (2017-2022). *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 12(3), 1-23. <https://doi.org/10.6018/sportk.573991>
 14. Espoz-Lazo, S. (2022). *Propuesta metodológica para la enseñanza de las habilidades técnico-tácticas del balonmano en etapas de formación a partir del desarrollo de las dimensiones que componen al ser humano: fundamentos desde la teoría de los sistemas dinámicas complejos* [Tesis doctoral, Universidad de Granada, Digibug].
 15. Fernández, N., Gershenson, C., Aguilar, J., & Terán, O. (2012). Sistemas dinámicos como redes computacionales de agentes para la evaluación de sus propiedades emergentes [Conference]

https://www.researchgate.net/publication/260868728_Sistemas_Dinamicos_como_Redес_Compутacionales_de_Agentes_para_la_evaluacion_de_sus_Propiedades_Emergentes

16. Flores Rodríguez, J. (2020). *Pedagogía no lineal aplicada a la enseñanza del balonmano* [[Doctoral thesis, Universidad de Sevilla]. <https://idus.us.es/handle/11441/104776>
17. Flores-Rodríguez, J., & Ramírez-Macías, G. (2021). Pedagogía no lineal en balonmano. Defensa zonal de una y dos líneas en partidos reducidos. *Retos*, 39, 604-613. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79640>
18. Flores Rodríguez, J., & Ramírez Macías, G. (2021). Defensa individual en balonmano: influencia de los constreñimientos de la tarea. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 21(82), 269-284. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2021.82.005>
19. Foguelman, D., Henning, P., Uhrmacher, A., & Castro, R. (2021). EB-DEVS: A formal framework for modeling and simulation of emergent behavior in dynamic complex systems. *Journal of Computational Science*, 53(1), 1-25. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2021.101387>
20. Gibson, J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems (1ed)*. Cornell University.
21. Hinojosa Torres, C., Espez Lazo, S., Farías Valenzuela, C., & Barraza Gómez, F. (2021). Estrategias didácticas y metodológicas del proceso de formación en el balonmano escolar: Una revisión sistemática. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 13(1), 1-14
22. Kahl, D., & Kschischo, M. (2021). Searching for Errors in Models of Complex Dynamic Systems. *Frontiers in Physiology*, 11, 1-11. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.612590>
23. Jimenez-Olmedo, J., Penichet-Tomás, A., Villalón-Gasch, L., & Pueo, B. (2020). Validity and reliability of smartphone high-speed camera and Kinovea for velocity-based training measurement. *Journal of Human Sport and Exercise*, 16, 878–888. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.164.11>
24. Londoño Vásquez, L. M., & Rojas López, M. D. (2020). De los juegos a la gamificación: propuesta de un modelo integrado. *Educación y Educadores*, 23(3), 493-512. <https://doi.org/10.5294/edu.2020.23.3.7>
25. López Castro, R., & Quílez Robres, A. (2020). *Modelo Comprensivo y Educación Deportiva para estimular la implicación cognitiva y motivación en una Unidad Didáctica de balonmano*. [Trabajo Final de Grado, Universidad de Zaragoza] Repositorio. <https://zaguan.unizar.es/record/98078>
26. Menezes, R., dos Reis, H., & Morato, M. (2016). O handebol, seu cenário imprevisível e os métodos de ensino-aprendizagem-treinamento. *E-balonmano. com*, 12(3), 165-176.
27. Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>

28. Perissé, M. C. (2020). *Dinámica de sistemas: sus enunciados básicos. (1era Ed.)*. C y TA.
29. Renshaw, I., & Chow, J. (2019). Constraint-led approach to sport and physical education pedagogy. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24, 103–116.
30. Reyes-Contreras, V., Espoz-Lazo, S., Farías-Valenzuela, C., & Álvarez-Arangua, S. (2019). Six weeks of integrated motor skills and decision-making training develops specific minihandball's motor competencies. *Journal of Sport and Health Research*, 11, 207-218.
31. Sandoval-Cifuentes, A., Parraci, C., & Villarreal-Angeles, M. (2021). La Complejidad del Deporte; Una Mirada Hacia el Alto Rendimiento Deportivo. *Kinesis I*(1), 1-14.
32. Santos, R., Ribeiro, J., Davids, K., & Garganta, J. (2023). Sports teams as collective homeostatic systems: Exploiting self-organising tendencies in competition. *New Ideas in Psychology*, 71, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2023.101048>
33. Singh, R., Maru, V. M., & Moharir, P. S. (1998). Complex Chaotic Systems and Emergent Phenomena. *Journal of Nonlinear Science*, 8, 235-259. <https://doi.org/10.1007/s003329900051>
34. Sobrino, G., & Salvat, S. (2020). Intervalos eficaces del ataque posicional en balonmano de alta. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 80(42), 83-85.
35. Soto, A, Camerino, O, Anguera, M. T., Iglesias, X., & Castañer, M. (2022). LINCE PLUS Software for Systematic Observation Studies of Sports and Health. *Behavior Research Methods* 54, 1263–1271 , <https://doi.org/10.3758/s13428-021-01642-1>
36. Soto, D., & Oliver-Coronado, J. (2022). Aplicación del conocimiento neurocientífico a un modelo sistémico de entrenamiento en balonmano. Una aproximación metodológica. *E-balonmano*, 18(3), 201-210.
37. Wang, J., Ji, Y., & Zhang, C. (2021). Iterative parameter and order identification for fractional-order nonlinear finite impulse response systems using the key term separation. *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, 35(8), 1562-1577. <https://doi.org/10.1002/acs.3257>
38. Witthaut, D., Hellmann, F., Kurths, J., Kettemann, S., Meyer-Ortmanns, H., & Timme, M. (2022). Collective nonlinear dynamics and self-organization in decentralized power grids. *Reviews of Modern Physics*, 94(1), 1-14. <https://doi.org/10.1103/RevModPhys.94.015005>

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All authors listed have made a substantial, direct and intellectual contribution to the work, and approved it for publication.

CONFLICTS OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

This research received no external funding.

COPYRIGHT

© Copyright 2024: Publication Service of the University of Murcia, Murcia, Spain.