

EDUCACIÓN
FÍSICA Y
DEPORTE

EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE
VOLUMEN 43 NÚMERO 2, JULIO/DICIEMBRE, 2024

La revista Educación Física y Deporte (EFYD) publica artículos de investigación e innovación producto de trabajos originales e inéditos de carácter científico, tecnológico o académico, generados en procesos de investigación, reflexión o revisión que hayan sido objeto de evaluación por pares. El público al que se dirige la revista está constituido por profesores, investigadores, estudiantes y profesionales de la educación física, el deporte y la recreación.

INDEXADA Y HOMOLOGADA EN:

- LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde
- ProQuest Research Library
- CABI
- EBSCO
- EZB
- ProQuest
- DOAJ - Directory of Open Access Journals
- Latindex
- REDIB
- Ulrichs Web Global Serials Directory
- Dialnet
- ERIHPLUS
- Emerging Sources Citation Index (ESCI)
- Global Health
- IRESiE
- LILACS
- Matriz de Información para el Análisis de Revistas (MIAR)
- PKP - Public Knowledge Project



Derechos de autor y acceso a contenidos

Licencia:

Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0- Internacional

El material publicado puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos la referencia a la publicación original. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.



EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE
ISSN-p: 0120-677X Versión impresa
ISSN-e: 2145-5880 Versión electrónica
revistaefyd@udea.edu.co

RECTOR UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
Mag. John Jairo Arboleda Céspedes

DIRECTOR INSTITUTO UNIVERSITARIO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE
Mag. Juan Francisco Gutiérrez Betancur

JEFA DEPARTAMENTO ACADÉMICO
Dra. Sandra Maryory Pulido Quintero

JEFE CENTRO DE INVESTIGACIONES EN CIENCIAS DEL DEPORTE – CICIDEP
Mag. Gloria Albany Hoyos

EDITOR
Dr. León J. Urrego D.

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Alberto Moreno Doña, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile)
Dr. Alexandre Fernandez Vaz, Universidade Federal de Santa Catarina (Brasil)
Dr. Andrew C. Sparkes, Liverpool John Moores University (United Kingdom)
Dr. José Ignacio Barbero González, Universidad de Valladolid (España)
Dr. Marcus Aurelio Taborda de Oliveira, Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil)
Dr. Elkin Alberto Arias Arias, Universidad de Antioquia (Colombia)
Dr. Carlos Mario Arango Paternina, Universidad de Antioquia (Colombia)
Dr. Carlos Agudelo Velásquez, Universidad de Antioquia (Colombia)
Dra. Lucero Alexandra Ruiz Ortega, Universidad de Antioquia (Colombia)
Dr. Enoc Valentín González Palacio, Universidad de Antioquia (Colombia)
Mag. Josué Álvarez Hernández, Universidad de Antioquia (Colombia)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Richar Jacobo Posso-Pacheco, Ministerio de Educación del Ecuador Director Nacional de Investigación Educativa (Ecuador)
PhD. David Kirk, University of Strathclyde (Escocia)
Dr. Miguel Vicente-Pedraz, Universidad de León (España)
Dr. Juan Antonio Moreno Murcia, Universidad Miguel Hernández de Elche (España)
Dr. Jaime Cárcamo-Oyarzun, Universidad de La Frontera (Chile)
Dr. Víctor Arufe Giráldez, Universidad de Coruña (España)
Dr. Alejandro Aquiles Almonacid Fierro, Universidad Católica del Maule (Chile)
Dr. Franklin Castillo Retamal, Universidad Católica del Maule (Chile)
Dra. Valeria Varea, Edith Cowan University (Australia)
Dr. Dillon Landi, University of Queensland (Australia)
Dr. Rafael Martín Acero, Universidad de Coruña (España)
Dr. Jaime Morente-Sánchez, Universidad de Granada (España)

Dr. David Rodríguez Rosell, Universidad Pablo de Olavide (España)
Dr. Daniel Rojas-Valverde, Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica)
Dr. Israel Tealdo da Costa, Universidade Federal de Viçosa (Brasil)
Dr. David Gutierrez Días, Universidad de Castilla-la Mancha (España)
Dr. Pablo Gálvez-Ruiz, Universidad Internacional de Valencia (España)
Dr. Pablo Burillo Naranjo, Universidad Europea de Madrid (España)
Dra. Ingrid Patricia Fonseca, Universidad Pedagógica y Tecnológica (Colombia)
Dra. Flávia da Cunha Bastos, Universidade de São Paulo (Brasil)
Dr. Leandro Carlos Mazzei, Universidade Estadual de Campinas (Brasil)
Dr. Manuel Delgado-Fernández, Universidad de Granada (España)
Dr. Vicente J. Beltrán-Carrillo, Universidad Miguel Hernández de Elche (España)
Dr. Cristian Alvarez, Universidad Andrés Bello (Chile)
Dr. Mathias Roberto Loch, Universidade Estadual de Londrina (Brasil)
PhD. Diana Parra, Washington University in St. Louis (Estados Unidos)
Dr. Osvaldo Costa Moreira, Universidade Federal de Viçosa (Brasil)
PhD. Luiz Guilherme Grossi Porto, Universidade de Brasília (Brasil)
PhD. Adriano Akira Hino, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (Brasil)
Dr. José Enrique Moral-García, Universidad de Jaén (España)
Dr. Francisco de Borja Sañudo Corrales, Universidad de Sevilla (España)
Dr. Emilio J. Martínez López, Universidad de Jaén (España)
PhD. Nuno Loureiro, Instituto Politécnico de Beja (Portugal)
Dr. Alberto Grao-Cruces, Universidad de Cádiz (España)
Dra. María Lúisa Del Río Araújo, Universidade de Santiago de Compostela (España)
Dr. Manuel Cuenca Cabeza, Universidad de Deusto (España)
Dr. Fernando Mascarenhas, Universida de de Brasília (Brasil)
Dr. César Teixeira Castilho, Universidade Federal de Minas Gerais (Brasil)
Dra. Juliana de Paula Figueiredo, Universidade do Estado de Santa Catarina, (Brasil)
Dr. Rubian Diego Andrade, Universidade Federal de Juiz de Fora (Brasil)

ASISTENTE EDITORIAL

Sara Escobar Restrepo

AUXILIAR ADMINISTRATIVA

Daniela Peña Cano

CORRECCIÓN DE ESTILO, ESPAÑOL, INGLÉS Y PORTUGUÉS

Gustavo León Otálvaro Ocampo

DISEÑO DE CUBIERTA

Daniela Peña Cano

DIAGRAMACIÓN

Daniela Peña Cano

APOYO Y FINANCIACIÓN:

- Instituto Universitario de Educación Física y Deporte
- Sistema de Revistas UdeA
- Fondo de apoyo a Revistas CODI de la Vicerrectoría de Investigación
- Universidad de Antioquia

PERIODICIDAD

Semestral

VERSIÓN ELECTRÓNICA

<https://doi.org/10.17533/udea.efyd>

CORRESPONDENCIA

Kra 75 No. 65-87, CP:050034, Barrio San Germán
Ciudadela de Robledo, Bloque 45-106
Medellín, Antioquia, Colombia
Correo electrónico: revistaefyd@udea.edu.co
Sitio web: <https://doi.org/10.17533/udea.efyd>



IMAGEN DE CUBIERTA

Por Edwin Mauricio Macías

Correo electrónico: maomacias01@gmail.com

ÍNDICE / SUMÁRIO / CONTENTS

- 1 Reflexiones sobre el aprendizaje en Educación Física. Una perspectiva epistemológica histórica, cultural y dialéctica**

Reflections on Learning in Physical Education. A Historical, Cultural and Dialectical Epistemological Perspective

Reflexões sobre a aprendizagem em Educação Física. Uma perspectiva epistemológica histórica, cultural e dialéctica

Felipe Mujica Johnson

- 21 Perspectivas y desafíos de las gerencias deportivas: un análisis sistemático**

Perspectives and Challenges of Sports Management: A Systematic Analysis

Perspectivas e desafios da gestão esportiva: uma análise sistemática

Camila Sofía Armendáriz Erives, Silvia Isela Ramírez-Enríquez, Pedro Quintana Arroyo, Luis Alberto López Rodríguez, Juan Cristóbal Barrón-Luján

- 49 Analysis of the Effectiveness of Four Variables in Men's Beach Tennis**

Análisis de la eficacia de cuatro variables en el tenis de playa masculino

Análise da Eficácia de Quatro Variáveis no Beach-Tennis Masculino

Leonardo Pompéo Simon, Gustavo de Conti Teixeira Costa, João Victor Rosa de Freitas, Luiza Dutra Amador, Henrique de Oliveira Castro, Thiago José Leonardi, Lorenzo Laporta

- 71 **Análisis del rendimiento de estudiantes militares en pruebas acuáticas usando k-means y árbol de decisión**

Analysis of Military Students' Performance in Aquatic Tests Using K-means and Decision Trees

Análise de Desempenho de Alunos Militares em Provas Aquáticas Usando K-means e Árvores de Decisão

Angélica María Romero Parra, Carlos Julio Pulido Sánchez, Alexander Arenas Gutiérrez, John Fabio Aguilar Sánchez, Cyndi Julieth Ospina García, María Isabel Romero Rodríguez

- 103 **Relación entre posición en bicicleta, debilidad en musculatura core y dolor lumbar en ciclistas recreativas**

Relationship between Cycling Position, Core Muscle Weakness and Lower Back Pain in Recreational Cyclists

Relação entre a Posição na Bicicleta, a Fraqueza da Musculatura Central e a dor Lombar em Ciclistas Recreativas

Yohana Andrea Tejada Restrepo, Sebastián Grajales Toro

- 125 **Efectos de una intervención en capacidades coordinativas mediante pruebas específicas para cuatro deportes**

Effects of an Intervention in Coordination Skills Using Specific Tests for Four Sports

Efeitos de uma Intervenção nas Habilidades de Coordenação Utilizando Testes Específicos para Quatro Esportes

Carlos Alberto Agudelo-Velásquez, Andrés Mauricio Cuastumal Paspur, Estefanía Agudelo Restrepo, Manuela Zapata Henao, Jerónimo Mesa Calderón

Reflexiones sobre el aprendizaje en Educación Física. Una perspectiva epistemológica histórica, cultural y dialéctica

Reflections on Learning in Physical Education. A
Historical, Cultural and Dialectical Epistemological
Perspective

Reflexões sobre a aprendizagem em Educação
Física. Uma perspectiva epistemológica histórica,
cultural e dialética

Felipe Mujica Johnson¹

- ¹ Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Docente en la Facultad de Educación, Universidad Autónoma de Chile, Talca, Chile. Integrante del Grupo de Investigación Educación Física, Salud y Calidad de Vida (EFISAL). Integrante de la Asociación Científica Internacional de Educación Física (ACIEF). Correo electrónico: felipe.mujica@uautonoma.cl
ORCID: 0000-0002-6956-2357

Cómo referenciar

Mujica Johnson, F. (2024). Reflexiones sobre el aprendizaje en Educación Física. Una perspectiva epistemológica histórica, cultural y dialéctica. *Educación Física y Deporte*, 43(2), 1-19. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e359020>

© Felipe Mujica Johnson



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

RESUMEN

El objetivo de este ensayo es reflexionar sobre el aprendizaje en la educación física en función de múltiples perspectivas: epistemológica, histórica, cultural y dialéctica. El aprendizaje ha sido un tema central de la educación, influenciado por las corrientes filosóficas de la modernidad y las teorías psicológicas del conductismo y el cognitivismo. En el contexto de la educación física las categorías de aprendizaje analítico y global responden a los discursos hegemónicos en esta profesión, los cuales se han transformado en función de los anhelos pedagógicos actuales y del avance del conocimiento científico. Latinoamérica es parte de las transformaciones categoriales sobre el aprendizaje, donde hay influencias críticas y descoloniales para promover los saberes locales, populares y originarios que fueron invisibilizados desde los inicios de la educación física en la región.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje, educación física, epistemología, perspectiva cultural, perspectiva dialéctica, perspectiva histórica.

ABSTRACT

This essay aims to reflect on learning in physical education from multiple perspectives, including epistemological, historical, cultural, and dialectical ones. Learning is a central theme in education influenced by modern philosophical trends and behaviorist and cognitive psychological theories. In the context of physical education, analytical and global learning categories address dominant discourses in the field. These discourses have evolved based on current pedagogical aspirations and scientific progress. Latin America is undergoing categorical transformations in education, incorporating critical and decolonial influences to promote local, popular, and indigenous knowledge that has been overlooked since the inception of physical education in the region.

KEYWORDS: learning, physical education, epistemology, cultural perspective, dialectical perspective, historical perspective.

RESUMO

O objetivo deste ensaio é refletir sobre o ensino da educação física a partir de múltiplas perspectivas: epistemológica, histórica, cultural e dialética. O tema da aprendizagem tem sido central na educação, influenciado pelas correntes filosóficas da modernidade e pelas teorias psicológicas do behaviorismo e do cognitivismo. No contexto da educação física, as categorias de aprendizagem analítica e global respondem aos discursos hegemônicos dessa profissão, transformados de acordo com as aspirações pedagógicas atuais e o progresso do conhecimento científico. A América Latina está passando por transformações categóricas no aprendizado, com a inclusão de influências críticas e decoloniais para promover o conhecimento local, popular e nativo, que tem sido invisibilizado desde o início da educação física na região.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizagem, educação física, epistemologia, perspectiva cultural, perspectiva dialética, perspectiva histórica.

INTRODUCCIÓN

El aprendizaje es uno de los aspectos fundamentales de la educación en general y de la educación física (EF) en particular. Por eso, una EF escolar sin aprendizaje no tendría sentido, porque el alumnado no obtendría un beneficio concreto de aquella asignatura. La relevancia del aprendizaje motiva en buena parte este ensayo, el cual se desarrollará bajo una perspectiva epistemológica (Mujica Johnson y Concha López, 2022; Peterson, 2020), discutiendo lo que se ha dicho sobre este asunto en las últimas cinco décadas.

Se considera pertinente realizar una breve discusión de lo que se ha entendido por aprendizaje y las diferentes especificidades

que se han generado a partir de aquel concepto. Desde la psicología de la educación, Schunk (2012) señala que al aprendizaje se le han dado interpretaciones racionalistas y empiristas, que se contraponen entre sí. En el racionalismo el aprendizaje derivaría de la razón y en el empirismo de la experiencia. Adicionalmente, este autor plantea que el funcionalismo fue otra escuela filosófica que, apoyada en la psicología, influyó fuertemente en la teoría del aprendizaje.

Cabe destacar que estas interpretaciones filosóficas reducen el aprendizaje al conocimiento desde una perspectiva intelectual. Advirtiendo que no existe consenso entre los investigadores del aprendizaje, Schunk (2012) plantea la siguiente definición: «El aprendizaje es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia» (p. 3). Como se puede apreciar, Schunk (2012) le otorga importancia a la idea de cambio o modificación en la conducta de las personas que ha de ser sostenida en el tiempo.

En otra definición del aprendizaje que proviene de la psicología de la educación, que centra su atención en la conducta, Paz y Peña (2021) lo entienden «como un proceso subyacente (que no podemos observar) a cambios relativamente estables en la conducta, que refleja una adquisición de conocimientos, habilidades, actitudes o emociones como resultado de la experiencia del organismo en interacción con el medio» (pp. 56-57). Esta última definición, al igual que Schunk (2012), plantea un cambio sostenido en el tiempo en la conducta, pero le agrega mayor especificidad en cuanto a su causa.

En este sentido, se visibilizan diferentes aspectos que dan cuenta de una integralidad en torno al aprendizaje, ya que no solamente influirían aspectos asociados a lo intelectual, sino también a elementos afectivos o motores. Paz y Peña (2021) sostienen que en la psicología de la educación ha existido una gran discrepancia en torno al aprendizaje humano, la cual sería

entre la teoría conductista y cognitivista. La primera de ellas entendería el aprendizaje como un proceso de asociaciones entre estímulos y respuestas, mientras que la segunda como un proceso de percepciones que son reorganizadas de forma sucesiva.

Desde una perspectiva pedagógica holística, que reconoce la importancia del paradigma de la complejidad en educación (Gómez Francisco, 2018), es posible manifestar una cierta inconformidad con las definiciones sobre el aprendizaje expuestas anteriormente. A modo de crítica, en primer lugar, se puede indicar que las definiciones asumen una lógica muy analítica del aprendizaje, anteponiendo el cambio conductual ante otros tipos de cambios que puede tener el ser humano en su experiencia de aprender. En segundo lugar, se considera que no es necesario establecer un factor temporal para definir el aprendizaje, entendiendo que aquello podría ser un tipo de aprendizaje. No obstante, se reconoce que el aprendizaje sí se explica por un cambio o modificación en la persona. En tercer lugar, se plantea el aprendizaje como un cambio que no alude al contexto cultural concreto de la persona.

En consecuencia, y desde una lógica más amplia, se podría entender el aprendizaje humano como una experiencia de cambio que implica a la totalidad del ser humano en un contexto cultural concreto.

En esta misma línea, aludiendo a una perspectiva pedagógica holística, Árraga de Montiel y Áñez de Bravo (2003) definen de este modo el aprendizaje:

Proceso de contacto interno, transformador y complejo que tiene lugar en el cerebro cada vez que se integra a él información nueva, estableciendo relaciones con un todo mayor a través de las estructuras cognitivas, psicoafectivas, biológicas, sociológicas, ecológicas, ambientales y experienciales (p. 28).

En el marco de las teorías del aprendizaje, donde la psicología educativa ha tenido una amplia influencia, se han generado diferentes perspectivas del tema. Entre ellas se encuentra el aprendizaje activo (Piaget, 1964), el aprendizaje por descubrimiento (Bruner, 1980), el aprendizaje histórico-cultural (Vygotsky, 1995), el aprendizaje emancipatorio (Freire, 2005), el aprendizaje significativo (Ausubel, 2002), el aprendizaje cooperativo (La Prova, 2017), el aprendizaje basado en proyectos (Vergara, 2015), el aprendizaje holístico (Koul y Nayar, 2021), entre otras.

Con base en lo expuesto, el objetivo de este artículo es reflexionar sobre el aprendizaje en la EF en función de una perspectiva epistemológica histórica, cultural y dialéctica.

Aprendizaje analítico y global en educación física

Por *aprendizaje analítico* se entiende en este escrito la generación de categorías de aprendizaje que pretenden aludir a alguna especificidad educativa. En este sentido, el término aprendizaje analítico puede ser sustituido por *aprendizaje específico* o *fragmentado*. El aprendizaje en la teoría pedagógica ha sido visto frecuentemente desde una perspectiva fragmentada en función de dimensiones sobre el ser humano o la cultura. En otras palabras, el aprendizaje se ha fragmentado en diferentes categorías que ponen el acento en el propio ser humano o en elementos sociales.

Entre esta primera fragmentación se reconocen las siguientes categorías de aprendizaje: aprendizaje intelectual (Vygotsky, 1984), aprendizaje cognitivo (Herrera-Sánchez et al., 2018), aprendizaje motor (Lopes Cavalcante-Neto et al., 2023; Ruiz Pérez, 2020), aprendizaje corporal (Backes et al., 2015), aprendizaje emocional (Bisquerra, 2008; Mahoney et al., 2021), entre otros. Algunos de los aprendizajes en educación que se han fragmentado en función de ámbitos socioculturales tendrían las siguientes denominaciones: aprendizaje musical (Cuervo et al., 2022), aprendizaje deportivo (Peña Lerma y Rivas Almaguer,

2022), aprendizaje artístico (Hinojos Morales y Albalade Gauchía, 2022), entre otros.

El aprendizaje en EF, desde sus orígenes eurocéntricos (Moreno Doña et al., 2018), se enfocó en categorías coloniales biomédicas asociadas a la salud y a la disciplina corporal en torno a las prácticas deportivas individuales como la gimnasia (Poblete Gálvez et al., 2014; Sainz Varona, 1992; Scharagrodsky et al., 2022). Con el paso del tiempo, a pesar de mantener algunas de las categorías coloniales eurocéntricas, se comenzaron a considerar otras categorías centradas en la persona y su entorno sociocultural, enfocándose en el aprendizaje motor, corporal y deportivo con un sentido más integral. Esta evolución en Latinoamérica estuvo influenciada por instituciones religiosas no gubernamentales como el YMCA, que introdujeron deportes colectivos que, en cierto sentido, le disputaron el terreno educativo al discurso eugenésico biomédico (Mujica Johnson, 2024a).

Sobre el aprendizaje motor en EF, como se puede apreciar en Ruiz Pérez (2020), se han desarrollado múltiples teorías que han intentado explicarlo, encontrándose teorías asociadas a la perspectiva conductista, cognoscitivista y ecológica. En las últimas décadas, desde el punto de vista de una EF más integral, se han promovido aprendizajes que destaquen otros ámbitos humanos, como el aprendizaje emocional en EF (Maestre Bruña et al., 2015; Wright et al., 2021) y el aprendizaje cognitivo o cognoscitivo (Del Valle Díaz et al., 2020). Sobre las categorías de aprendizaje centradas en la cultura en EF, tenemos el aprendizaje deportivo (Gutiérrez Huamaní et al., 2022; Salgado López, 2020), el aprendizaje en danza (Núñez et al., 2020), el aprendizaje musical (González Serrano, 2022), el aprendizaje folclórico (Sborquia y Neira, 2008), el aprendizaje democrático (Gamboa Jiménez et al., 2022; Rannau, 2023), entre otros.

Un aprendizaje holístico o global se entenderá en este escrito como una perspectiva integradora que desdibuja los

límites entre las dimensiones que han sido entendidas desde una perspectiva fragmentada o analítica. No obstante, en sentido dialéctico, se entiende que los aprendizajes en sentido analítico y global se encuentran en constante relación, lo cual también genera nuevas categorías y transformaciones pedagógicas. Un aprendizaje holístico o global se asocia con un paradigma que reivindica la importancia de la complejidad, la totalidad, la integralidad y la flexibilidad (Áñez de Bravo, 2009).

Se considera que un aprendizaje de corte global no necesariamente ha de aludir a una absoluta concreción de las cualidades anteriores, por ejemplo, un aprendizaje con enfoque holístico puede aludir a una totalidad e integralidad relativa, pues se podría tratar de la unión de dos o más dimensiones analíticas en torno al aprendizaje. Por otro lado, también se podría intentar aludir a una absoluta totalidad donde no exista ninguna categoría analítica involucrada, lo cual a su vez podría ser cuestionado por su excesiva amplitud.

Una perspectiva holística del aprendizaje en EF podría aplicarse a la integración de lo que se entiende por aprendizajes centrados en la persona o en la cultura. Un ejemplo de ello podría ser la concepción de algún aprendizaje en el que se entienda el desarrollo simultáneo del ámbito motor, emocional, social e intelectual. De hecho, algunas investigaciones en EF en los últimos años han estudiado con mayor énfasis el aprendizaje bajo esa lógica (Mujica Johnson y Jiménez Sánchez, 2021; Mujica Johnson y Salgado López, 2021; Pellicer, 2018; Salgado López, 2020; Timken et al., 2019). Una perspectiva global del aprendizaje también se ha dado en el aprendizaje deportivo en EF, donde han surgido modelos que enfatizan, sobre todo, la integración del ámbito cognitivo con las habilidades motrices, como el modelo de enseñanza comprensiva del deporte (Devís, 1996; López Ros et al., 2015; Mazzardo et al., 2022).

La educación por competencias en EF también se posiciona desde un tipo de aprendizaje global (Lleixà y Sebastiani,

2016), pues se configura desde el desarrollo de aprendizajes que integran los siguientes tipos de saberes: saber conocer, saber estar, saber ser y saber hacer (Martínez Clares y Echeverría-Samanes, 2009). Cabe destacar, que este enfoque por competencias es impulsado principalmente desde Europa y ha recibido críticas por su falta de perspectiva crítica con las lógicas industriales o economicistas que se transmiten al quehacer pedagógico (Gimeno Sacristán, 2008).

En países latinoamericanos, como Chile, la educación por competencias se ha instalado en la educación superior, pero a nivel escolar todavía no se concreta algo similar. En este sentido, se podría aprovechar para recoger el beneficio de la lógica global de educación, pero también se podría innovar con conceptos más propios de las culturas locales, así como desde una perspectiva pedagógica más auténtica, crítica y descolonial (Guerrero, 2024; Mujica Johnson, 2024b; Toro Arévalo et al., 2023).

Dialéctica entre el aprendizaje analítico y global en educación física

La existencia de una concepción analítica y global del aprendizaje, que alude a posiciones relativamente contrarias y dicotómicas en torno al acontecer humano, nos puede llevar a la siguiente pregunta: ¿cuál es la mejor perspectiva del aprendizaje, la fragmentada (analítica) o la holística (global)?

Responder a esta pregunta es bastante difícil, pero es preciso abordarla por la transversalidad de la temática. Y para responderla se hará desde la perspectiva dialéctica, de un modo similar a como lo hizo Freire (2005) cuando tuvo que abordar dicotomías con la subjetividad y la objetividad. De este modo, se dirá que tanto la perspectiva fragmentada como la holística son relevantes en educación y, a su vez, que son interdependientes, pues se requieren para avanzar cada una de ellas. Por ejemplo, diremos que para lograr una formación humana integral (perspectiva holística) se requerirá el desarrollo

de diferentes especialidades y ámbitos que la componen (perspectiva fragmentada), y viceversa, pues a medida que se genera la formación integral se irá potenciando cada una de sus partes.

En esta dialéctica entre un aprendizaje más específico y uno más general, se puede señalar que es necesario que se respete un relativo equilibrio entre ambos, pues, de lo contrario, las partes del aprendizaje pueden ser absorbidas por una totalidad de aprendizaje o la totalidad puede ser absorbida por las partes.

En ambos casos se corre el riesgo de que se generen procesos educativos superficiales, pues el equilibrio entre las partes y la totalidad irá permitiendo ganar profundidad en el aprendizaje. Un exceso de la perspectiva holística podría hacer desaparecer a la propia EF, ya que es una disciplina que representa una parte de la formación integral de las personas. Y sin EF diríamos que la educación carecería de una adecuada profundidad en torno a la constitución del propio ser humano.

Por el contrario, un exceso de la perspectiva analítica podría hacer desaparecer los significados de aprendizajes que representan una integralidad en las personas y, del mismo modo, sería innecesario tratar de reconocer aspectos transversales de la educación que se manifiestan en las diferentes disciplinas. Igualmente, las categorías conceptuales en torno a la EF suelen tener un carácter histórico-cultural (Mujica Johnson, 2024c), de modo que es posible transformarlas y no necesariamente generar una desaparición de los contenidos de aprendizaje.

Por ejemplo, cambiar el término educación física por *educación corporal*, dando un giro epistemológico crítico y descolonial que no erosiona totalmente el contenido de la categoría, pero aporta matices que estaban ausentes, debilitados o invisibilizados. Entre esos contenidos de aprendizaje podríamos señalar la expresión corporal como categoría oprimida y debilitada (Moreno Doña, 2018). También se podrían señalar los aprendizajes asociados a los saberes de

los pueblos originarios de América, como los de la cultura mapuche (Poblete Gálvez et al., 2020).

La dialéctica de los aprendizajes en función de su perspectiva analítica o global está muy presente en los documentos curriculares escolares, como los de EF escolar en Chile o España (López Núñez et al., 2020; Mujica Johnson et al., 2022). Por ejemplo, en estos existen aprendizajes sobre diferentes temáticas específicas (habilidades motrices básicas, expresión corporal, condición física, deporte, danza, recreación, etc.), pero que responden a la finalidad general de la EF de promover una cultura motriz y saludable (Mujica Johnson et al., 2022). Asimismo, la enseñanza de la danza en EF como categoría global que incluye manifestaciones específicas de danza como categorías analíticas (López Núñez et al., 2020).

La dialéctica de los aprendizajes entre lo analítico y lo global también está muy presente en la formación inicial docente de EF, como es el caso de Chile (Fuentes Rubio et al., 2023), que se transforma en un correlato dialéctico del ámbito escolar. En estos procesos de formación se suelen establecer planes curriculares de estudio que incluyen cursos de la especificidad de la disciplina pedagógica y otros que aluden al ámbito común de la pedagogía. Dichos cursos representan una mirada analítica que, en su conjunto, dan forma a una formación global de una profesión. Además, en cada curso se establecen aprendizajes con otros niveles de profundidad que pueden estar representados por competencias que en su conjunto representarían una globalidad del curso. A su vez, cada competencia de aprendizaje puede ser llevada a otro nivel de profundidad con las subcompetencias de los aprendizajes, y cada una de estas sería profundizada con los resultados de aprendizajes, que representarían el nivel más concreto de aprendizaje en cada curso.

CONSIDERACIONES FINALES

El análisis del aprendizaje analítico y global en la EF en función de una perspectiva epistemológica dialéctica muestra que ambos niveles de aprendizaje suelen estar en constante interacción en los procesos educativos referidos a la disciplina. Por tanto, se entiende que el aprendizaje analítico y global es importante en la disciplina de EF, tanto en los niveles escolares como universitarios. Negar aquello puede conducir a una educación superficial que autolimita las posibilidades de desarrollo de cada temática.

Un exceso de globalidad puede generar una EF muy estandarizada en sus aprendizajes, dado que las especificidades permiten diversificar los aprendizajes en la disciplina. Desde una perspectiva histórica se aprecia que la EF surge bajo una globalidad centrada en la salud y la disciplina, pero con los años se ha ido diversificando con nuevos enfoques que aluden a otras significaciones en torno a la subjetividad, la corporalidad, la motricidad humana, la praxiología, la emocionalidad, la cultura popular, la pedagogía crítica, el deporte comprensivo, la recreación, el ocio, la danza, el folclore, la expresión corporal, entre otros.

Se aprecia que la dialéctica entre lo analítico y lo global del aprendizaje en EF ha estado presente hasta la actualidad en la disciplina, respondiendo al contexto epistemológico y pedagógico histórico-cultural. Estudiar las categorías de aprendizaje presentes en la EF con perspectiva dialéctica e histórica permitirá ampliar la comprensión de lo que se ha intentado promover desde esta disciplina pedagógica, así como de lo que se está entendiendo en la actualidad.

Finalmente, como dan cuenta varios estudios, los aprendizajes en el campo de la EF están siendo dinámicos en función de las conquistas epistemológicas que existen en cada territorio, siendo Latinoamérica un territorio marcado por el

anhelo de reconocer los saberes locales y trascender las lógicas eurocéntricas-coloniales que dieron origen a esta profesión, uno de cuyos desafíos es incorporar los saberes populares e indígenas que quedaron invisibilizados en la época colonial.

REFERENCIAS

1. Áñez de Bravo, A. (2009). Modelo de aprendizaje holístico del ser: una propuesta pedagógica en orientación. *Revista de Estilos de Aprendizaje*, 2(3), 1-17. <https://doi.org/10.55777/rea.v2i3.884>
2. Árraga de Montiel. M., y Áñez de Bravo, A. (2003). Aprendizaje, enfoques epistemológicos y estilos de pensamiento. *Encuentro Educacional*, 10(1), 23-37.
3. Ausubel, D. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva*. Paidós.
4. Backes, B. M., Porta, M. E., y Difabio de Anglat, H. E. (2015). El movimiento corporal en la educación infantil y la adquisición de saberes. *Educere*, 19(64), 777-790. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/educere/article/view/11713>
5. Bisquerra, R. (2008). *Educación emocional y bienestar*. Wolters Kluwer.
6. Bruner, J. (1980). *Investigaciones sobre el desarrollo cognitivo*. Pablo del Río.
7. Cuervo, L., Bonastre, C., y García, D. (2022). Tecnología digital en la educación musical infantil. *Praxis & Saber*, 13(32), e13201. <https://doi.org/10.19053/22160159.v13.n32.2022.13201>
8. Del Valle Díaz, S., Rubio-Palomino, M. A., y Nevado-Luna, J. M. (2020). Teorías constructivistas, perspectiva funcional-estructural en el aprendizaje del fútbol base. *Retos*, 38, 824-830. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.73823>
9. Devís, J. (1996). *Educación física, deporte y currículum. Investigación y desarrollo curricular*. Visor.
10. Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.

11. Fuentes Rubio, M., Castillo-Paredes, A., Avilés, M., Pizarro, E., y Vera, M. (2023). Propuesta curricular bidireccional entre la formación inicial docente de pedagogía en educación física, una implementación hacia la educación física y salud en contexto escolar. *Retos*, 47, 181-187. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.93204>
12. Gamboa Jiménez, R., Soto García, P., y Jiménez Alvarado, G. (2022). Cuerpo y escuela: la enseñanza de la educación física como experiencia democrática. *Retos*, 45, 43-53. <https://doi.org/10.47197/retos.v45i0.91858>
13. Gimeno Sacristán, J. (2008). Diez tesis sobre la aparente utilidad de las competencias en educación. En J. Gimeno Sacristán (Ed.), *Educación por competencias, ¿qué hay de nuevo?* (pp. 15-58). Morata.
14. Gómez Francisco, T. (2018). La complejidad: un paradigma para la educación. Su aporte *con una mirada histórica y reflexiva*. RIL editores.
15. González Serrano, D. (2022). Musicomotricidad: la música como herramienta psicomotriz en Educación Física. *Retos*, 43, 672-682. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.89717>
16. Guerrero, S. (2024). Una política educativa democrática de educación física: aportes de Paulo Freire para la acción educativa en una comunidad local. En F. Cabaluz, y D. Miranda (Eds.), *Educación, política e ideología* (pp. 335-361). CLACSO. <https://libreria.clacso.org/publicacion.php?p=3760&c=1>
17. Gutiérrez Huamaní, O., Narváez Lope, E., y Narváez Lope, F. R. (2022). El básquetbol y la coordinación motora de los estudiantes de educación básica. *Revista Académica Internacional De Educación Física*, 2(2), 1-10. <https://revista-acief.com/index.php/articulos/article/view/64>
18. Herrera Sánchez, S., Espinosa Carrasco, M., Saucedo Fernández, M., y Díaz Perera, J. (2018). Solución de problemas como proceso de aprendizaje cognitivo. *Boletín Redipe*, 7(4), 107-117. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/487>
19. Hinojos Morales, J. A., y Albalade Gauchía, I. (2022). Los concursos de pintura rápida al aire libre como espacios creativos para el aprendizaje artístico del paisaje.

- Observar*, (16), 1-21. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8758472>
20. Koul, S., y Nayar, B. (2021). The Holistic Learning Educational Ecosystem: A Classroom 4.0 Perspective. *Higher Education Quarterly*, 75(1), 98-112. <https://doi.org/10.1111/hequ.12271>
21. La Prova, A. (2017). *La práctica del aprendizaje cooperativo: Propuestas educativas para el grupo-clase*. Narcea.
22. Lleixà Arribas, T., y Sebastiani Obrador, E. M. (2016). *Competencias clave y educación física. ¿Cómo y para qué tenerlas en cuenta en la programación?* Inde.
23. Lopes Cavalcante-Neto, J., Alane-Silva, É., y Silva Guedes, M. (2023). Análisis de la tarea de aprendizaje motor en niños con discapacidad intelectual. *Retos*, 49, 807-812. <https://doi.org/10.47197/retos.v49.98355>
24. López Núñez, N., López Melgarejo, A. M., y Vicente Nicolás, G. (2020). La danza en educación física: análisis de los currículos autonómicos españoles de Educación Primaria. *Retos*, 38, 517-522. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.77413>
25. López Ros, V., Castejón Oliva, F. J., Bouthier, D., y Llobet i Martí, B. (2015). Modelos para una enseñanza comprensiva del deporte. Espacios comunes para el encuentro (y algún desencuentro). *Ágora para la Educación Física y el Deporte*, 17(1), 45-60. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5072354>
26. Maestre Bruña, I., Almagro, B. J., y Paramio Pérez, G. (2016). El desarrollo de la educación emocional a través de la educación física escolar. *e-Motion: Revista de Educación, Motricidad e Investigación*, (5), 69-96. <https://doi.org/10.33776/remo.v0i5.2744>
27. Mahoney, J. L., Weissberg, R. P., Greenberg, M. T., Dusenbury, L., Jagers, R. J., Niemi, K., Schlinger, M., Schlund, J., Shriver, T. P., VanAusdal, K., y Yoder, N. (2021). Systemic Social and Emotional Learning: Promoting Educational Success for All Preschool to High School Students. *American Psychologist*, 76(7), 1128-1142. <https://doi.org/10.1037/amp0000701>

28. Martínez Clares, P., y Echeverría Samanes, B. (2009). Formación basada en competencias. *Revista de Investigación Educativa*, 27(1), 125-147. <https://revistas.um.es/rie/article/view/94331>
29. Mazzardo, T., Ribas, S., Greco, P. J., Monteiro, G. N., Silva, W. J. B. da., Araújo, N. D., y Aburachid, L. M. C. (2022). TGfU in the Teaching of Handball at School: Impacts on the Motor Coordination and Technique in the Game. *Motriz: Revista de Educação Física*, 28, e10220017121. <https://doi.org/10.1590/S1980-657420220017121>
30. Moreno Doña, A. (2018). La educación física chilena en educación básica: una caracterización crítica. *Revista da ALESDE*, 9(2), 65-78. <https://doi.org/10.5380/jlasss.v9i2.61261>
31. Moreno Doña, A., Toro Arévalo, S., y Gómez Gonzalvo, F. (2018). Crítica de la educación física crítica: eurocentrismo pedagógico y limitaciones epistemológicas. (2018). *Psychology, Society, & Education*, 10(3), 349-362. <https://ojs.ual.es/ojs/index.php/psy/article/view/2104>
32. Mujica Johnson, F. N. (2024a). Contribución de la YMCA a la cultura corporal, el deporte y la educación física de América Latina. Confrontación y alternativa al discurso eugenésico. *VIREF. Revista de Educación Física*, 13(4), 32-42. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/355202>
33. Mujica Johnson, F. N. (2024b). Relaciones de la pedagógica y la pedagogía de la liberación latinoamericana. Estudio epistemológico basado en Dussel y Freire. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 19(2), 1-17. <https://doi.org/10.15359/rep.19-2.1>
34. Mujica Johnson, F. N. (2024c). Corporalidad subjetiva, histórica y cultural en torno a la Educación Física latinoamericana. Una perspectiva epistemológica, curricular y decolonial. *Revista Dilemas Contemporáneos*, 9(3), 1-15. <https://doi.org/10.46377/dilemas.v11i3.4097>
35. Mujica Johnson, F. N., y Concha López, R. F. (2022). Producción epistemológica en educación física. Contribución de la dialéctica platónica. *Retos*, 46, 53-59. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.93503>

36. Mujica Johnson, F. N., y Jiménez Sánchez, A. C. (2021). Emociones positivas del alumnado de Educación Secundaria en las prácticas de baloncesto en Educación Física. *Retos*, 39, 556–564. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.80112>
37. Mujica Johnson, F. N., y Salgado López, J. (2021). Cultura, emociones y aprendizaje significativo en educación física. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 16(2), 63-82. <https://doi.org/10.15359/rep.16-2.4>
38. Mujica Johnson, F. N., Santander Reveco, I., Uribe Uribe, N., Gajardo Cáceres, P., Carreño Godoy, N., y Russell Guzmán, J. (2022). Aprendizaje en educación física y salud en Chile: estudio cualitativo del currículum de 7° básico a 2° medio. *Retos*, 46, 843-851. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94801>
39. Núñez, N. L., Melgarejo, A. M. L., y Nicolás, G. V. (2020). La danza en educación física: análisis de los currículos autonómicos españoles de educación primaria. *Retos*, 38, 517-522. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.77413>
40. Paz, S., y Peña, B. (2021). *Psicología de la educación*. Universidad Politécnica Salesiana.
41. Pellicer, I. (2018). *Educación física emocional. De la teoría a la práctica*. Inde.
42. Peña Lerma, O. M. y Rivas Almaguer, B. N. (2022). Una aproximación al desarrollo de la creatividad táctica en el aprendizaje deportivo del judo en atletas escolares. *Didáctica y Educación*, 13(1), 229-247. <https://revistas.ult.edu.cu/index.php/didascalía/article/view/1310>
43. Peterson, T. (2020). *Epistemology and the Predicates of Education. Building Upon a Process Theory of Learning*. Routledge.
44. Piaget, J. (1964). *Seis Estudios de Psicología*. Ariel.
45. Poblete Gálvez, C., Moreno Doña, A., Sandoval Obando, E., y Aedo Muñoz, E. (2020). Kuifi kimün aukantun kimeltuwün meu. La enseñanza del juego mapuche desde las lógicas internas de su cultura. *Retos*, 37, 197-204. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.72518>
46. Poblete Gálvez, C., Moreno Doña, A., y Rivera García, E. (2014). Educación física en Chile: una historia de la disciplina en los escritos de la primera publicación oficial

- del Instituto de Educación Física de la Universidad de Chile (1934-1962). *Estudios Pedagógicos*, 40(2), 265-282. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052014000300016>
47. Prieto Tamarit, E. A., Hernández, J. J., y Giniebra Enríquez, E. (2018). La formación de valores desde la clase de Educación Física. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 13(1), 74-87. <https://podium.upr.edu.cu/index.php/podium/article/view/748>
 48. Rannau, J. P. (2023). *Educación física para una ciudadanía activa y democrática*. Ediciones Universidad Santo Tomás.
 49. Ruiz Pérez, L. M. (2020). *Deporte y aprendizaje: procesos de adquisición y desarrollo de habilidades*. Antonio Machado.
 50. Sainz Varona, R. M. (1992). Historia de la educación física. *Ikastaria. Cuadernos de Educación*, (5), 27-47. <https://euskoi-kaskuntza.eus/PDFAnlt/ikas/05/05027047.pdf>
 51. Salgado López, J. I. (2020). *Contacto y emociones en la educación física y el deporte. Factores didácticos para optimizar un aprendizaje inclusivo*. Wanceulen.
 52. Sborquia, S. P. y Neira, M. G. (2008). As Danças Folclóricas e Populares no Currículo da Educação Física: Possibilidades e Desafios. *Motrivivência*, 20(31), 79-98. <https://doi.org/10.5007/2175-8042.2008n31p79>
 53. Scharagrodsky, P. A., Moreno, A., y Varea, V. (2022). Circulación, transmisión y apropiación de prácticas corporales. La gimnasia sueca y su traducción en la Argentina y Brasil a principios del siglo XX. *Revista da ALESDE*, 14(2), 44-66. <http://dx.doi.org/10.5380/jlasss.v14i2.87576>
 54. Schunk, D. (2012). *Teorías del aprendizaje. Una perspectiva educativa*. Pearson.
 55. Timken, G., McNamee, J., y Sarah, C. (2019). 'It Doesn't Seem Like PE and I Love It': Adolescent Girl's Views of a Health Club Physical Education Approach. *European Physical Education Review*, 25(1), 1-16. <https://doi.org/10.1177/1356336X17706382>
 56. Toro Arévalo, S., Luhrs-Middleton, O., Rosales Ojeda, J., Moreno Doña, A., y Peña Troncoso, S. (2023). Ecomotricidad, aprendiendo a constituir conciencia relacional. *Estudios Pedagógicos*, 49(Especial), 189-206. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052023000300189>

57. Vergara, J. J. (2015). *Aprendo porque quiero. El aprendizaje basado en proyectos (ABP) paso a paso*. Ediciones SM.
58. Vygotsky, L. (1984). Learning and Intellectual Development during School Age. *Journal for the Study of Education and Development*, 7(27-28), 105-116. <https://doi.org/10.1080/02103702.1984.10822045>
59. Vygotsky, L. (1995). *Pensamiento y lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Fausto.
60. Wright, P. M., Gray, S., y Richards, K. (2021). Understanding the Interpretation and Implementation of Social and Emotional Learning in Physical Education. *The Curriculum Journal*, 32, 67-86. <https://doi.org/10.1002/curj.85>

Perspectivas y desafíos de las gerencias deportivas: un análisis sistemático

Perspectives and Challenges of Sports Management: A Systematic Analysis

Perspectivas e desafios da gestão esportiva: uma análise sistemática

Camila Sofía Armendáriz Erives¹

Silvia Isela Ramírez-Enríquez²

Pedro Quintana Arroyo³

Luis Alberto López Rodríguez⁴

Juan Cristóbal Barrón-Luján⁵

¹ Estudiante de la Licenciatura en Administración del Deporte. Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. Correo electrónico: a371438@uach.mx
ORCID: 0009-0004-4248-8945

² Doctora en Ciencias de la Cultura Física. Docente Investigador de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. Correo electrónico: senriquez@uach.mx
ORCID: 0000-0002-9876-2075

³ Magíster en Ciencias del Deporte. Docente Investigador de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. Correo electrónico: pquintana@uach.mx
ORCID: 0000-0003-0312-2823

⁴ Magíster en Administración del Deporte. Docente de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. Correo electrónico: lalopez@uach.mx
ORCID: 0000-0001-8189-2343

⁵ Doctor en Educación. Docente investigador de la Facultad de Ciencias de la Cultura Física, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. Correo electrónico: jcbarron@uach.mx
ORCID: 0000-0002-3249-8494

© Autores.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

Cómo referenciar

Armendáriz Erives, C. S., Ramírez-Enríquez, S. I., Quintana Arroyo, P., López Rodríguez, L. A., y Barrón-Luján, J. C. (2024). Perspectivas y desafíos de las gerencias deportivas: un análisis sistemático. *Educación Física y Deporte*, 43(2), 21-48. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e357440>

RESUMEN

El objetivo del estudio fue identificar, analizar y comparar la estructura organizativa, la gestión y el desempeño de las organizaciones deportivas de distintos países. Se realizó una revisión sistemática en bases de datos reconocidas. Se incluyeron documentos sobre gestión deportiva, de cualquier año, en español o inglés, de acceso abierto, y que utilizaran algún instrumento de medición o técnica para valorar la gerencia deportiva. Se encontraron 161 documentos, de los cuales se descartaron 130 y se analizó la información de 10 documentos. Los resultados muestran que hay diferencias en la gestión del deporte en diferentes países, pero también similitudes en los más profesionalizados. Lo analizado sugiere reforzar los procesos administrativos, contar con herramientas de evaluación continua y adoptar estrategias para cada realidad.

PALABRAS CLAVE: administración comparativa, eficiencia operativa, gestión deportiva, gobernanza deportiva, organizaciones deportivas, estrategias de gerencia.

ABSTRACT

The study aimed to identify, analyze, and compare the organizational structures, management, and performance of sports organizations in different countries. A systematic review was conducted using recognized databases. Documents on sports management from any year in Spanish or English that

were open access and used any instrument or measurement technique to evaluate sports management were included. A total of 161 documents were found. Of those, 130 were discarded, and information from 10 documents was analyzed. The results reveal differences in sports management practices among countries, as well as similarities among those that are more professionalized. The analysis suggests strengthening administrative processes, implementing continuous evaluation tools, and adopting context-specific strategies.

KEYWORDS: comparative management, operational effectiveness, sports management, sports governance, sports organizations, management strategies.

RESUMO

O objetivo do estudo foi identificar, analisar e comparar a estrutura organizacional, a gestão e o desempenho de organizações esportivas em diferentes países. Foi realizada uma revisão sistemática em bancos de dados reconhecidos. Foram incluídos artigos sobre gestão esportiva, de qualquer ano, em espanhol ou inglês, de acesso aberto e que utilizavam qualquer instrumento ou técnica de medição para avaliar a gestão esportiva. Um total de 161 artigos foi encontrado, dos quais 130 foram descartados e as informações de 10 artigos foram analisadas. Os resultados mostram que há diferenças na gestão do esporte nos diversos países, mas também semelhanças entre os mais profissionalizados. A análise sugere o fortalecimento dos processos administrativos, a existência de ferramentas de avaliação contínua e a adoção de estratégias específicas para cada realidade.

PALAVRAS-CHAVE: gestão comparativa, eficácia operacional, gestão esportiva, governança esportiva, organizações esportivas, estratégias de gestão.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, la manera en que se administra el deporte ha cambiado de forma considerable. Este cambio está relacionado tanto con el crecimiento del sector como con la necesidad de que las organizaciones deportivas funcionen de manera más profesional (Hoye et al., 2018; Slack y Parent, 2006). Para Hoye et al. (2018), uno de los motores de esta transformación ha sido la globalización, que ha traído consigo una competencia más intensa y ha hecho indispensable el uso de estrategias de gestión más avanzadas. En la misma línea, Taylor y Garratt (2010) afirman que este fenómeno global ha obligado a las organizaciones deportivas a adoptar enfoques más complejos y refinados. Gracias a estos cambios, no solo se ha ganado en eficiencia, sino que también se ha ampliado el impacto del deporte a nivel internacional.

En este escenario, las personas encargadas de dirigir organizaciones deportivas enfrentan desafíos diversos que van desde el uso correcto de los recursos hasta la necesidad de lograr un alto rendimiento por parte de los atletas, pasando por el manejo de la imagen pública o la respuesta ante situaciones imprevistas (Smith y Stewart, 2015). Chelladurai (2014) considera que la administración adecuada de los recursos es un punto central para que estas organizaciones perduren en el tiempo. Por su parte, Dos Santos et al. (2022) destacan que una gestión innovadora puede beneficiar tanto el desempeño deportivo como el vínculo con los seguidores. Al mismo tiempo, los entornos deportivos actuales son más complejos y demandan que los líderes tengan habilidades diversas y comprendan los múltiples factores que influyen en los resultados organizativos.

La gestión deportiva hace referencia a todo lo que involucra la planificación, el control, la dirección y la organización en el contexto del deporte. Para Parent y Ruetsch (2020) esto incluye la administración de espacios deportivos, la promoción de eventos, el trabajo con equipos y la supervisión de entidades

deportivas. Este tipo de gestión se lleva a cabo en un entorno muy competitivo y con exigencias cada vez mayores de transparencia y responsabilidad social (Joo et al., 2019). Por eso, responder de forma adecuada a las expectativas de los distintos grupos de interés es una condición necesaria para asegurar la continuidad de estas organizaciones.

Un reto clave para las organizaciones deportivas es mantenerse al día con los avances tecnológicos. En la actualidad, la digitalización ha modificado por completo la manera en que se consume y se promociona el deporte. Andrew et al. (2019) señalan que las redes sociales o las transmisiones en línea han abierto nuevas vías de ingreso, pero también exigen a las entidades deportivas mantenerse activas y visibles en todo momento. Núñez Cudriz y Miranda Corrales (2020) añaden que una buena estrategia digital puede fortalecer la relación con los aficionados y aumentar la visibilidad institucional.

Por otra parte, el uso de herramientas tecnológicas y las aplicadas al rendimiento deportivo requieren ser gestionadas de manera más técnica y de forma especializada (Pedersen et al., 2020). En este sentido, Ratten y Dickson (2020) explican que el uso de macrodatos (big data) ayuda a la toma de decisiones de manera más precisa, mejorar el rendimiento deportivo y a optimizar las operaciones dentro de la organización.

Otro punto importante es cómo las organizaciones deportivas abordan la inclusión y la diversidad, es decir, lo relacionado con temas de género, cultura y origen étnico, y que tienen un impacto dentro del clima laboral y en los resultados institucionales (Cunningham, 2019). Aunque implementar políticas inclusivas puede ser difícil, sobre todo por resistencias culturales, está demostrado que este tipo de gestión mejora el ambiente de trabajo y amplía el alcance social del deporte (Sulistiyono et al., 2022). Por otro lado, la equidad de género es un aspecto clave para ayudar en el crecimiento constante del sector (Burton, 2015).

También hay que prestar atención al manejo de las finanzas, que es motivo de preocupación constante. Westerbeek y Karg (2022) comentan que es de suma importancia planificar cuidadosamente y diversificar las fuentes de financiamiento y advierten que factores como los resultados deportivos, la asistencia del público y la obtención de patrocinios hacen que los ingresos puedan variar bastante. Durante la pandemia de COVID-19, se evidencio como los aspectos financieros de las organizaciones, en ese caso las deportivas, se vieron afectadas frente a situaciones no controladas e inesperadas (Parnell et al., 2022; Sadri et al., 2021). Calahorro-López y Ratkai (2024) apuntan que la flexibilidad financiera y la capacidad de adaptación son esenciales para la mantener la vida organizacional. Además, la búsqueda de nuevas formas de ingreso, como la venta de experiencias digitales o la monetización del contenido para aficionados, cada día es más importante (Smith y Stewart, 2015).

Por último, las partes de la integridad, los valores y lo ético son muy relevantes. Por ejemplo, los casos de dopaje, corrupción o maltrato han puesto en el centro del debate la necesidad de contar con reglas claras y procesos de gobernanza sólidos (Auweele et al., 2015). Por su parte, Heres (2021) insiste en que si los responsables no actúan con integridad, se pierde la confianza del público. Mousa et al. (2021) agregan que la transparencia en la gestión es clave no solo para mantener a los aficionados, sino también para asegurar el respaldo de los patrocinadores. En este marco, la implementación de políticas de responsabilidad social corporativa ayuda a fortalecer la imagen institucional y mejora el vínculo con la comunidad (Babiak y Wolfe, 2009).

Además de todos estos elementos, es importante reconocer que las formas de gestionar el deporte no son iguales en todos los países. Las diferencias en las estructuras organizativas, los estilos de liderazgo y los resultados obtenidos reflejan realidades diversas. Por eso, analizar estos contrastes puede ayudar a identificar buenas prácticas y a comprender mejor los

retos particulares de cada contexto.

En consecuencia, nos preguntamos: ¿cómo varían los enfoques de gerencia deportiva y sus resultados entre diferentes países y disciplinas? Para responder, este estudio tuvo como objetivo realizar una revisión sistemática de literatura científica para identificar, analizar y comparar la estructura organizativa, la gestión y el desempeño de las organizaciones deportivas en distintos países del mundo. A partir de este objetivo, se pretendió encontrar similitudes, fortalezas, y debilidades que pudieran ayudar a mejorar el trabajo de las instituciones deportivas.

Aunque muchos de los artículos analizados provienen de América Latina, el enfoque de este trabajo fue internacional. La selección de países responde de manera particular a lo encontrado a lo largo del proceso de búsqueda sistemático, sin ningún criterio geográfico previo o de inclusión geográfica. Esta amplitud permitirá observar, no a todos es claro, pero sí algunos de los modelos de gestión deportiva cuyos datos sirvan como herramientas tanto para el estudio académico como para la toma de decisiones en estas organizaciones.

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio retrospectivo, cualitativo y observacional siguiendo los lineamientos establecidos por el modelo PRISMA (Page et al., 2021), para llevar a cabo una revisión sistemática de literatura.

La recolección de los datos se llevó a cabo en mayo de 2024 y se centró exclusivamente en el análisis de artículos científicos arbitrados, de acceso abierto y con disponibilidad en texto completo. Para ser incluidos en el análisis, los documentos debían estar escritos en español o inglés, su contenido debía tratar temas relacionados con la administración o la gestión deportiva, abordar aspectos de la estructura de las organizaciones, los modelos

de gestión empleados o el desempeño institucional. Asimismo, debían brindar información sobre el uso o no de herramientas o métodos formales para el análisis de la gestión deportiva.

Como criterios de exclusión se tomaron en cuenta textos que no se enfocaban en modelos de gestión deportiva, aquellos que no fueran de acceso abierto, estaban en idiomas distintos al español o inglés, o carecían de un enfoque metodológico riguroso, como es el caso de ensayos, artículos de opinión o textos sin respaldo técnico.

Se consultaron bases de datos como Scopus, Redalyc, SciELO, Dialnet, PubMed, Latindex, SSOAR y Google Scholar. En cada una se usaron combinaciones específicas de palabras clave unidas por el operador booleano AND. Por ejemplo: “gestión deportiva” AND “estructura organizacional”, “administración deportiva” AND “desempeño organizacional”, “sports management” AND “organizational structure”.

Estas búsquedas se aplicaron a los campos de título, resumen y palabras clave, según lo permitido por cada plataforma.

Como resultado de este proceso, se identificaron inicialmente 161 documentos. Después de aplicar los criterios de selección y eliminar duplicados, se seleccionaron finalmente 10 artículos que cumplían con todos los requisitos y fueron incluidos en el análisis detallado.

La selección de los estudios se desarrolló en tres etapas. Primero, se revisaron títulos y resúmenes para identificar trabajos que se ajustaran al tema. Después, se leyeron por completo los artículos preseleccionados para confirmar que cumplían con los criterios definidos. Finalmente, se extrajo información clave como el país del estudio, el enfoque organizativo, el tipo de gestión y los principales resultados.

Todo este proceso fue realizado por dos investigadores de forma independiente y cualquier diferencia de criterio fue discutida hasta llegar a un acuerdo, lo que fortaleció la confiabilidad de la revisión. Aunque no se estableció un límite geográfico, la mayoría de los trabajos incluidos provienen de países de América Latina, como Venezuela, México, Ecuador

y Brasil. Sin embargo, la revisión presenta estudios de otras regiones, como España e Indonesia. Esta distribución refleja el resultado natural del proceso de búsqueda y selección y no una decisión previa de enfoque regional.

Una vez definidos los artículos seleccionados por ambos investigadores, se procedió a organizar los documentos recuperados para su análisis final. Los archivos fueron almacenados en carpetas digitales nombradas según la base de datos de origen, y dentro de cada una se generaron subcarpetas correspondientes a las palabras clave utilizadas. En cada subcarpeta se creó un archivo en Excel donde se registraron los títulos completos de los artículos. Después de haber aplicado los criterios de inclusión y confirmado la pertinencia de los documentos, se consolidaron todos los registros en una hoja de cálculo general. Con esta herramienta se aplicó la función de eliminación de duplicados, exclusivamente entre bases de datos, ya que un mismo artículo puede estar indexado en más de una plataforma. Este paso garantizó que cada documento incluido en el análisis final fuera único y no estuviera repetido.

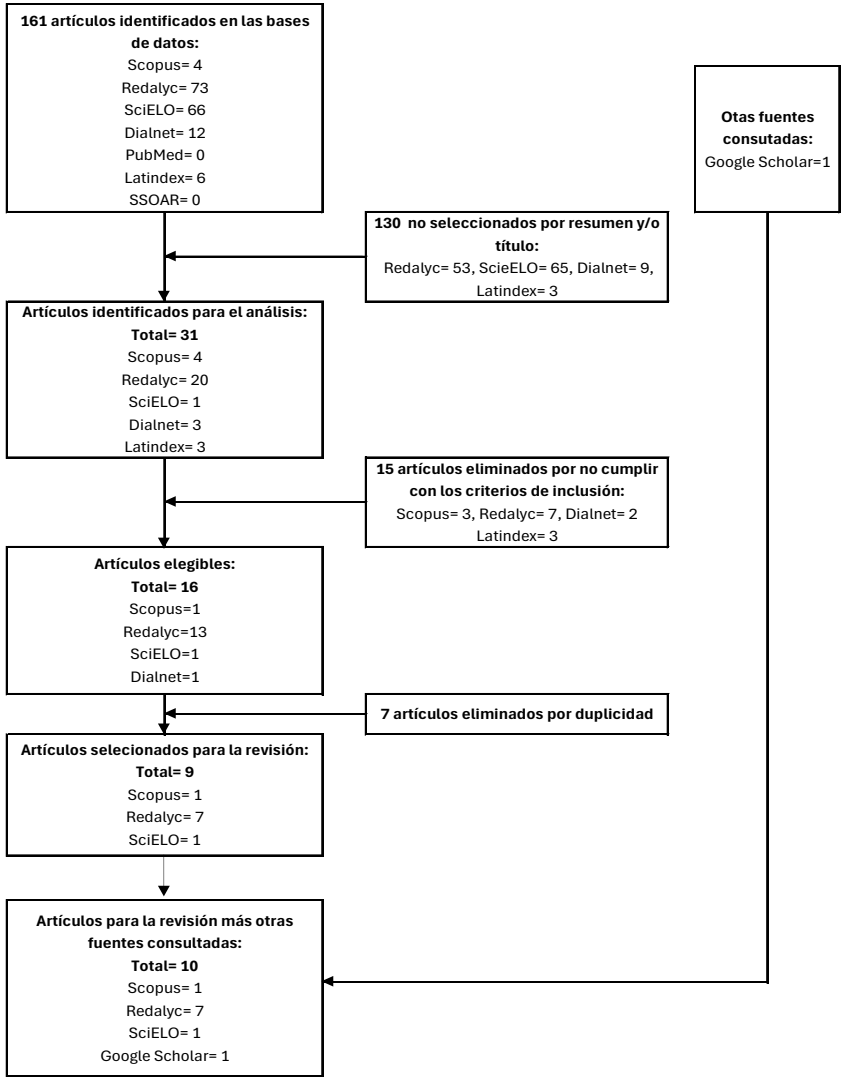
Finalmente, los estudios seleccionados fueron sometidos a un análisis comparativo internacional. Para ello, se sistematizó la información relevante de cada artículo considerando tres dimensiones clave: estructura organizativa, enfoque de gestión y desempeño reportado. Esta organización permitió construir una tabla comparativa por país, la cual facilitó el análisis transversal de los hallazgos. Este procedimiento fue diseñado con el fin de cumplir con el objetivo del estudio, orientado a identificar, analizar y comparar modelos de gerencia deportiva en distintos contextos nacionales a nivel global.

RESULTADOS

De los 161 artículos encontrados, 130 fueron descartados porque ni el resumen ni el título trataban el tema de interés. Por lo tanto, fueron seleccionados para el análisis 31 artículos, de los cuales se eliminaron 15 que no cumplían con los criterios de inclusión

y otros 7 por duplicidad. Al final, para el análisis se utilizó un total de 10 documentos. En la Figura 1 se muestra el proceso de selección de documentos encontrados.

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos para la revisión



Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 1 se muestran los datos más relevantes, tales como autor, país, tipo de muestra, instrumento o técnica utilizada para el análisis de la gestión en organizaciones deportivas y los resultados o la información más importante sobre la estructura organizativa, la gestión y el desempeño de las organizaciones deportivas en distintos países para identificar las áreas de fortaleza, las oportunidades de mejora y las mejores prácticas para promover la eficacia y el desarrollo del deporte en la región.

Tabla 1. *Principales resultados sobre estructura organizativa, gestión y desempeño de las organizaciones deportivas en distintos países*

Autor	Tipo de estudio y muestra	Estructura organizativa	Enfoque de gestión	Desempeño reportado
Aguilar y Guerra (2015)	Directores, entrenadores y <i>stakeholders</i> clave.	Estructura jerárquica y vertical, con relaciones débiles entre niveles de mando, ausencia de canales claros de comunicación y desarticulación institucional.	Enfoque empírico sin planificación formal, basado en la intuición de directivos con escasa formación técnica. Ausencia de cultura estratégica.	Bajo rendimiento institucional con deficiencias operativas generalizadas y ausencia de resultados medibles en desempeño deportivo.
Redalyc	Estudio cualitativo con entrevistas a profundidad y observación directa; instrumento: guía de entrevista semiestructurada.			
Venezuela				
Freitas et al. (2016)	Estudio cualitativo con entrevistas semiestructuradas y análisis contextual; instrumento: guía de entrevista diseñada por el autor para actores sociales del deporte.	Modelo organizacional centrado en competencias, con roles bien definidos, jerarquía funcional y estructura orientada al desempeño profesional.	Gestión basada en liderazgo mixto (control y creatividad), orientada al logro de metas organizacionales mediante competencias medibles.	Alto rendimiento organizacional, asociado al desarrollo de liderazgo efectivo y balance entre control administrativo y creatividad.
Brasil				
Gómez Barrios (2018a)	12 entrevistados en 5 ligas profesionales.	Estructura fragmentada con escasa articulación entre actores sociales del deporte, sin normativas homogéneas y con fuerte disparidad regional.	Gestión influida por condiciones socioculturales y económicas; sin profesionalización sistemática ni estrategias institucionales claras.	Desempeño limitado por la falta de formación profesional y debilidad de redes institucionales. Se resalta la necesidad urgente de reformas.
SciELO	Estudio cualitativo basado en teoría fundamentada; instrumento: entrevistas abiertas a perfiles gerenciales en ligas profesionales.			
Ecuador				
Gómez Barrios (2018b)	Directores de deportes universitarios y expertos en gerencia deportiva.	Organización deportiva centrada en lo operativo del deporte, sin estatutos funcionales claros ni definición de roles administrativos.	Modelo operativo centrado en la experiencia deportiva, sin procesos formativos ni enfoques estratégicos definidos para la administración.	Rendimiento bajo, centrado en la operación deportiva. Se evidencian carencias formativas y funcionales.
Redalyc	Investigación de campo con enfoque descriptivo-inductivo; instrumento: cuestionario de elaboración propia aplicado a directores universitarios deportivos.			
Venezuela				

Autor	Tipo de estudio y muestra	Estructura organizativa	Enfoque de gestión	Desempeño reportado
Navarro Hernández (2013) Redalyc Venezuela	Revisión documental y bibliográfica; se analizaron estudios que utilizaron modelos de evaluación de calidad SERVQUAL y SERVPERF.	Estructura jerárquica en entornos universitarios con liderazgo concentrado y escasa participación democrática en la toma de decisiones.	Liderazgo autoritario sin mecanismos participativos ni planificación estratégica formal. Procesos administrativos inconsistentes.	Desempeño pobre, vinculado a estilos autoritarios de gestión y la ausencia de procesos estratégicos coherentes.
Serrano y Segado (2015) Redalyc España	Administradores de clubes deportivos del sector público en Nuevo León. Estudio cuantitativo con cuestionario estructurado diseñado por los autores, aplicado a administradores públicos de instalaciones deportivas.	Organización orientada a la calidad del servicio, con aplicación sistemática de modelos de evaluación como SERVQUAL y SERVPERF.	Gestión basada en la evaluación continua del servicio al usuario, aplicando estándares de calidad como herramienta de mejora.	Percepción mejorada del usuario gracias al uso de herramientas de evaluación. Impacto positivo en la calidad del servicio.
Ramos-Carranza et al. (2015) Redalyc México	Escuelas de fútbol en la región de Yogyakarta. Estudio cuantitativo de validación de un instrumento (71 ítems) diseñado por los autores para evaluar la calidad de la gestión en escuelas de fútbol (currículo, entrenadores e infraestructura).	Estructura organizativa horizontal con participación directa de los gestores en la toma de decisiones y planificación de instalaciones.	Enfoque planificado con participación, toma de decisiones colaborativa y apoyo institucional a la formación académica.	Resultados favorables en la administración pública de instalaciones. Mejora en la asignación de recursos y participación de gestores.
Sulistiyo et al. (2022) Scopus Indonesia	Dirigentes de equipos de fútbol y baloncesto profesional. Estudio mixto con entrevistas y cuestionarios estructurados diseñados por el autor, aplicados a dirigentes de fútbol y baloncesto profesional.	Modelo estandarizado con líneas claras de autoridad y protocolos definidos para gestión del currículo, entrenadores e infraestructura.	Gestión por indicadores con evaluación estructurada, formación de entrenadores y control curricular orientado a estándares de calidad.	Eficiencia administrativa demostrada a través de evaluación continua. Buen desempeño en programas de fútbol escolar.

Autor	Tipo de estudio y muestra	Estructura organizativa	Enfoque de gestión	Desempeño reportado
Romero Sosa (2010)	Estudio cualitativo, analítico, transversal y de campo. Muestra: -Fútbol: 5 equipos de 1.ª división (Caracas FC, Deportivo Táchira, Carabobo FC, Trujillanos, Estudiantes de Mérida). -Baloncesto: dirigencia de la Liga Profesional y 2 equipos (Marinos de Anzoátegui y Guayos de Lara).	Dualidad organizacional: baloncesto con estructura empresarial; fútbol con organización poco formal y débil institucionalidad.	En baloncesto: enfoque empresarial con planificación. En fútbol: gestión reactiva, sin estructuras ni metas organizativas.	Baloncesto profesional muestra eficiencia organizativa; fútbol carece de estructura y presenta bajo impacto en resultados.
Redalyc Venezuela				
Zapata Montoya et al. (2010)	Estudio mixto con entrevistas y encuestas estructuradas de elaboración propia, aplicadas a presidentes y gerentes de 40 ligas deportivas afiliadas a Indeportes Antioquia.	Estructura jerárquica empírica basada en experiencia práctica, sin planificación estratégica ni criterios técnicos establecidos.	Gestión informal apoyada en la trayectoria deportiva de dirigentes, sin herramientas ni procesos administrativos estandarizados.	Gestión administrativa desordenada, con falta de estrategias y planeación. Escasa implementación de buenas prácticas técnicas.
Redalyc Colombia				

Fuente: elaboración propia.

Análisis comparativo de los modelos de gestión deportiva

Con base en los estudios revisados, se organizó la información en tres ejes principales: estructura organizativa, tipo de gestión aplicada y nivel de desempeño reportado. Esta organización permitió identificar distintos enfoques y realidades en la administración de las organizaciones deportivas. En el análisis de los documentos normativos se buscaron los elementos convergentes entre ellos, por lo que el estudio no sigue necesariamente un orden jerárquico o de alcance.

Los hallazgos muestran que, aunque hay diferencias en cómo se gestiona el deporte en cada país, se repiten ciertos patrones en aquellos lugares donde la profesionalización está más desarrollada, como es el caso de Brasil o España. En contraste, países con estructuras más débiles, como Venezuela, enfrentan obstáculos relacionados con la falta de planificación y con escasa evaluación de su desempeño. Estas diferencias permiten ver que la estabilidad institucional no depende solo de los recursos disponibles, sino también de cómo están organizadas las funciones y del nivel de preparación que tengan quienes gestionan.

En conjunto, lo analizado sugiere que reforzar los procesos administrativos, contar con herramientas que permitan evaluar el trabajo de forma continua y adoptar una mirada estratégica que se adapte a cada realidad son pasos importantes para lograr una gestión deportiva más sólida y útil. Llevar a cabo estas comparaciones permite tener información que pueda usarse con sentido crítico en diferentes contextos. Esto favorece el aprendizaje de las instituciones para una mejora continua.

DISCUSIÓN

La presente revisión sistemática tuvo como objetivo identificar, analizar y comparar la estructura organizativa, la gestión y el desempeño de las organizaciones deportivas en distintos países del mundo, para comprender las fortalezas, debilidades

y ayudar a destacar prácticas que han resultado adecuadas. A partir del estudio, se han reconocido patrones y diferencias notables en las formas de administración deportiva, lo que permite construir una mirada de cómo se puede ejercer la gestión en este ámbito.

Sobre la administración deportiva en Brasil, el estudio de Freitas et al. (2016), al emplear un Instrumento de Comportamiento Gerencial (MBI), respalda la validez del instrumento y enfatiza la necesidad de que la administración en el ámbito deportivo se mantenga equilibrada entre el control organizativo y la flexibilidad para resolver problemas y mejorar las capacidades de liderazgo. También se observan relaciones entre las habilidades de liderazgo, como facilitar, innovar y dirigir.

En España, Serrano y Segado (2015), mediante herramientas para evaluar la calidad del servicio deportivo, concluyen que adaptar estas escalas a las características del entorno ayuda a conocer mejor las necesidades de los usuarios. Romero Sosa (2010), por otra parte, menciona que el *marketing* estratégico ayuda a vincular los servicios deportivos con lo que los usuarios demandan. Chelladurai (2014) y Northouse (2021) evidencian la importancia de liderazgos que se adapten y colaboren dentro de la institución como parte de una gestión moderna. Esto se complementa con elementos como el respaldo institucional, la capacitación permanente, la infraestructura disponible y el financiamiento (Frawley et al., 2018). Bryson et al. (2014) y Raw et al. (2022) coinciden en que los modelos de liderazgo compartido son clave para impulsar cambios en organizaciones deportivas sometidas a alta presión.

En Ecuador, la investigación de Gómez Barrios (2018a) señala que factores como lo social y lo económico impactan de manera directa en la forma de administrar el deporte. De ahí la necesidad de profesionalizar la gestión y fomentar la creación de redes que colaboren entre los distintos actores que forman parte de este sector. El autor muestra que las

organizaciones deportivas se encuentran divididas y que esto dificulta la ejecución unificada de políticas o estrategias. Esto es congruente con lo que proponen Nova (2016) y Sesinando et al. (2022), ya que consideran que la formación continua es una herramienta importante para enfrentar los desafíos contextuales.

Meier y García (2021) y Kirkland y Cowley (2023) resaltan que la profesionalización implica más que habilidades técnicas, ya que también es de suma importancia fomentar buenas relaciones dentro de la organización deportiva. Meier y García (2021) también enfatizan en que los escenarios divididos, la ayuda mutua y la colaboración interinstitucional favorecen la toma decisiones de manera organizada y coordinada.

En el caso de Indonesia, Sulistiyono et al. (2022) desarrollaron una herramienta para analizar la administración en escuelas de fútbol. Esta herramienta fue validada para evaluar currículos, entrenadores e infraestructura. El uso de estos instrumentos permite mejorar la organización interna y el uso de los recursos disponibles. Estudios como los de Kim et al. (2024) y Koenigstorfer (2023) también insisten en el uso de instrumentos confiables para evaluar el funcionamiento de las instituciones deportivas. De igual manera, Van Hoecke et al. (2013) destacan que la implementación de herramientas estandarizadas en la institución deportiva ayuda a construir modelos de calidad que facilitan tanto la planificación como la mejora continua.

En México, Ramos-Carranza et al. (2015) diseñaron un cuestionario para analizar el perfil de los dirigentes de instalaciones deportivas públicas. El instrumento mostró buena consistencia y permitió conocer más a fondo las competencias de los responsables. Al igual que en el caso de Indonesia, se destaca la ventaja de estructuras horizontales, donde los gestores pueden participar activamente en la planificación, lo que ayuda a una gestión más racional.

Estudios recientes confirman que la formación constante y la evaluación periódica son clave para elevar la calidad del trabajo

administrativo (Billsberry et al., 2018; López D'Amico et al., 2023; Parnell et al., 2022; Slack y Parent, 2006). Además, García-Unanue et al. (2021) enfatizan que modelos más abiertos y descentralizados pueden aumentar la eficiencia en instituciones públicas.

En Colombia, el estudio de Zapata Montoya et al. (2010) expone las carencias en la preparación de los responsables de gestión, especialmente por la ausencia de formación académica especializada. Se encontraron deficiencias en la planificación y en la implementación de herramientas modernas. Hoye et al. (2018) recalcan que es necesario fortalecer la capacitación en todos los niveles. Rozo Rondón et al. (2022) y Mamo et al. (2024) afirman que, además de la formación técnica, se deben desarrollar competencias en gestión financiera, mantenimiento de infraestructura, organización de eventos y resolución de conflictos. Winand et al. (2023) añaden que, en contextos de menor desarrollo, se debería avanzar en políticas públicas que promuevan la profesionalización y la evaluación del desempeño de forma estructurada.

En Venezuela, el modelo planteado por Navarro Hernández (2013) establece tres niveles para organizar la gestión: estratégico, táctico y operativo. Esta propuesta sigue vigente, ya que hay investigaciones que proponen esquemas similares para hacer más eficaz la administración deportiva (Parnell et al., 2022). Cuando no hay una buena coordinación entre los distintos niveles, se dificulta la aplicación de las políticas, como advierten Heres (2021) y Hummell et al. (2025). En el mismo sentido, Bayle (2024), recomienda integrar distintas formas de gobernanza para facilitar decisiones más coherentes y sostenibles, especialmente en entornos organizativos complejos.

Por último, los estudios de Aguilar y Guerra (2015), Gómez Barrios (2018b) y Zapata Montoya et al. (2010) revelan que los principales problemas en la administración deportiva en Venezuela están relacionados con la falta de preparación técnica y experiencia de su personal. Esto ha generado debilidades

tanto en la planificación como en la ejecución de políticas. Los principales desafíos giran en torno al talento humano, la definición de políticas claras y la medición efectiva del rendimiento. Kirkland y Cowley (2023), Koenigstorfer (2023), Sotiriadou y de Haan (2019) y Winand et al. (2023) coinciden en que fortalecer los procesos internos y administrativos es un paso imprescindible para lograr sostenibilidad en las instituciones deportivas. Smith y Skinner (2021) proponen que se utilicen indicadores concretos para facilitar el seguimiento del desempeño, lo que permitiría mejorar la transparencia, la planificación y la eficiencia institucional.

Aportes desde la literatura especializada: una mirada latinoamericana y europea

Los resultados de esta revisión encuentran respaldo en estudios realizados tanto en América Latina como en Europa. En el ámbito latinoamericano, Bravo et al. (2016), Bravo y Silva (2014) y González-Cuevas et al. (2024) advierten que muchas organizaciones deportivas enfrentan limitaciones estructurales debido a la falta de formación profesional en sus cuadros directivos. Esta carencia afecta directamente la planificación, la evaluación y la toma de decisiones.

Del mismo modo, Escorihuela y López de D'Amico (2021) han señalado que, en Venezuela, estas dificultades no solo están ligadas a factores económicos, sino también a la ausencia de liderazgo técnico y políticas claras. Meira et al. (2012), por su parte, han destacado que en Brasil se han implementado políticas públicas orientadas a fortalecer la gestión a través de procesos de planificación técnica, lo que ha permitido cierto grado de profesionalización y mejora organizativa.

En Europa, el estudio de la Federación de Asociaciones de Gestión del Deporte (FAGDE, 2023) respalda las aportaciones de esta revisión. Este estudio demuestra un perfil profesional

que integra formación universitaria especializada, dominio de herramientas de planificación y evaluación, y capacidad de gestión transversal, coincidiendo con lo encontrado en los documentos analizados.

Por otro lado, Aznar-Ballesta et al. (2023) comentan que las universidades españolas y de otras partes del mundo fomentan la enseñanza sobre gestión y recreación deportiva. Esto muestra que hay una formación clara en el tema. Por su parte, el Parlamento Europeo (P.E, 2021) destaca que la gestión del deporte debe centrarse en la gobernanza, la integridad y la sostenibilidad.

Aunque el contexto de los países es diferente, se puede aprender de las vivencias, las experiencias y del funcionamiento de cada uno de ellos. Esta información es importante ya que esas ideas se pueden adaptar según cada región geográfica y contexto institucional. Comparar experiencias puede mejorar la forma en que se gestiona el deporte.

Implicaciones prácticas y recomendaciones

Los resultados de este trabajo ofrecen ideas útiles para quienes están involucrados en la gestión deportiva. Una de ellas es que los responsables de dirigir organizaciones deportivas deberían seguir formándose en temas clave como la planificación, el manejo del personal y la evaluación de programas. Esto les ayudaría a tomar mejores decisiones y fortalecer sus equipos.

También sería conveniente que se usen herramientas que permitan evaluar lo que se hace, como cuestionarios o métodos de análisis simples, que ayuden a identificar fallas y mejorar lo que ya funciona. Por otro lado, quienes toman decisiones a nivel de políticas públicas deberían apoyar de forma constante la formación profesional y el desarrollo de instalaciones deportivas. Además, es importante que los recursos se repartan de forma justa y clara.

Desde el campo académico, sería valioso que se sigan haciendo estudios conjuntos, donde se compartan experiencias desde diferentes disciplinas para entender mejor los desafíos actuales. En conjunto, aplicar estas ideas puede servir para hacer más sólida y efectiva la gestión deportiva, sobre todo en contextos que enfrentan dificultades estructurales.

Este estudio mostró que muchas organizaciones siguen teniendo problemas operativos por falta de conocimientos técnicos y herramientas adecuadas. Mejorar la formación, tener estructuras más claras y fomentar la evaluación constante serían pasos importantes para avanzar en este campo.

Limitaciones del estudio

Este estudio tiene algunas limitaciones que deben reconocerse. Aunque la búsqueda fue internacional, la mayoría de los trabajos encontrados provienen de América Latina, lo que puede influir en la perspectiva general. Además, al utilizar bases de datos específicas y enfocarse en artículos en español o inglés, se pudieron haber dejado fuera estudios relevantes en otros idiomas o regiones. Por otro lado, las diferencias metodológicas entre los artículos incluidos dificultaron hacer comparaciones más precisas. También es importante mencionar que no se realizó un análisis cuantitativo, por lo que los resultados deben interpretarse como una aproximación comparativa y no como una generalización estadística.

REFERENCIAS

1. Aguilar, P., y Guerra, W. (2015). Gerencia del deporte de alto rendimiento en Venezuela. *Actualidad Contable Faces*, 18(31), 5-29. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25743363002>
2. Andrew, D. P. S., Pedersen, P. M., y McEvoy, C. D. (2019). *Research Methods and Design in Sport Management*. Human Kinetics.
3. Auweele, Y. V., Cook, E., y Parry, J. (2015). *Ethics and Governance in Sport. The Future of Sport Imagined*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315679501>
4. Aznar-Ballesta, A., Ubago-Guisado, E., y Cabello-Manrique, D. (2023). Gestión, dirección y recreación deportiva en planes de estudio de universidades españolas. *Journal of Sport and Health Research*, 15(2), 371-382 <https://doi.org/10.58727/jsr.91800>
5. Babiak, K., y Wolfe, R. (2009). Determinants of Corporate Social Responsibility in Professional Sport: Internal and External Factors. *Journal of Sport Management*, 23, 717-742. <https://doi.org/10.1123/jsm.23.6.717>
6. Bayle, E. (2024). *Governance, Regulation and Management of Global Sport Organisations*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003462118>
7. Billsberry, J., Mueller, J., Skinner, J., Swanson, S., Corbett, B., y Ferkins, L. (2018). Reimagining Leadership in Sport Management: Lessons From the Social Construction of Leadership. *Journal of Sport Management*, 32, 170-182. <https://doi.org/10.1123/jsm.2017-0210>
8. Bravo, G., López D'Amico, R., y Parrish, C. (2016). *Sport in Latin America: Policy, Organization, Management*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315797649>
9. Bravo, G., y Silva, J. (2014). Sport Policy in Chile. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 6(1), 129-142. <https://doi.org/10.1080/19406940.2013.806341>
10. Bryson, J. M., Crosby, B. C., y Bloomberg, L. (2014). Public Value Governance: Moving Beyond Traditional Public Administration and the New Public Management. *Public Administration Review*, 74(4), 445-456. <https://doi.org/10.1111/puar.12238>

11. Burton, L. J. (2015). Underrepresentation of Women in Sport Leadership: A Review of Research. *Sport Management Review*, 18(2), 155-165 <https://doi.org/10.1016/j.smr.2014.02.004>
12. Calahorra-López, A., y Ratkai, M. (2024). Los clubes de fútbol europeos y sus finanzas. Una revisión sistemática de la literatura. *Revista de Contabilidad - Spanish Accounting Review*, 27(1), 75-91. <https://doi.org/10.6018/rccsar.496271>
13. Chelladurai, P. (2014). *Managing Organizations for Sport and Physical Activity. A Systems Perspective*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315213286>
14. Cunningham, G. B. (2019). *Diversity and Inclusion in Sport Organizations: A Multilevel Perspective*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429504310>
15. Dos Santos, M. A., Calabuig Moreno, F., y Huertas González Serrano, M. (2022). Guest Editorial: Sport Management, Marketing, and Innovation. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 23(5), 857-862. <https://doi.org/10.1108/IJSMS-11-2022-243>
16. Escorihuela, Z., y López de D'Amico, R. (2021). La política pública y la participación de la mujer en la gerencia deportiva. *Acción*, 17, 1-14.
17. Federación de Asociaciones de Gestión del Deporte [FAGDE]. (2023). *Estudio nacional del perfil del/la gestor/a deportivo/a en España*. <https://www.colefandalucia.com/single-post/estudio-nacional-perfil-gestor-deportivo-espana-2023>
18. Frawley, S., Favoloro, D., y Schlenker, N. (2018). Experience-Based Leadership Development and Professional Sport Organizations. *Journal of Sport Management*, 32(2), 123-134. <https://doi.org/10.1123/jsm.2017-0124>
19. Freitas, D., Carvalho, M., Costa, I., y Fonseca, A. (2016). Leadership of Presidents of Brazilian Olympic Sport Federations: Comparison between Real and Ideal Perceived Competencies Profiles According to Their Experience. *International Business Research*, 9, 146-157. <https://doi.org/10.5539/ibr.v9n5p146>
20. García-Unanue, J., Felipe, J. L., Gallardo, L., Majano, C., y Pérez-López, C. (2021). Decentralisation and Efficiency in Municipal Sports Services: Expenditure vs. Cost. *Sustainability*, 13(4), 2260. <https://doi.org/10.3390/su13042260>

21. Gómez Barrios, S. A. (2018a). Cultura gerencial del deporte en Ecuador: una mirada desde los actores sociales. *PODIUM*, (34), 35-56 <https://doi.org/10.31095/podium.2018.34.3>
22. Gómez Barrios, S. A. (2018b). Cultura gerencial en las organizaciones del deporte profesional: caso Venezuela. *Revista Venezolana de Gerencia*, (84), 813-827. <https://www.redalyc.org/journal/290/29058776002/html/>
23. González-Cuevas, Y., Bravo, G. A., Sherfinski, M., y Luzynski, C. (2024). Gender Leadership Imbalance in Latin American Sport Organizations. *Latin American Journal of Sport Management*, 8(1), 14-26. https://ljsm.algede.org/index.php/LJSM_1/article/view/42/34
24. Heres, L. (2021). An Ethical Leadership Perspective on Good Governance in Sport. En A. Geeraer y F. v. Eekeren (Eds.), *Good Governance in Sport* (pp. 71-85). Routledge. <http://dx.doi.org/10.4324/9781003172833-6>
25. Hoyer, R., Smith, A. C. T., Nicholson, M., y Stewart, B. (2018). *Sport Management. Principles and Applications*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351202190>
26. Hummell, C., Shaikh, M., y Bean, C. (2025). Current State and Future Directions for Youth Sport Evaluation Practices: An Empirical Study. *Managing Sport and Leisure*, 30(3), 1-22. <https://doi.org/10.1080/23750472.2023.2184714>
27. Joo, S., Miller, E. G., y Fink, J. S. (2019). Consumer Evaluations of CSR Authenticity: Development and Validation of a Multi-dimensional CSR Authenticity Scale. *Journal of Business Research*, 98, 236-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.060>
28. Kim, M., Kim, H. S., Oja, B. D., Hill, J., Zvosec, C., y Doh, P. Y. (2024). The Roles of Perceived Safety Climate and Innovativeness in the Performance of Sport and Recreation Organizations. *Journal of Sport Management*, 38(3), 205-216. <https://doi.org/10.1123/jsm.2023-0119>
29. Kirkland, A., y Cowley, J. (2023). An Exploration of Context and Learning in Endurance Sports Coaching. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1147475>
30. Koenigstorfer, J. (2023). Dealing with great challenges via rigorous and relevant empirical sport management research. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1-4. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1180710>

31. López D'Amico, R., Vélez, L., González-Rivera, M. D., y Gómez, S. (2023). Innovation in Training Service for the Sport Management Sector in Ecuador. En G. Cepeda Carrión, J. García-Fernández y J. J. Zhang (Eds.), *Sport Management in the Ibero-American World. Product and Service Innovations* (pp. 73-85). Taylor and Francis. <https://doi.org/10.4324/9781003388050>
32. Mamo, Y. Z., Anagnostopoulos, C., Chadwick, S., y Andrew, D. P. S. (2024). "I Feel Qatari Today [...] I Feel Disabled Today, [...] I Feel Like a Migrant Worker Today...": On Sport, Leadership, and Moral Legitimacy. *Communication & Sport*, 0(0), 1-29. <https://doi.org/10.1177/21674795241243374>
33. Meier, H. E., y García, B. (2021). Beyond Sports Autonomy: A Case for Collaborative Sport Governance Approaches. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 13(3), 501-516 <https://doi.org/10.1080/19406940.2021.1905035>
34. Meira, T. B., Bastos, F. da. C., y Böhme, M. T. S. (2012). Analysis of the Organizational Structure of Elite Sport in Brazil: A Preliminary Study. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 26(2), 251-262. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200008>
35. Mousa, M., Boyle, J., Skouteris, H., Mullins, A. K., Currie, G., Riach, K., y Teede, H. J. (2021). Advancing Women in Healthcare Leadership: A Systematic Review and Meta-Synthesis of Multi-Sector Evidence on Organisational Interventions. *EClinicalMedicine*, 39(101084), 2-11. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2021.101084>
36. Navarro Hernández, J. A. (2013). Construcción teórica del sistema y estilo gerencial en las direcciones de deportes de las instituciones de educación superior venezolanas. *Investigación y Postgrado*, 28(1), 147-164. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872013000100006
37. Northouse, P. G. (2021). *Leadership. Theory and practice*. Sage.
38. Nova, J. (2016). Teaching and Learning Leadership in Sport Management Studies. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, (Special Issue for INTE 2016), 632-639. https://tojet.net/special/2016_12_1.pdf

39. Núñez Cudriz, E. C., y Miranda Corrales, J. (2020). El marketing digital como un elemento de apoyo estratégico a las organizaciones. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 16(30), 1-14. <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v16i30.2915>
40. Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, ... Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
41. Parent, M. M. y Ruetsch, A. (2020). *Managing Major Sports Events. Theory and Practice*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429326776>
42. Parlamento Europeo [P. E.]. (2021). Informe - A9-0318/2021. Informe sobre la política de deportes de la UE: evaluación y posibles vías de actuación. https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0318_ES.html
43. Parnell, D., Widdop, P., Bond, A., y Wilson, R. (2022). COVID-19, Networks and Sport. *Managing Sport and Leisure*, 27(1-2), 78-84. <https://doi.org/10.1080/23750472.2020.1750100>
44. Pedersen, P. M., Laucella, P. C., Kian, E. M., y Geurin, A. N. (2020). *Strategic Sport Communication*. Human Kinetics.
45. Ramos-Carranza, I., Medina-Rodríguez, R., Morales-Sánchez, V., Morquecho, R., y Ceballos, O. (2015). La gestión efectiva de instalaciones deportivas públicas: diseño de un instrumento. *Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte*, 10(2), 285-291. <https://www.riped-online.com/articles/the-effective-management-of-public-sports-installation-designing-a-questionnaire.pdf>
46. Ratten, V., y Dickson, G. (2020). Big Data and Business Intelligence in Sport. En V. Ratten y T. Hayduk (Eds.), *Statistical Modelling and Sports Business Analytics* (pp. 25-35). Routledge.

47. Raw, K., Sherry, E., y Schlenker, N. (2022). Managing Sport for Development: An Investigation of Tensions and Paradox. *Sport Management Review*, 25(1), 134-161 <https://doi.org/10.1016/j.smr.2020.09.002>
48. Romero Sosa, Y. A. (2010). Comparación de la dimensión estratégica del marketing en el deporte profesional venezolano. Caso: fútbol (2003-2004) y baloncesto (2008). *Actualidad Contable Faces*, 13(20), 124-135. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/actualidadcontable/article/view/7411>
49. Roza Rondón, K., Porras Ramírez, K. A., Bolívar Silva, O. D., Castro, J. A., y Liévano, J. A. (2022). La gestión deportiva en Latinoamérica: horizonte epistemológico y perspectivas actuales. *Retos*, 46, 1015-1021. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.92540>
50. Sadri, S. R., Buzzelli, N. R., Gentile, P., y Billings, A. C. (2021). Sports Journalism Content When No Sports Occur: Framing Athletics Amidst the COVID-19 International Pandemic. *Communication & Sport*, 10(3), 493-516. <https://doi.org/10.1177/21674795211001937>
51. Serrano, J. A., y Segado, F. (2015). Análisis de las herramientas de medición de percepción de la calidad en los servicios deportivos: revisión de la literatura. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 10(28), 67-76. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=163036903008>
52. Sesinando, A., Segui-Urbaneja, J., y Teixeira, M. C. (2022). Professional Development, Skills, and Competences in Sports: A Survey in the Field of Sport Management among Public Managers. *Journal of Physical Education and Sport*, 22(11), 2800-2809. <https://doi.org/10.7752/jpes.2022.11355>
53. Slack, T., y Parent, M. (2006). *Understanding Sport Organizations: The Application of Organization Theory*. Human Kinetics.
54. Smith, A. C. T., y Skinner, J. (2021). Sport Management and COVID-19: Trends and Legacies. *European Sport Management Quarterly*, 22(1), 1-10 <https://doi.org/10.1080/16184742.2021.1993952>
55. Smith, A. C. T., y Stewart, B. (2015). *Introduction to Sport Marketing*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315776767>

56. Sotiriadou, P., y de Haan, D. (2019). Women and Leadership: Advancing Gender Equity Policies in Sport Leadership through Sport Governance. *International Journal of Sport Policy and Politics*, 11(3), 365-383. <https://doi.org/10.1080/19406940.2019.1577902>
57. Sulistiyono, S., Suherman, W., Martono, M., y Pambudi, D. (2022). Validity and Reliability Tests of Quality Management Football School Instruments. *Advances in Health Sciences Research*, 43, 148-152. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.220106.028>
58. Taylor, B., y Garratt, D. (2010). The Professionalisation of Sports Coaching: Relations of Power, Resistance and Compliance. *Sport, Education and Society*, 15(1), 121-139. <https://doi.org/10.1080/13573320903461103>
59. Van Hoecke, J., Schoukens, H., y De Knop, P. (2013). Quality and Performance Management of National Sport Organizations: Measuring and Steering the Performance of the Distribution Network. En P. Sotiriadou y V. De Bosscher (Eds.), *Managing High Performance Sport* (pp. 134-146). Routledge.
60. Westerbeek, H. y Karg, A. (2022). *International Sport Business. Current Issues, Future Directions*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429316043>
61. Winand, M., Andrew, S., y Kasale, L. L. (2023). Performance Management Practices in the Sport Sector: An Examination of 32 Scottish National Sport Organizations. *Journal of Global Sport Management*, 8(4), 739-762. <https://doi.org/10.1080/24704067.2021.1899765>
62. Zapata Montoya, G. L., Zapata Calderón, G. A., y Gómez Zapata, Y. (2010). Gestión y características administrativas de las ligas deportivas del departamento de Antioquia 2000-2010. *Revista Politécnica*, 6(11), 25-37 <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/165>

Analysis of the Effectiveness of Four Variables in Men's Beach Tennis

Análisis de la eficacia de cuatro variables en el tenis de playa masculino

Análise da Eficácia de Quatro Variáveis no Beach-Tennis Masculino

Leonardo Pompéo Simon¹

Gustavo de Conti Teixeira Costa²

João Victor Rosa de Freitas³

Luiza Dutra Amador⁴

Henrique de Oliveira Castro⁵

Thiago José Leonardi⁶

Lorenzo Laporta⁷

¹ Bachelor's degree in Physical Education at the Centro de Educação Física e Desporto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brazil. Email: leonardopsimon@gmail.com
ORCID: 0009-0009-2896-944X

² Doctor of Sports Science. Member of the Núcleo de Estudos e Pesquisa Avançada em Esportes research group. Adjunct Professor at the Faculty of Medicine, Universidade Federal de Goiás (UFG), Brazil. Email: conti02@ufg.br
ORCID: 0000-0003-0911-8753

³ Master's Degree in Physical Education. Adjunct Professor at the Faculty of Medicine, Universidade Federal de Goiás (UFG), Brazil. Email: joao.rosa@discente.ufg.br
ORCID: 0000-0002-4369-1425

⁴ Student Bachelor's degree in Physical Education at the Centro de Educação Física e Desporto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brazil. Email: luizadamador@gmail.com
ORCID: 0009-0000-9900-544X

© Autores.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non-Com-mercial-ShareAlike 4.0 International License.

- ⁵ Doctor of Sports Sciences. Member of Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Física e Esportes (GEPEFE/UFMT) research group. Adjunct Professor at the Universidade Federal de Mato Grosso, Brazil. Email: henrique.castro@ufmt.br
ORCID: 0000-0002-0545-164X
- ⁶ Doctor of Physical Education. Leader of the Laboratório de Estudos Multidisciplinares em Esporte–LEME. Adjunct Professor at the Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brazil. Email: thiago.leonardi@ufrgs.br
ORCID: 0000-0002-3843-2648
- ⁷ Doctor of Sport Sciences. Leader of the Núcleo de Estudos em Performance Analysis Esportiva (NEPAE) research group. Professor at the Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Brazil. Email: laporta.lorenzo@ufsm.br
ORCID: 0000-0002-8042-6487

How to reference

Pompéo Simon, L., Teixeira Costa, G. de C., Rosa de Freitas, J. V., Amador, L. D., Castro, H. de O., Leonardi, T. J., & Laporta, L. (2024). Analysis of the Effectiveness of Four Variables in Men's Beach Tennis. *Educación Física y Deporte*, 43(2), 49-69. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e358992>

ABSTRACT

This study examined the behavior of game actions and their connection to effectiveness in high-level men's beach tennis. A total of 7755 game actions (serves, returns, volleys, smashes, windmills, blocks, and defenses) from fifteen World Tour Sand Series matches in Valinhos were analyzed, along with their subvariables and trajectory types (lob, drop, straight, descending, and ascending). The direction, player positions, court zones, and action effectiveness were examined as well. A descriptive analysis of the data was complemented by a chi-square test with Monte Carlo correction to examine the association between tactical-technical variables and action effectiveness. Attacking shots were observed to be more effective than defensive ones, with a higher incidence in the center of the court. Attacking shots with descending trajectories were more effective than those with ascending trajectories or lobs and drops. This provides insights for strategies and training.

KEYWORDS: beach tennis, game actions, player positions, trajectory types, training strategies.

RESUMEN

En este estudio se examinó el comportamiento de las acciones de juego y su relación con la eficacia en el tenis de playa masculino de alto nivel. Se analizaron un total de 7755 acciones de juego (servicios, devoluciones, voleas, remates, golpes con efecto, bloqueos y defensas) de quince partidos de la World Tour Sand Series en Valinhos, junto con sus subvariables y tipos de trayectoria (lanzamiento, caída, recta, descendente y ascendente). También se examinaron la dirección, las posiciones de los jugadores, las áreas de la cancha y la eficacia de las acciones. El análisis descriptivo de los datos se complementó con una prueba chi-cuadrado corregida por Monte Carlo para estudiar la relación entre las variables táctico-técnicas y la eficacia de las acciones. Se observó que los golpes de ataque eran más efectivos que los

defensivos y que se realizaban con mayor frecuencia en el centro de la pista. Los golpes de ataque con trayectorias descendentes resultaron más efectivos que los golpes con trayectorias ascendentes, los globos y los golpes cortos. Estos datos son útiles para diseñar estrategias y planificar entrenamientos.

PALABRAS CLAVE: tenis playa, acciones de juego, posiciones de los jugadores, tipos de trayectoria, estrategias de entrenamiento.

RESUMO

O presente estudo analisou o comportamento das ações do jogo e a sua relação com a eficácia no ténis de praia masculino de alto nível. Foram analisadas um total de 7.755 ações de jogo (serviços, devoluções, voleios, smashes, windmills, bloqueios e defesas) em quinze partidas da World Tour Sand Series, em Valinhos, juntamente com as respetivas subvariáveis e tipos de trajetória (lob, drop, reta, descendente e ascendente). Foram também analisadas a orientação, as posições dos jogadores, as zonas do campo e a eficácia das ações. Uma análise descritiva dos dados foi complementada com um teste qui-quadrado corrigido por Monte Carlo, com vista a examinar a associação entre variáveis tático-técnicas e a eficácia das ações. Os golpes de ataque foram considerados mais eficazes do que os golpes defensivos, tendo-se verificado uma maior incidência no centro do campo. Os golpes de ataque com trajetórias descendentes revelaram-se mais eficazes do que os golpes com trajetórias ascendentes, bem como os lobs e os drops. Estes dados são úteis para a elaboração de estratégias e planos de treino.

PALAVRAS-CHAVE: ténis de praia, ações de jogo, posições dos jogadores, tipos de trajetória, estratégias de treinamento.

INTRODUCTION

Game analysis involves examining the regularities, characteristics, decision-making processes, and specific behaviors of players and teams in response to various match situations through observation of events, notation, and data interpretation (Garganta, 2001; Monteiro et al., 2009; Sarmiento et al., 2014). This information can then be used to plan interventions during competitions and training sessions (Moreira et al., 2019).

Studies on game analysis primarily focus on determining the effectiveness of game variables and presenting between genders differences. They also examine variations in tactical, technical and physical performance in different game situations, teams, and categories (Escudero-Tena et al., 2021; Oliva-Lozano et al., 2021; Papadopoulos et al., 2023).

In recent years, various sports have invested in developing and enhancing analyses, seeking information on specific situations and how distinct decision-making processes can improve performance during matches. This is evident in sports such as handball, football, volleyball, padel, table tennis, and rugby (Escudero-Tena et al., 2023; Fuchs et al., 2018; Kempton et al., 2017; Sarmiento et al., 2014; Trejo Silva & Planas Anzano, 2018; Valhondo et al., 2018).

Beach tennis is a sand sport like beach volleyball and tennis. It involves using a racket to hit the ball into the opponent's court within the defined boundaries (Mucchi, 2013; Santini & Mingozzi, 2017). The game is fast-paced and intense, with a variety of movements and specific behaviors on the court aimed at covering spaces and gaining an offensive advantage during each point (Sánchez-Alcaraz et al., 2022).

Recent growth in the popularity of the sport has led to studies have focusing on various aspects, including the physiological (Carpes et al., 2021), teaching and learning process (Guiducci et al., 2019; Ortega et al., 2020; Takayama & Vanzuítá, 2020),

psychosocial (Barros et al., 2021), biological (Da Rosa & Alvarez, 2021), injury (Berardi et al., 2019), and technical aspects of the sport (Mucchi, 2013; Martins et al., 2021).

Despite its sport popularity, few studies in the literature involve analyzing game and beach tennis. Lauria et al. (2023) analyzed scoring based on the effectiveness of actions (successes and errors) in high-level beach tennis matches. A total of 492 points were analyzed, with 60.8% classified as successes and 39.2% as errors. Sánchez-Alcaraz (2013) have revealed that offensive strikes tend to have a greater impact on scoring than defensive ones.

However, this data may not be sufficient for coaches to understand the game's ecology and to plan effective strategies. Following Sánchez-Alcaraz et al. (2022) in their study on offensive movement in padel for further research into aspects of ball-over-net sports such as beach tennis, the contexts, decision-making processes, and sequential performance of each shot must be considered to make training and game strategies to be more precise.

Understanding the issues covered in this study enables valuable data to be collected for scientific research and provides crucial information for improving the game and the training processes. This will directly contribute to enhancing sports practice and raising the sport's competitive, while also enriching the scarce literature in this field.

Based on this, our study aims to examine the behavior of game actions and their relationship with effectiveness in high-level men's beach tennis.

The hypotheses are as follows:

- a. Offensive strikes will be more effective than defensive strikes in the context of high-level men's beach tennis, due to their aggressive nature and the pursuit of direct points.
- b. Most of the shots will be directed to the center of the court compared to the sidelines, as a strategy to optimize the chance of success and make it harder for opponents to defend.

c. Descending and straight trajectories will be more effective than drop, lob, and ascending trajectories because the former offer greater control and make it harder for the opponent to react.

METHODOLOGY

Sample

Fifteen men's matches from the professional category were analyzed from the Valinhos (Brazil) stage of the World Tour Sand Series, the annual world championship of beach tennis organized by the International Tennis Federation (ITF). These matches included eight matches from the round of 16, four from the quarterfinals, two from the semi-finals, and one from the final. This championship was chosen due to its significance in the international circuit and its high technical level; it is an elimination-style competition. A total of 36 sets, 274 games, and 7755 actions were analyzed throughout the competition.

Variables

The game actions were classified according to the nomenclature proposed by Martins et al. (2021). This nomenclature includes the following categories and their subcategories: serve, reception, volleys, smashes, windmill, defenses, and blocks.

Service

The serve is the first action of each point. It is defined as an offensive action that varies according to the point of contact with the body, the ball's spin, and its trajectory. These include: The flat serve (FS), which is executed above the head without spin; the topspin serve (TPS), which is executed with spin; the swing volley serve (SVS), which is performed to the side of the dominant hand in an upward motion with spin; and the underhand serve (US), which is executed from the side of the dominant hand without spin, below shoulder level (Aburachid & Greco, 2008).

Reception

Receptions are defensive actions performed after a serve and vary based on the point of contact with the ball relative to the body and the dominant hand of the athlete executing the shot. The type of receptions includes the high forehand reception (HFR) and high backhand reception (HBR), which are performed with the point of contact above the shoulder on the dominant and non-dominant sides, respectively. The low forehand reception (LFR) and the low backhand reception (LBR) are receptions executed with the point of contact below the shoulder on the dominant and non-dominant sides, respectively (Martins et al., 2021).

Volleys

Volleys are characterized as either offensive or neutral, depending on the point of contact relative to the body, the ball's spin, and the athlete's dominant side. These include: The high forehand volley (HFV) and the high backhand volley (HBV), which are executed with the point of contact above the shoulder on the dominant and non-dominant sides, respectively.

The anomalous high volley (AHV), which is performed with the right face of the racket (for right-handers), with the point of contact on the non-dominant side; the ventaglio high volley (VHV), which is a shot executed with the right face of the racket (for right-handers) starting on the non-dominant side and finishing on the dominant side, generating spin; the top spin volley (VTP) has characteristics similar to the VAF, and adds spin to the ball; the forehand swing volley (FSV) and the backhand swing volley (BSV), which are volleys performed with the point of contact above the chest.

The FSV starts on the dominant side and finishes on the non-dominant side, generating spin. The low forehand volley (LFV) and the low backhand volley (LBV) are executed with the point of contact below the shoulder on the dominant and non-dominant sides, respectively (Martins et al., 2021).

Smashes and Windmill

According to Santini & Mingozzi (2017), smashes (SS) are offensive game actions performed with the dominant hand where the point of contact is above the head, and the trajectory varies depending on the situation. Windmills (WI) are offensive shots made with the dominant hand that involve rotating the arm from back to front over the head; the point of contact is behind the head. The trajectory of hooks can differ, serving as either an attacking or defensive move, depending on the game situation and the athlete's decision (Staniscia, 2017).

Defenses

Defenses are shots performed after an opponent's attack. They are differentiated according to the point of contact relative to the body and the athlete's dominant hand. They are named as follows: the high forehand defense (HFD) and the high backhand defense (HBD), which are actions performed with the point of contact above shoulder level on the dominant and non-dominant sides, respectively.

The low forehand defense (LFD) and the low backhand defense (LBD) are shots in which the point of contact is below shoulder level on the dominant and non-dominant sides, respectively. The lower arc defense (LAD) is a technique performed below waist level, starting on the non-dominant side, and finishing on the dominant side.

The forehand fish defense (FFD) and the backhand fish defense (BFD) are shots in which the player dives toward the ball to prevent it from touching the ground, on the dominant and non-dominant sides, respectively. The block (BL) is an action performed close to the net and above its edge, on the dominant hand side (Martins, 2020).

Trajectories and Directions

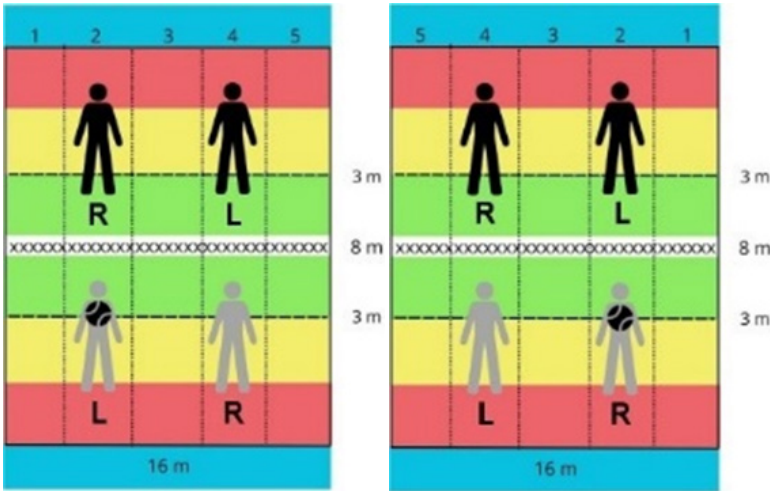
The trajectories of game actions were classified according to the height, continuity, and destination of the ball in the opponent's

court after crossing the net. These were designated as: lob (L), drop (DR), straight (R), descending (D), and ascending (A). Shots directions were numbered from 1 to 5 and changed based on whether the ball was going to the right (R) or left (L) of the court, as illustrated in Figure 1.

Players in Action

As shown in Figure 1, players were classified by their position on the court and numbered according to their doubles’ partners. Those on the left and right are referred to as Player R1, Player R2, Player L1, and Player L2, respectively.

Figure 1. Court Zones



Note. R (right); L (left); green (attack); yellow (transition); red (defense); blue (serve).

Court Zones

Court zones were developed based on a risk classification and the location of the athlete performing a specific game action in relation to the net. The zones are divided into the following categories: attack (green, G), transition (yellow, T), defense (red, D), serve (blue, B), ball at the net (NT), ball out on the side of the

court (OS), ball at the back of the court (BB), and the ball does not cross to the other side (TT), as demonstrated in Figure 1.

Effectiveness of Actions

The effectiveness of actions was considered based on the outcomes of game actions, relating to success (direct point, DP), continuity (positive, ECP and negative, ECN), and errors (unforced errors, UE; forced errors by the opponent, FE; and serve errors, SE), as noted by Lauria et al. (2023).

Procedures

The matches at this stage were broadcast live on the channels Play BT, Play BT 2, Super Tour BT, and the Play BT Program. These broadcasts were made available to the public on YouTube and Instagram for observation, analysis, and data collection. A high-definition (1080p) camera was positioned approximately seven to nine meters behind the baseline of the court and five meters above ground level to conduct the broadcast. Match data were compiled using Google Sheets. A physical education professional with over ten years of experience in performance analysis (LL) trained two physical education students who have been playing the sport for more than five years (LS and LA). To test reliability, two matches were reanalyzed individually and achieved values above the reference value of 10% (Tabachnick & Fidell, 2013). Cohen's kappa values for intra-observer reliability ranged from 0.85 to 0.99. For interobserver analysis, the values varied between 0.92 and 1, exceeding the recommended threshold of 0.75 suggested in the literature (Fleiss et al., 2003).

Statistical Analysis

A descriptive analysis of the athletes' tactical and technical behaviors in different situations and on various days was conducted using absolute and relative frequencies, percentages, means, and standard deviations. All analyzed variables were entered into an

Excel spreadsheet (Microsoft Excel), and the statistical analysis was performed using IBM SPSS Statistics 29.0 for Macintosh (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Descriptive statistics were used to verify the frequencies of categories and emerging events. A chi-square test (χ^2) with Monte Carlo correction was performed to examine the following associations:

- a. Game actions and effectiveness
- b. Initial direction and effectiveness
- c. Final direction and effectiveness
- d. Trajectory and effectiveness.

The assumption that expected frequencies would not fall below 5 was observed (a maximum acceptable percentage of 20% of cells in this condition was adopted). For the significance analysis, $p = 0.05$ was used and the adjusted standardized residuals greater than or equal to 1.8 were analyzed. Cramer's V was used to evaluate the effect size (small: $V < 0.1$, moderate: $0.1 \leq V < 0.3$, large: $V \geq 0.3$).

RESULTS

The descriptive analysis (see Table 1) revealed 1726 serves. Direction 3 to 3 was the most frequent, accounting for 330 actions (19.12%). Second were serves from the transition zone to the attack zone (1391 serves or 80.36%), predominantly featuring a straight trajectory with (1125 actions or 70.97%) and a negative continuity effectiveness (814 serves or 47.16%). In reception, 1371 actions were performed. Of these, 485 shots (35.38%) were executed from the transition zone to the attack.

These shots predominantly used a straight trajectory, accounting for 560 actions (40.85%) and had a negative continuity effectiveness, with 851 receptions (62.07%), falling into this category.

A total of 2953 volleys were analyzed. Most of these featured a drop trajectory and negative continuity effectiveness, with 968 (32.78%) and 1547 (52.39%) actions, respectively. Of these, 463 were smashes, primarily from the transition zone to the transition

zone (169 actions or 36.50%), with a descending trajectory (343 shots or 74.08%), and with positive continuity effectiveness (216 actions or 46.65%). There were 248 hook actions. The transition zone was the most utilized, accounting for 88 actions (35.48%). There were 97 hooks (39.11%) with a descending trajectory, and 100 actions (40.32%) with negative continuity effectiveness. Lastly, 992 actions were analyzed for blocks and defenses.

Of these, 318 actions (32.06%) occurred from the transition zone to the attack zone; 303 (30.54%) occurred with an ascending trajectory; and 562 (56.65%) occurred with negative continuity effectiveness.

The statistical analysis (Table 1) revealed statistically significant associations for all variables ($p < 0.001$). Upon examining the adjusted standardized residuals, we observed that serves had frequencies above what was expected for positive continuity and serve errors, and below what was expected for negative continuity, forced errors, and unforced errors. In contrast, receptions showed positive differences in negative continuity and forced errors, and negative differences in positive continuity and direct points. Volleys had a higher-than-expected frequency of unforced errors and a lower frequency of forced errors. Additionally, smashes and hooks had more positive continuities and direct points and fewer negative continuities.

Defenses had more forced errors, fewer unforced errors, and positive continuity.

The initial direction of the action also showed statistically significant associations ($p < 0.001$). There was a higher frequency of shots in directions 2, 3, and 4, which were located more centrally on the court. These directions exhibited higher values of positive continuity and fewer forced errors. However, there were more forced errors and less positive continuity than expected in the transition region. The action trajectory and effectiveness also revealed statistically significant associations ($p < 0.001$). There were higher-than-expected values for the ascending, drop, lob, and straight trajectories in negative continuity, and lower values in positive continuity. Trajectory D was the opposite of the previously mentioned trajectories

Table 1. Game actions and effectiveness

Game Actions	Efficacy					Statistical Tests										
	NCE n (%)	PCE n (%)	FE n (%)	UE n (%)	SE n (%)	DP n (%)	TOTAL	χ ²	p	V*	DP	PCE	NCE	FE	UE	SE
TPS	814 (874.2)	569 (468.4)	0 (114.2)	0 (89.3)	223 (49.6)		1726	3.215.626	<.001	.288		6.2	-3.3	-12.5	-11	28.3
HFR	339 (276.6)	79 (148.2)	56 (36.1)	62 (28.2)	0	10 (41.2)	546	3.215.626	<.001	.288	-5.2	-6.9	5.5	3.5	6.8	-4.2
HBR	311 (239.6)	61 (128.4)		49 (24.5)	0 (13.6)	16 (35.7)	473	3.215.626	<.001	.288	-3.5	-7.2	6.8	0		-3.9
LFR	94 (72.9)	18 (39.1)	28 (9.5)	2 (7.4)	0 (4.1)	2 (10.9)	144	3.215.626	<.001	.288	-2.8	-4	3.5	6.3	-2.1	-2.1
LBR		28 (56.4)	53 (13.8)		0 (6.0)	8 (15.7)	208	3.215.626	<.001	.288	-2.0	-4.5		11.1		-2.5
HfV	528 (586.0)	387 (314.0)	13 (76.6)	76 (59.8)	0 (33.3)	153 (87.3)	1157	3.215.626	<.001	.288	7.9	5.2	-3.7	-8.1	2.3	-6.3
HBV	248 (195.5)		7 (25.5)		0 (11.1)	7 (29.1)	386	3.215.626	<.001	.288	-4.4		5.5	-3.9		-3.5
LFV	331 (253.3)	106 (135.7)			0 (14.4)	9 (37.7)	500	3.215.626	<.001	.288	-5.0	-3.1	7.2			-4.0
LBV	308 (233.0)	103 (124.8)	8 (30.4)	32 (23.8)	0 (13.2)	9 (34.7)	460	3.215.626	<.001	.288	-4.7	-2.4	7.2	-4.3	1.8	-3.8
TSV	39 (78.0)	77 (41.8)	0 (10.2)		0 (4.4)	26 (11.6)	154	3.215.626	<.001	.288	4.4	6.4	-6.3	-3.3		-2.2
AHV	40 (68.9)	46 (36.9)		16 (7.0)	0 (3.9)	29 (10.3)	136	3.215.626	<.001	.288	6.1	1.8	-5.0		3.5	-2.0
VHV	2 (9.1)	11 (4.9)				4 (1.4)	18	3.215.626	<.001	.288	2.4	3.2	-3.4			
FSV	34 (49.1)	48 (26.3)	0 (6.4)	11 (5.0)			97	3.215.626	<.001	.288		5.0	-3.1	-2.6	2.8	

BSV	20 (12.2)	0 (3.0)	6 (2.3)	45	3.215.626	<.001	.288	2.6	-1.8	2.5						
SS	53 (234.5)	216 (125.6)	18 (30.6)	41 (23.9)	0 (13.3)	135 (34.9)	463	3.215.626	<.001	.288	18.2	9.7	-17.4	-2.4	3.7	-3.8
WI	100 (125.6)	89 (67.3)	0 (7.1)	26 (18.7)	0 (7.1)	248	248	3.215.626	<.001	.288						
HFD	182 (150.4)	46 (80.6)	56 (19.7)	6 (15.4)	0 (8.5)	7 (22.4)	297	3.215.626	<.001	.288	-3.5	-4.6	3.7	8.7	-2.5	-3.0
HBD	175 (140.8)	40 (75.4)	51 (18.4)	4 (14.4)	0 (8.0)	8 (21.0)	278	3.215.626	<.001	.288	-4.9	4.2	8.0	-2.9	-2.9	-2.9
LFD	10 (29.0)	37 (7.1)	0 (5.5)	0 (3.1)	1 (8.1)	107	107	3.215.626	<.001	.288	-4.2		11.7	-2.4	-1.8	
LBD	34 (57.5)	69 (14.0)	2 (11.0)	0 (6.1)	5 (16.0)	212	212	3.215.626	<.001	.288	-3.7		15.4	-2.8	-2.5	
LAD	8 (14.7)	3 (7.9)	15 (1.9)			29	29	3.215.626	<.001	.288	-2.0	-2.5	9.8			
FFD	25 (18.7)	5 (10.0)	7 (2.4)			37	37	3.215.626	<.001	.288	-1.9	2.1	3.0			
BFD		7 (1.2)				18	18	3.215.626	<.001	.288			5.5			
BL	2 (7.1)	5 (0.9)				14	14	3.215.626	<.001	.288	-2.7	4.4				

Note. V (Cramer's V); p (significance value); X2 (chi-squared); DP (Direct Point); PCE (Positive Continuity); NCE (Negative Continuity); FE (Forced Error); UE (Unforced Error); SE (Serve Errors); TPS (Topspin Serve); HFR (High Forehand Reception); HBR (High Backhand Reception); LFR (Low Forehand Reception); LBR (Low Backhand Reception); HFV (High Forehand Volley); HBV (High Backhand Volley); LFV (Low Forehand Volley); LBV (Low Backhand Volley); TSV (Top Spin Volley); AHV (Anomalous High Volley); VHV (Ventaglio High Volley); FSV (Forehand Swing Volley); BSV (Backhand Swing Volley); SS (Smash); WI (Windmill); HFD (High Forehand Defense); HBD (High Backhand Defense); LFD (Low Forehand Defense); LBD (Low Backhand Defense); LAD (Lower Arc Defense); FFD (Forehand Fish Defense); BFD (Backhand Fish Defense); BL (Block).

DISCUSSION

This article aimed to understand how game variables behave within the dynamics of beach tennis play and how they relate to point effectiveness among high-level male athletes. The first hypothesis suggested that offensive shots would be more effective than defensive shots in high-level men's beach tennis, and this was confirmed by the results.

We observed that smashes and volleys —actions typically associated with greater aggressiveness— had a higher frequency of positive continuity and direct points. These results reinforce the idea that offensiveness is key to obtaining direct points and support the pursuit of a more aggressive and assertive playing style. However, it is important to note that although the serve, although also considered an offensive action, showed a higher frequency of errors, suggesting that the inherent risk of the serve, as an attempt to gain an advantage at the start of the point, may lead to losses more frequently than expected (Martins et al., 2021).

Conversely, defensive actions were expected to be more difficult in terms of effectiveness. This was also the case with receptions, which had values above what was anticipated for negative continuity, as well as with other volleys and defenses concerning unforced errors. This is because of an increase in aggressiveness of attacking shots and the speed of the game makes it more difficult to direct and control defensive actions (Lauria et al., 2023).

To improve the understanding of game actions, the main trends in the directions and zones in which athletes took their shots were analyzed. The second hypothesis, which predicted that most shots would be directed toward the centre of the court, was confirmed. The results showed that the most frequent directions (2, 3, and 4) were indeed located in the center of the court. This strategy can be explained by the pursuit of greater security when executing shots. It minimizes the risk of errors by focusing on

larger, more controllable areas of the court, and makes it more difficult for the opponent to defend (Sánchez-Alcaraz et al., 2022).

The third hypothesis, which suggested that descending and linear trajectories would be more effective and drop, lob, and ascending trajectories would be less effective, was not accepted. Although descending trajectories showed greater positive continuity and points, ascending trajectories, such as the lob and drop were associated with negative continuity and forced errors. This suggests that descending trajectories are more efficient in a high-level game due to the strength and angle that make these shots more difficult to defend. Conversely, ascending trajectories tend to be less effective due to their predictable and less aggressive nature. However, they may have tactical value in certain situations, such as moving the opponent and opening up the court.

CONCLUSION

This type of analysis is important because it provides relevant information that helps identify main tactical and technical trends. This contributes to the development of better game strategies and training designs helps sports science researchers gain deeper insights into game dynamics. The results showed that attacking shots were more effective than defensive shots, which enhanced control of the game and put pressure on the opponent. Descending trajectories were associated with positive effectiveness, while ascending trajectories and served to displace the opponent. Additionally, a higher frequency of shots directed toward central court zones may indicate a greater likelihood of success while avoiding open angles. However, the analyses were conducted from the quarterfinals onwards to improve the quality of the games rather than examining the entire competition, which is a limitation of the study. Similar analyses with high-level female athletes are suggested to explore different patterns and dynamics of the game.

REFERENCES

1. Aburachid, L. M., C. & Greco, P. J. (2008). Ações Técnico Táticas em Situação de Definição no Tênis. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 16(4), 1-5. <https://doi.org/10.18511/rbcm.v16i4.812>
2. Barros, N. G., de Lima, A. M., & Fiorese, L. (2021). Motivação e Habilidades Sociais no Contexto do Beach Tennis. *Revista Cesumar. Ciências Humanas e Sociais Aplicadas*, 26(1), 129-137. <https://doi.org/10.17765/1516-2664.2021v26n1p129-137>
3. Berardi, M., Lenabat, P., Fabre, T., & Ballas, R. (2020). Beach Tennis Injuries: A Cross-Sectional Survey of 206 Elite and Recreational Players. *The Physician and Sportsmedicine*, 48(2), 173-178. <https://doi.org/10.1080/00913847.2019.1650307>
4. Carpes, L., Jacobsen, A., Domingues, L., Jung, N., & Ferrari, R. (2021). Recreational Beach Tennis Reduces 24-H Blood Pressure in Adults with Hypertension: A Randomized Crossover Trial. *European Journal of Applied Physiology*, 121(5), 1327-1336. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04617-4>
5. Da Rosa, T. R., & Alvarez, B. R. (2021). Perfil dos Praticantes de Beach Tennis na Cidade de Criciúma. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10(17), 123-162. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i17.24173>
6. Escudero-Tena, A., Sánchez-Alcaraz, B. J., García-Rubio, J., & Ibáñez, S. J. (2021). Analysis of Game Performance Indicators during 2015–2019 World Padel Tour Seasons and their Influence on Match Outcome. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4904. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094904>
7. Escudero-Tena, A., Galatti, L., Sánchez-Alcaraz, B. J., Muñoz, D., & Ibáñez, S. J. (2023). Effect of the Golden Points and Non-Golden Points on Performance Parameters in Professional Padel. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 19(3), 1314-1323. <https://doi.org/10.1177/17479541231161288>
8. Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2003). The Comparison of Proportions from Several Independent Samples. In *Statistical*

Methods for Rates and Proportions (pp. 187-233). John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/0471445428.ch9>

9. Fuchs, M., Liu, R., Lanzoni, I. M., Munivvana, G., Straub, G., Tamaki, S., Yoshida, K., Zhang, H., & Lames, M. (2018). Table Tennis Match Analysis: A Review. *Journal of Sports Sciences*, 36(23), 2653-2662. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1450073>
10. Garganta, J. (2001). A Análise da Performance nos Jogos Desportivos: Revisão acerca da Análise do Jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 1(1), 57-64.
11. Guiducci, A., Danailof, K., & Aroni, A. L. (2019). Beach Tennis: A opinião de professores e atletas sobre a modalidade. *Várzea Paulista*, 18(1), 25-32. <https://fontouraeditora.com.br/periodico/public/article/1401>
12. Kempton, T., Sirotic, A. C., & Coutts, A. J. (2017). A Comparison of Physical and Technical Performance Profiles Between Successful and Less-Successful Professional Rugby League Teams. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 520-526. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2016-0003>
13. Lauria, A. de A., de Carvalho, M. V., Perantoni, C. B., Teixeira, B. C., & Bicalho, C. C. F. (2023). Análise da Pontuação nas Partidas de Beach Tennis da Categoria PRO. *Brazilian Journal of Health Review*, 6(2), 5813-5820. <https://doi.org/10.34119/bjhrv6n2-108>
14. Martins, L. S. (2020). *Identificação e Evidências de Validade de Conteúdo dos Fundamentos Técnicos do Beach Tennis* [Dissertação de mestrado, Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]. <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/5134>
15. Martins, L. S., Ravagnani, C. F. C., & Ravagnani, F. (2021). Identificação e Validação da Nomenclatura dos Fundamentos Técnicos do Beach Tennis. *Ciência em Movimento*, 23(48), 63-73.
16. Monteiro, R., Mesquita, I., & Marcelino, R. (2009). Relationship between the Set Outcome and the Dig and Attack Efficacy in Elite Male Volleyball Game. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 9(3), 294-305. <https://doi.org/10.1080/24748668.2009.11868486>

17. Moreira, G. D., De Souza, S. R., & Haydu, V. B. (2009). Princípios da Análise do Comportamento Aplicados à Análise de Jogo. *Psicologia: Ciência e Profissão*, 39. <https://doi.org/10.1590/1982-3703003185907>
18. Mucchi, E. (2013). On the Sweet Spot Estimation in Beach Tennis Rackets. *Measurement*, 46(4), 1399-1410. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2012.12.014>
19. Oliva-Lozano, J. M., Fortes, V., & Muyor, J. M. (2021). When and How do Elite Soccer Players Sprint in Match Play? A Longitudinal Study in a Professional Soccer League. *Research in Sports Medicine*, 31(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/15438627.2021.1929224>
20. Ortega, M. Á., Pradas, F., Castellar, C., & Falcão, D. (2020). Aproximación a un modelo didáctico para la enseñanza del tenis playa. *Trances: Transmisión del conocimiento educativo y de la salud*, 12(5), 756-769. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7709477>
21. Papadopoulos, C., Michailidis, Y., Metaxas, T. I., Mandroukas, A., Fotiadou, E. G., Giagazoglou, P., Christoulas, K., & Tsimaras, V. (2023). Physiological Profile and Correlations between VO2max and Match Distance Running Performance of Soccer Players with Visual Impairment. *Applied Sciences*, 13(19), 10762. <https://doi.org/10.3390/app131910762>
22. Sánchez-Alcaraz, B.J. (2013). Historia del pádel. *Materiales para la historia del deporte*, 11, 57-60. <http://hdl.handle.net/10433/2483>
23. Sánchez-Alcaraz, B., Sánchez-Pay, A., Hernández, A., Martínez-Gallego, R., Crespo, M., & Ramón-Llin, J. (2022). Professional Padel: Comparative Gender Analysis of Game Transitions during Matches. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 19(3), 1366-1374. <https://doi.org/10.1177/17479541221118610>
24. Santini, J., & Mingozi, A. (2017). *Beach Tennis: Um Esporte em Ascensão*. Gênese.
25. Sarmento, H., Marcelino, R., Anguera, M. T., Campaniço, J., Matos, N., & Leitão, J. C. (2014). Match Analysis in Football: A Systematic Review. *Journal of Sports Sciences*, 32(20), 1831-1843. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.898852>

26. Staniscia, G. (2017). *13 golpes. Los más usados. La técnica de los golpes. Definición, análisis y progresiones*. Letrame Editorial.
27. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). *Logistic Regression. In Using Multivariate Statistics. 6th edition* (pp. 487-560). Pearson. <https://elibrary.pearson.de/book/99.150005/9781292034546#item-2>
28. Takayama, F. S., & Vanzuíta, A. (2020). Reflexões sobre o Beach Tennis no Brasil: Um Estado de Conhecimento. *Caderno de Educação Física e Esporte*, 18(2), 1-7. <https://doi.org/10.36453/2318-5104.2020.v18.n2.p71>
29. Trejo Silva, A., & Planas Anzano, A. (2018). Offensive Efficacy in Numerical Inequality Situations in Female Handball. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 131, 95-107. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2018/1\).131.07](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2018/1).131.07)
30. Valhondo, Á., Fernández-Echeverría, C., González-Silva, J., Claver, F., & Moreno, M. P. (2018). Variables that Predict Serve Efficacy in Elite Men's Volleyball with Different Quality of Opposition Sets. *Journal of Human Kinetics*, 61, 167-177. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5873346/>

Análisis del rendimiento de estudiantes militares en pruebas acuáticas usando k-means y árbol de decisión

Analysis of Military Students' Performance in Aquatic Tests Using K-means and Decision Trees

Análise de Desempenho de Alunos Militares em Provas Aquáticas Usando K-means e Árvores de Decisão

Angélica María Romero Parra¹

Carlos Julio Pulido Sánchez²

Alexander Arenas Gutiérrez³

John Fabio Aguilar Sánchez⁴

Cyndi Julieth Ospina Garcia⁵

María Isabel Romero Rodríguez⁶

¹ Magíster en Educación y Docencia. Profesora en el programa de Tecnología en Entrenamiento y Gestión Militar de la Escuela Militar de Suboficiales «Sargento Inocencio Chincá», Colombia. Correo electrónico: angelicaromeroparra84@cedoc.edu.co

ORCID: 0000-0003-2725-9787

² Especialista en Pedagogía y Docencia. Profesor en el programa de Tecnología en Gestión Pública de la Escuela Militar de Suboficiales «Sargento Inocencio Chincá», Colombia. Correo electrónico: pulidosanchez@cedoc.edu.co

ORCID: 0009-0004-5835-4423

³ Administrador de Empresas. Asesor de proyectos, diseñador de programas y herramientas de control y manejo de la información, Piscícola Botero, Colombia. Correo electrónico: aarenas1971@hotmail.com

ORCID: 0009-0002-9240-4995



- ⁴ Magíster en Astronomía. Miembro del grupo de investigación PACMAN (Prospectiva Académica y Ciencias Multidisciplinares Aplicadas a la Neotecnología), línea en ciencia de datos, astronomía, matemáticas. Profesor en la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Correo electrónico: john.aguilar@unimilitar.edu.co
ORCID: 0000-0002-4752-2784
- ⁵ Magíster en Ciencias Económicas. Miembro del grupo de investigación PACMAN (Prospectiva Académica y Ciencias Multidisciplinares Aplicadas a la Neotecnología), línea en estadística, economía, educación. Profesora en la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Correo electrónico: cyndi.ospina@unimilitar.edu.co
ORCID: 0000-0003-3375-475X
- ⁶ Doctora en Matemáticas. Profesora en la Facultad de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Correo electrónico: maria.romeror@unimilitar.edu.co
ORCID: 0000-0003-2133-6251

Cómo referenciar

Romero Parra, A. M., Pulido Sánchez, C. J., Arenas Gutiérrez, A., Aguilar Sánchez, J. F., Ospina García, C. J., y Romero Rodríguez, M. I. (2024). Análisis del rendimiento de estudiantes militares en pruebas acuáticas usando k-means y árbol de decisión. *Educación Física y Deporte*, 43(2), 71-102.
<https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e359983>

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue presentar una clasificación de las variables que influyen en la evaluación de las pruebas físicas acuáticas de 625 estudiantes (537 hombres y 88 mujeres) que completaron el módulo de natación del programa de Tecnología en Entrenamiento y Gestión Militar de la Escuela Militar de Suboficiales «Sargento Inocencio Chincá». La clasificación se realizó mediante métodos de análisis de datos supervisados y no supervisados. La evaluación se llevó a cabo en tres momentos distintos e incluyó tres pruebas: apnea estática, apnea dinámica y nado de 100 metros estilo crol. La clasificación permitió predecir el comportamiento del rendimiento en el nivel final del módulo, a partir de los porcentajes obtenidos en las pruebas del nivel 1. La implementación de estos algoritmos de clasificación permitió identificar patrones de rendimiento en los grupos sugeridos y desarrollar herramientas para diseñar estrategias de entrenamiento para futuros estudiantes.

PALABRAS CLAVE: algoritmos de clasificación, métodos supervisados, métodos no supervisados, natación militar, rendimiento estudiantil, rendimiento físico en agua.

ABSTRACT

This study aimed to categorize the factors influencing the evaluation of aquatic physical tests among 625 students (537 men and 88 women) who completed the swimming portion of the Military Management and Training Technology program at a military academy in Colombia. Supervised and unsupervised data analysis methods were employed for classification purposes. Evaluations were carried out at three different times and included three tests: static apnea, dynamic apnea, and a 100-meter front crawl. Classification allowed us to predict final module performance based on percentages obtained in Level 1 tests.

These algorithms enabled us to identify performance patterns within groups and develop training strategy tools for future students.

KEYWORDS: classification algorithms, supervised methods, unsupervised methods, military swimming, student performance, physical performance in water.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo categorizar os fatores que influenciam a avaliação dos testes físicos aquáticos realizados por 625 alunos (537 homens e 88 mulheres) que concluíram a componente de natação do programa de Gestão Militar e Tecnologia de Treino numa escola militar na Colômbia. Para efeitos de classificação, foram utilizados métodos de análise de dados supervisionados e não supervisionados. As avaliações foram realizadas em três momentos distintos e incluíram três testes: apneia estática, apneia dinâmica e 100 metros de nado crawl. A classificação permitiu prever o desempenho final do módulo com base nas percentagens obtidas nos testes do Nível 1. Estes algoritmos permitiram identificar padrões de desempenho dentro dos grupos e desenvolver estratégias de treino para futuros alunos.

PALAVRAS-CHAVE: algoritmos de classificação, métodos supervisionados, métodos não supervisionados, natação militar, desempenho dos alunos, desempenho físico na água.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo ha adquirido una relevancia significativa en la vida cotidiana, no solo por sus beneficios para la salud física, sino también porque es un componente clave para mejorar el rendimiento en actividades específicas, como la formación militar. En este contexto, la natación ocupa un lugar destacado debido a su aplicabilidad en situaciones de emergencia, operaciones de rescate y evacuación. Además, aporta beneficios físicos y psicológicos esenciales.

Stemm y Jacobson (2007) destacan que el entrenamiento acuático mejora la resistencia cardiovascular y muscular sin el riesgo de lesiones típicas asociado al entrenamiento terrestre. Además, Becker (2009) señala que la flotabilidad del agua reduce significativamente la carga sobre la columna vertebral y las extremidades inferiores, por lo que la natación es una opción óptima para la recuperación y el acondicionamiento físico sostenido.

Esto se debe a que la natación, al requerir control respiratorio, resistencia y capacidad de reacción, puede ser una herramienta eficaz para que los soldados aprendan a mantener la calma y a actuar con eficacia en situaciones de alta presión (Ministerio de Defensa Nacional, 2021a). Por su parte, Nindl et al., (2013) concluyen que la natación es especialmente importante para los soldados de más edad o en proceso de rehabilitación, ya que permite mantener un alto nivel de capacidad física sin poner en riesgo la integridad musculoesquelética.

La natación contribuye a formar personas con mayor idoneidad para cumplir las capacidades formuladas en los niveles estratégicos de las Fuerzas Armadas. Como lo mencionan Szivak y Kraemer (2015), «Las personas en buena forma física no solo se benefician de un mejor desempeño en la misión, sino que también son más resistentes a los factores estresantes operativos a los que se enfrentan durante el combate» (p. 1).

En el entrenamiento militar, las habilidades de natación son fundamentales, ya que están directamente relacionadas con el rendimiento físico general, la preparación para situaciones operacionales en entornos acuáticos y la seguridad del personal. Diversos estudios han demostrado que los programas específicos de natación en contextos militares mejoran significativamente el rendimiento y la resistencia en pruebas acuáticas. Por ejemplo, Kostoulas et al. (2019) evidenciaron mejoras en los tiempos de nado tras un programa de natación de combate con equipo completo, lo que demuestra que el entrenamiento especializado potencia el rendimiento físico bajo condiciones exigentes.

De manera complementaria, Needham-Beck et al. (2024) desarrollaron una prueba de tarea militar representativa en el ejército británico para evaluar la competencia acuática y descubrieron que la mayoría del personal la superaba con éxito tras la preparación adecuada, mediante el ajuste de las rutinas a las especificidades que este ejército requiere para estos grupos. Asimismo, Martinescu-Bădălan (2019) destaca que los entrenamientos centrados en la técnica de nado libre permiten a los cadetes mejorar su resistencia muscular y cardiovascular, aspectos clave para cumplir los estándares militares.

A diferencia de otras actividades físicas del entrenamiento militar, la natación es una disciplina de bajo impacto (Plaza Escandón y Acosta Reyes, 2023), que permite a los soldados mantener su condición física sin someter sus articulaciones a altos niveles de estrés (Nindl y Sharp, 2015). Esta disciplina también preserva la integridad física y la capacidad operativa de los soldados (Kyröläinen et al., 2018) y no solo esto, sino también fomenta habilidades como el trabajo en equipo y el liderazgo (García Roque y Chagua Ríos, 2021). Un enfoque integral del acondicionamiento físico que incluya la natación optimiza el rendimiento militar y garantiza la preparación continua de las tropas.

En España, ya se mencionaba la importancia de establecer escuelas de natación para los militares en 1860 debido a su relevancia en la carrera militar (Torrebadella-Flix, 2023). Otros estudios han abordado la importancia de optimizar el entrenamiento en natación en el ámbito militar y han sugerido líneas de acción que pueden contribuir significativamente a la formación de los soldados.

Los estudios comparativos entre las técnicas de natación utilizadas por distintas unidades militares permiten identificar variaciones técnicas que inciden directamente en la velocidad, la resistencia y la eficiencia durante tareas específicas. Este tipo de análisis da información clave para perfeccionar los programas de entrenamiento acuático (Franco-Árcega et al., 2021).

En esta línea, estudios como el de Szivak y Kraemer (2015) destacan la importancia de una preparación física adaptativa y personalizada. Esta estrategia permite maximizar el rendimiento tanto a nivel individual como colectivo y optimizar la preparación física y funcional para operaciones reales (Santtila et al., 2015).

De igual manera, para garantizar el mantenimiento de las habilidades acuáticas esenciales y la preparación frente a cualquier eventualidad, es necesario establecer una formación continua a lo largo de la carrera militar e implementar evaluaciones periódicas y ajustes constantes a los programas de natación (Chavarría-Calderón, 2024). Dada la naturaleza impredecible del contexto militar, un enfoque adaptativo garantiza que los soldados estén preparados para enfrentarse a diversas circunstancias en terrenos acuáticos, lo que resulta útil ante la eventualidad de enfrentar contingencias tanto domésticas como internacionales.

Asimismo, se ha propuesto el desarrollo de programas de entrenamiento modernizados que integren métodos contemporáneos, como el entrenamiento cruzado y el uso de simuladores acuáticos. Estas tecnologías, ampliamente utilizadas en otros deportes de alto rendimiento, pueden facilitar el aprendizaje y el perfeccionamiento de técnicas específicas y adaptarse con éxito al contexto militar (Franco-Árcega et al., 2021).

Estas investigaciones respaldan la importancia del entrenamiento específico en rescate acuático, ya que permite reducir el tiempo de respuesta y aumentar significativamente las posibilidades de salvar vidas (Medina-Hoyos et al., 2020). Estos aspectos son especialmente relevantes en un país como Colombia, donde las condiciones climáticas y geográficas pueden provocar desastres naturales repentinos.

La óptima condición física de los suboficiales del Ejército de Colombia es fundamental para cumplir con las demandas de defensa y rescate en escenarios hostiles, tanto en tierra como en el agua. Dado que la geografía del país cuenta con abundantes recursos hídricos en gran parte de su territorio, se favorecen las operaciones militares acuáticas por razones de seguridad y para atender emergencias naturales o humanitarias (Ministerio de Defensa Nacional, 2021a; Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UNGRD], 2025). Por esta razón, la habilidad para nadar no es solo una competencia deseable, sino una destreza necesaria de supervivencia personal y para asistir a compañeros y civiles en entornos acuáticos (Perdomo-Becerra et al., 2023).

En el contexto actual y futuro de la defensa nacional, se espera que las Fuerzas Armadas mantengan sus capacidades operativas para responder a eventuales crisis domésticas en zonas de conflicto y a posibles enfrentamientos. Aunque se aspira a una paz duradera al final del posconflicto, la necesidad de estar preparados para responder ante contingencias y emergencias en cualquier momento sigue vigente para mantener actualizadas las capacidades de movilidad táctica, atención de desastres y control del espacio marítimo y fluvial (Guerrero López, 2019). Por tanto, el entrenamiento en natación debe considerarse una habilidad permanente y esencial para la preparación militar, ya que permite a los soldados operar en terrenos variados, incluidos los entornos acuáticos que puedan surgir en la defensa del país.

A pesar de la relevancia de esta habilidad en el entrenamiento militar, aún existe un vacío considerable en el estudio específico de la natación como parte fundamental de la formación de las tropas.

Coral Apolo et al. (2017) señalan que los deportes militares aún no han sido estudiados sistemáticamente, lo que pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo investigaciones específicas que permitan comprender y optimizar el rendimiento en la natación. Asimismo, destacan que es esencial analizar las diferencias biomecánicas entre los deportistas militares principiantes y de alto rendimiento, particularmente en la natación utilitaria, que resulta crítica para muchas de las operaciones militares. Los estudiantes que desarrollen resiliencia a partir del entrenamiento podrán afrontar mejor las exigencias físicas y mentales de la profesión militar. A medida que asciendan en la institución, serán más eficientes en la misión y conservarán los factores de bienestar en salud (Szivak y Kraemer, 2015).

Importancia de la natación en el entrenamiento militar

La Política de Educación de la Fuerza Pública (PEFuP) resalta la necesidad de llevar a cabo procesos continuos de formación, entrenamiento y reentrenamiento para optimizar las habilidades y los conocimientos del personal militar (Ministerio de Defensa Nacional, 2021b). Dentro de esta política, los ciclos de operaciones, descanso y entrenamiento (CODE) son fundamentales para mantener la condición física de los militares mediante un enfoque de entrenamiento riguroso y sistemático (Ejército Nacional de Colombia, 2017).

En el marco de esta política, la Escuela Militar de Suboficiales (EMSUB) forma a los futuros cabos terceros y otorga el título de «Tecnólogo en Entrenamiento y Gestión Militar.» a los estudiantes que hayan cumplido con los requisitos académicos. Este proceso formativo, que abarca cuatro semestres, se estructura en diversas áreas, incluyendo formación básica, profesional —general y

específica—, así como áreas socio humanísticas e investigativas (Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá, s. f.).

La natación es uno de los módulos de dicha tecnología y consta de tres niveles: 1) natación, 2) natación utilitaria, y 3) supervivencia en el agua. Para superar el módulo de natación hay que obtener 3 créditos académicos, uno por cada nivel. En cada uno de ellos, el estudiante debe realizar 16 horas de trabajo presencial (con acompañamiento del instructor) y 32 horas de trabajo independiente. En cada nivel se realiza una evaluación física en el agua que consta de tres ejercicios: apnea estática, apnea dinámica y 100 metros estilo crol (Escuela Militar de Suboficiales Sargento Inocencio Chincá, s. f.).

Los lineamientos para el acondicionamiento físico del personal del Ejército Nacional, establecidos en la Directiva Permanente 111 de 2022 del Ministerio de Defensa Nacional, establece que el acondicionamiento físico del personal del Ejército Nacional, incluyen la evaluación de las pruebas físicas en agua.

En este documento, la apnea estática se define como un ejercicio que «consiste en mantenerse el máximo tiempo bajo el agua, contado a partir de la inmersión». En este caso, la calificación del 100 % corresponde a contener la respiración bajo el agua durante un minuto. La apnea dinámica consiste en «desplazarse bajo el agua la máxima distancia posible, contada a partir de la inmersión». Se obtiene una calificación del 100 % si se recorren 25 metros totalmente sumergido. Por último, en los 100 metros estilo crol, «con la cabeza sumergida o por fuera del agua... deberá desplazarse en línea recta [...], realizando el desplazamiento». Para obtener la calificación del 100 %, el desplazamiento debe realizarse en dos minutos.

Para aprobar cada nivel de natación, es necesario obtener un mínimo del 70 % en el promedio de los tres ejercicios, lo que equivale a 30 segundos de apnea estática, 18 metros de apnea dinámica y 2 minutos y 30 segundos de crol en 100 metros. Los promedios de las tres pruebas obtenidos en cada nivel del módulo

de natación (niveles 1, 2 y 3) corresponden, respectivamente, a los valores asociados a las directivas 1, 2 y 3. En el nivel 1 del módulo, se toman en cuenta las variables peso (kg), edad (años), estatura (m) y el cálculo del índice de masa corporal (IMC).

Identificar tempranamente las debilidades de los estudiantes (nivel 1) permite diseñar estrategias que fortalezcan sus competencias y aseguren su avance progresivo hacia los niveles posteriores (2 y 3) (Navarro, 2016). El módulo de natación es indispensable para tener una preparación sólida antes de iniciar el Curso Avanzado de Combate (CAC), que se realiza en cuarto semestre de la Tecnología. Este curso es un requisito para obtener el título y ascender a cabo tercero. La identificación temprana evita novedades académicas como la pérdida de la condición de estudiante o la deserción en el cuarto semestre, algo muy frecuente entre los estudiantes de educación superior (Ministerio de Educación Nacional, 2009; Tinto, 2012).

Dada la importancia de las alertas tempranas, se han buscado técnicas de aprendizaje automático (o *machine learning*) que permitan resaltar las características de los estudiantes con buen y bajo rendimiento, para sugerir aspectos en los que se podría dar un mayor acompañamiento y lograr mejorar el rendimiento en cada nivel de formación. Entre estas técnicas, implementaremos algoritmos de correlación de variables (correlación de Pearson) y de clasificación (k-means y árboles de decisión).

Mediante las matrices de correlación, es posible identificar qué variables, como el peso, la estatura, la edad, el IMC, el promedio de las directivas, la apnea estática 1, 2 y 3, la apnea dinámica 1, 2 y 3, el crol 1, 2 y 3, y las directivas 1, 2 y 3, tienen una mayor relación con el porcentaje mínimo de aprobación en cada nivel del módulo (James et al., 2023). Por otro lado, el uso de algoritmos como k-means facilita la agrupación de estudiantes con características similares en las variables (Hastie et al., 2013), lo que permite aplicar estrategias de acompañamiento diferenciadas.

Del mismo modo, modelos como el Decision Tree Regressor permiten predecir el rendimiento de los estudiantes en las directivas 2 y 3 en función de los resultados obtenidos en la directiva 1 (James et al., 2023). Esto favorece la creación de rutas de intervención personalizadas según la caracterización de los estudiantes, ya que «los programas de entrenamiento progresivos, con capacidad de adaptación de las cargas, conllevan mayores respuestas y menores riesgos de lesiones y sobrecarga» (Santtila et al., 2015, p.154).

El estudio del impacto del entrenamiento en natación en el rendimiento de los soldados en situaciones de alta presión o emergencia permite identificar cómo el módulo de natación de la EMSUB «Sargento Inocencio Chincá» fortalece la capacidad de los estudiantes para mantener la calma y actuar de manera eficaz bajo presión en el contexto militar en entornos acuáticos (Ministerio de Defensa Nacional, 2021b).

En este contexto, el objetivo de esta investigación fue clasificar a los estudiantes en función de las variables demográficas (edad, estatura, peso e IMC) y de desempeño físico (resultados en apnea estática, apnea dinámica y 100 metros a crol) del módulo de natación del programa de formación de la EMSUB «Sargento Inocencio Chincá» en los distintos niveles formativos (1, 2 y 3), para identificar patrones de rendimiento y diseñar estrategias de entrenamiento.

METODOLOGÍA

Se diseñó un estudio de tipo cuantitativo. Para ello, se recolectaron datos una única vez en una tabla de Excel, la muestra fue de los 625 estudiantes de la Tecnología en Entrenamiento y Gestión Militar de la EMSUB que realizaron consecutivamente los tres niveles del módulo de natación: sexo biológico, estatura, peso y edad. Estos datos se tomaron en el nivel 1 del módulo.

Con los datos de estatura y peso, se calculó el índice de masa corporal (IMC). Además, en cada nivel y para cada estudiante, se registraron en la misma tabla los datos finales obtenidos en las pruebas de apnea estática, apnea dinámica y 100 metros estilo crol. De acuerdo con el resultado, se asignó el porcentaje obtenido en cada prueba, se calculó la media de estos valores y se obtuvo el porcentaje de cumplimiento según la directiva.

Para analizar el rendimiento de los estudiantes, se utilizó el lenguaje Python (versión 3.11, 2023). En primer lugar, se elaboró una tabla con estadísticos descriptivos que permitieran visualizar las principales características de los datos. A continuación, se identificaron diferencias entre las distribuciones de los datos de dos grupos, lo que sugirió que la revisión se realizara por sexo biológico (hombres y mujeres), lo que permitió una división descriptiva inicial, orientada a conocer las características generales y detectar variaciones entre géneros, como indican Franco-Árcega et al. (2021).

Con el fin de profundizar en las posibles relaciones entre las distintas variables, se generaron matrices de correlación de Pearson, que abarcan tanto las características demográficas como los resultados de las pruebas físicas en cada nivel de evaluación. Las variables incluidas en estas matrices fueron las siguientes: edad, estatura, peso, IMC, resultados en apnea estática-1, apnea dinámica-1, crol-1 (100 m libres-1), y directiva-1 en el primer nivel; apnea estática-2, apnea dinámica-2, crol-2 (100 m libres-2) y directiva-2 en el segundo nivel; y, por último, apnea estática-3, apnea dinámica-3, crol-3 (100 m libres-3) y directiva-3 en el tercer nivel.

El primer algoritmo de clasificación elegido fue el método de k-means (Jain y Dubes, 1988). El propósito de usar este algoritmo es agrupar las variables cuantitativas seleccionadas en grupos o clústeres que se caracterizan por estar más cerca de un punto de referencia llamado centroide. Este método estadístico no supervisado facilita la identificación de conglomerados de

estudiantes con patrones de rendimiento similares y contribuye así a una caracterización detallada de los niveles de desempeño (Franco-Árcega et al., 2021).

Por otro lado, para buscar factores de influencia en los resultados generales de los estudiantes al final de su proceso de entrenamiento en la directiva 3, se construyó un árbol de decisión (Decision Tree Regressor), un método supervisado que busca reconocer qué variables influyen en los resultados de la directiva 3. Estos árboles permiten identificar de manera eficiente los predictores más importantes del conjunto de datos. En esta clasificación, se hace una segmentación por nodos, de modo que los integrantes de cada uno de estos nodos tienen una característica o variable con una impureza o varianza reducida. En este estudio se ha utilizado el algoritmo DecisionTreeClassifier de la librería Scikit-learn (Pedregosa, 2011), que implementa un árbol de decisión para la clasificación supervisada.

Estos modelos son no paramétricos, lo que significa que no asumen una distribución específica de los datos. El árbol se construye mediante un proceso recursivo de división: se evalúan posibles puntos de corte en cada característica, se elige la mejor división según una medida de pureza (gini o entropía) y, a continuación, se generan las ramas izquierda y derecha. El procedimiento se repite en cada nodo hijo hasta que todos los ejemplos de un nodo pertenecen a la misma clase. Estos son los atributos para la segmentación.

La combinación de métodos estadísticos descriptivos, la técnica de agrupamiento k-means y el método Decision Tree Regressor respondió a la necesidad de realizar un análisis integral y específico de los datos. Cada técnica se seleccionó en función de su capacidad para abordar los objetivos planteados: el análisis descriptivo y de correlación permitió caracterizar la muestra y explorar las relaciones entre las variables, mientras que el algoritmo k-means y el método Decision Tree Regressor aportaron una perspectiva robusta para clasificar y explicar los resultados obtenidos, respectivamente.

Consideraciones éticas

La recolección de estos datos anonimizados se realizó siguiendo todos los protocolos indicados en la política de tratamiento de datos personales, de acuerdo con la Directiva Permanente n.º 3 de 2019 del Ministerio de Defensa Nacional. Los datos de este estudio se trataron conforme a los artículos 6e y 10e de la Ley Estatutaria 1581 de 2012.

RESULTADOS

Los valores que se muestran en la Tabla 1 nos permiten corroborar la importancia de separar los datos por sexo biológico, ya que evidencian las diferencias en los estadísticos descriptivos de cada una de las variables entre hombres y mujeres.

La media de la variable edad es de 20.1 para los hombres y de 19.9 años para las mujeres, con una desviación estándar de 1.8 años para ambos sexos. Su valor mediano es de 20 años para ambos sexos: la edad máxima es de 26 años para las mujeres y de 25 años para los hombres.

La estatura media es de 1.7 m para los hombres y 1.6 m para las mujeres, con la misma desviación estándar en ambos sexos (0.1 m). La estatura mínima es la misma para ambos sexos (1.5 m), y la estatura máxima registrada es de 2 m para los hombres.

En cuanto a la variable peso, se observa que el valor máximo es superior en hombres (108 kg) que en mujeres (88 kg). El peso medio es de 69 kg con una desviación estándar de 9, en el caso de los hombres y de 61 kg con una desviación estándar de 8 en el caso de las mujeres. El valor mediano es de 68 kg para hombres y de 60 kg para mujeres.

Tabla 1. Estadísticas separadas por sexo biológico

Variable	Estadístico	M	F
Edad (años)	N	537	88
	Mean	20.1	19.9
	Std	1.8	1.8
	Min	16	17
	25 %	19	18.8
	50 %	20	20
	75 %	22	21
	Max	25	26
Estatura (m)	Mean	1.7	1.6
	Std	0.1	0.1
	Min	1.5	1.5
	25 %	1.7	1.6
	50 %	1.7	1.6
	75 %	1.8	1.7
	Max	2.0	1.9
Peso (kg)	Mean	69	61
	Std	9	8
	Min	45	44
	25 %	64	55
	50 %	68	60
	75 %	75	65
	Max	108	88

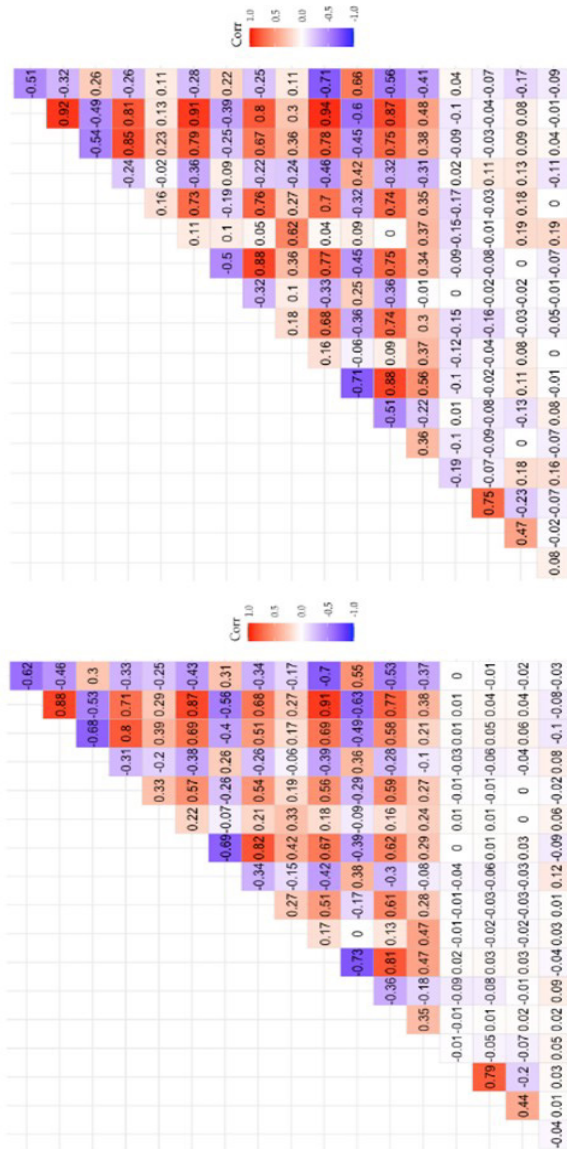
Nota. Tamaño (N), media (Mean), desviación estándar (Std), mínimo (Min.), primer cuartil Q1 (25 %), segundo cuartil Q2 (50 %), tercer cuartil Q3 (75 %), máximo (Max).

Fuente: elaboración propia.

En las matrices de correlación (Figura 1) se incluyeron las variables edad, estatura, peso, IMC, apnea estática-1, apnea dinámica-1, crol-1, directiva-1, apnea estática-2, apnea dinámica-2, crol-2, directiva-2, apnea estática-3, apnea dinámica-3, crol-3, directiva-3, promedio de directivas.

Las variables de apnea dinámica 1, 2 y 3 presentan una correlación positiva más fuerte con los porcentajes de cumplimiento de las directivas en cada nivel que las variables de apnea estática y crol 1, 2 y 3. Es decir, el desempeño físico del estudiante en el módulo de natación está más relacionado con la apnea dinámica que con la apnea estática y los 100 metros crol.

Figura 1. Matrices de correlación de pruebas de natación



Nota. Masculino a la izquierda, femenino a la derecha. El orden de las variables de arriba a abajo y de derecha a izquierda es: promedio directivas, directiva-3, crol-3, apnea dinámica-3, apnea estática-3, directiva-2, crol-2, apnea dinámica-2, apnea estática-2, edad.

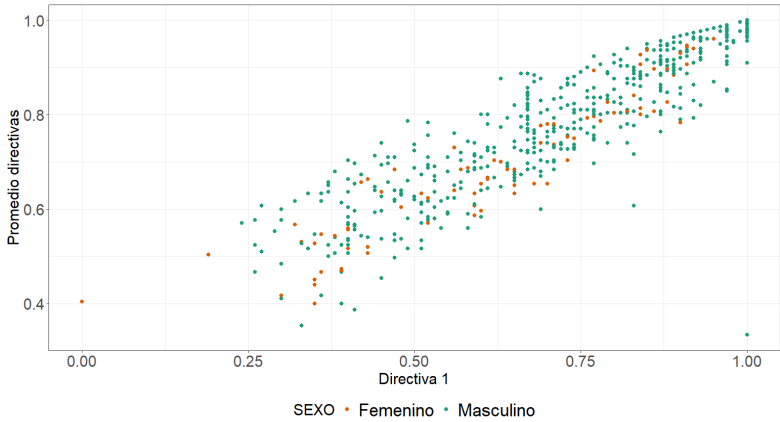
Fuente: elaboración propia.

Se observó que, en el caso de los hombres, la correlación entre las directivas es moderadamente fuerte (entre 0.67 y 0.69), por lo que un buen desempeño en una directiva predice moderadamente el éxito en las demás. Sin embargo, cabe la posibilidad de que haya variabilidad entre los valores de las directivas en algunos estudiantes. Aunque se dan valores altos para los hombres, respecto a las mujeres hay una progresión más dispersa, lo que puede implicar que algunos de ellos se enfrenten a más dificultades para avanzar entre las directivas.

En el caso de las mujeres, las correlaciones son mayores que en los hombres, por lo que hay una mayor consistencia en el rendimiento entre las directivas. Esto significa que, si obtienen buenos resultados en una de ellas, tienden a rendir también en las demás con mayor incidencia que los hombres. El promedio general de las mujeres está altamente influenciado de forma equilibrada por todas las directivas.

El mayor índice de correlación, tanto para hombres como para mujeres, se encuentra entre la directiva 1 y la media de las directivas, con valores de 0.91 y 0.94 respectivamente, lo que sugiere que los resultados obtenidos en la directiva 1 tienen una alta influencia en la obtención de los resultados medios de las directivas. Esto se muestra en el diagrama de dispersión (Figura 2), en el que el eje horizontal representa el porcentaje obtenido en la directiva 1 y el eje vertical, el porcentaje obtenido en el promedio de las directivas. Los datos más dispersos se observan para valores de cumplimiento de la directiva 1 inferiores al 50 % (en ambos sexos). Se observa una menor dispersión de los datos en el caso de las mujeres que en el de los hombres.

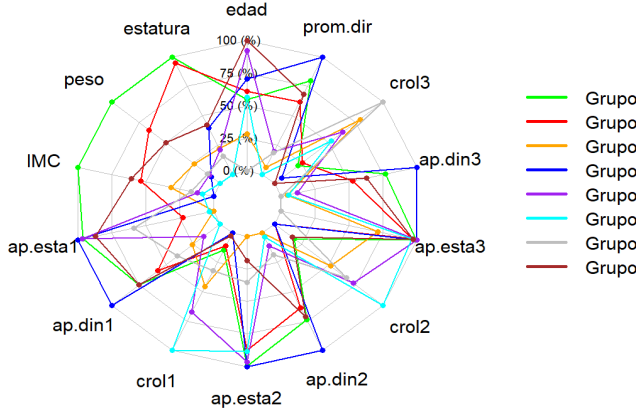
Figura 2. Gráfico de dispersión



Nota. Resultados de la directiva 1 (horizontal) vs. promedio de las directivas (vertical), segmentado por colores para masculino (verde) y femenino (naranja).

Al aplicar el algoritmo k-means a datos normalizados de las variables, tomando como referencia la asignación de los estudiantes en ocho grupos (Figura 3), se observa que hay diferencias significativas en el rendimiento de los estudiantes en la realización de los ejercicios y en la medición de cada una de las variables en cada uno de estos ocho grupos.

Figura 3. Promedio de las pruebas físicas de cada grupo, sugerido por el método k-means estándar con datos normalizados



Fuente: elaboración propia.

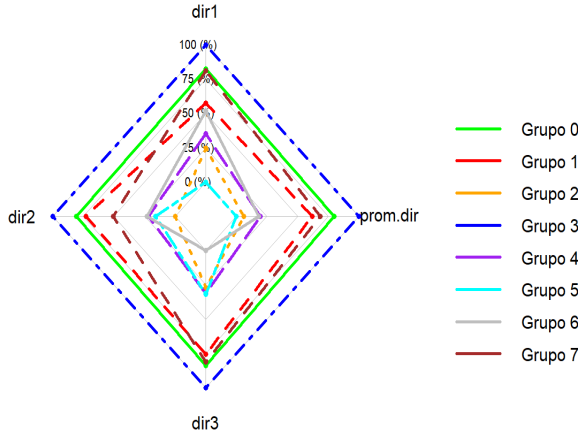
La Figura 4 muestra que los grupos con mejores resultados en relación con la media de las directivas se encuentran en los grupos 0, 3 y 7. Entre las características de los estudiantes de estos grupos, encontramos que el grupo 0 contiene a los estudiantes con un promedio de cumplimiento de las directivas superior al 75 %, y que la apnea dinámica en cada uno de los niveles alcanzó un cumplimiento del 75 %, mientras que la apnea estática en cada nivel se acercó mucho al 100 %.

Por otra parte, los estudiantes del grupo 3 tienen un promedio de cumplimiento de las directivas del 100 %, lo que equivale a apneas dinámicas y estáticas en sus tres niveles con un cumplimiento cercano al 100 %. El último grupo tiene un promedio de cumplimiento de las directivas entre el 70 y 75 %, y una apnea dinámica 1 más alta que las dinámicas 2 y la 3.

En particular, presenta diferencias significativas en el cumplimiento de la apnea estática, que inicia en el nivel 1 con un cumplimiento superior al 80 %, en el nivel 2 apenas alcanza alrededor de un 20 % de y finaliza en el nivel 3 con un cumplimiento del 100 %.

Una particularidad de todos los grupos con mayor porcentaje de cumplimiento del promedio de las directivas es que su desempeño en las pruebas de 100 metros crol es bajo. Si se observa el grupo 5, se puede ver que tiene un muy buen desempeño en las pruebas de crol en cada nivel, pero sus porcentajes de aprobación en las pruebas son bajos, incluyendo el promedio de las directivas. Es de resaltar que los 100 metros crol son el requisito de la prueba física de agua para continuar cualquier proceso acuático militar.

Figura 4. Promedio de las directivas para los atletas de cada grupo sugerido por el método k-means



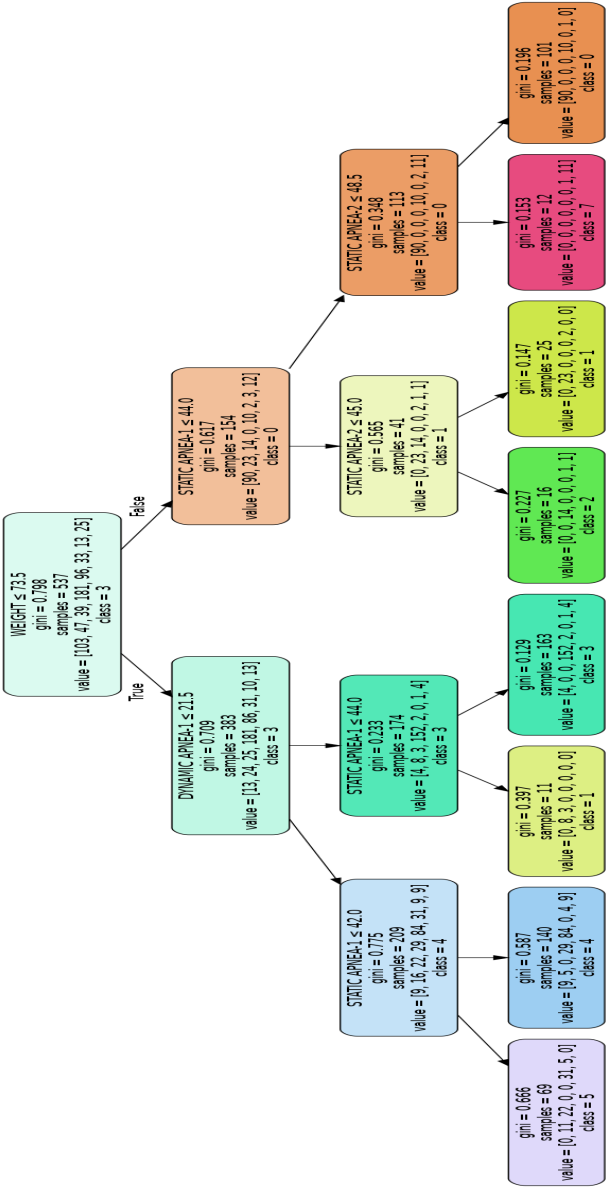
Fuente: elaboración propia.

Mediante el método del árbol de decisión (Figura 5), el algoritmo muestra que los hombres con apnea estática 1 mayor de 44, apnea dinámica 1 mayor de 21.5 y peso menor de 73.5 kg presentan un patrón de buen rendimiento. Las directivas 1, 2 y 3 para este grupo muestran unos resultados de cumplimiento del 90.7 %, 94.3 % y 92.1 % respectivamente. El promedio de las directivas es de 92,4 %.

Para las mujeres, el grupo con mayor cantidad de representantes es el que tiene una directiva-1 menor o igual a 78 %, una apnea dinámica-3 menor a 24 y una apnea estática-1 mayor que 48.5 %. Este grupo se identifica por tener directivas 1, 2 y 3 con un 57.7 %, 68 % y 69 % de cumplimiento, respectivamente y un promedio de cumplimiento de las directivas del 65 %, como se observa en la Figura 6. Esto evidencia una mejora en el rendimiento físico en las pruebas de agua. Sin embargo, este avance no es suficiente para alcanzar los estándares mínimos requeridos para aprobar el módulo de natación, según la directiva.

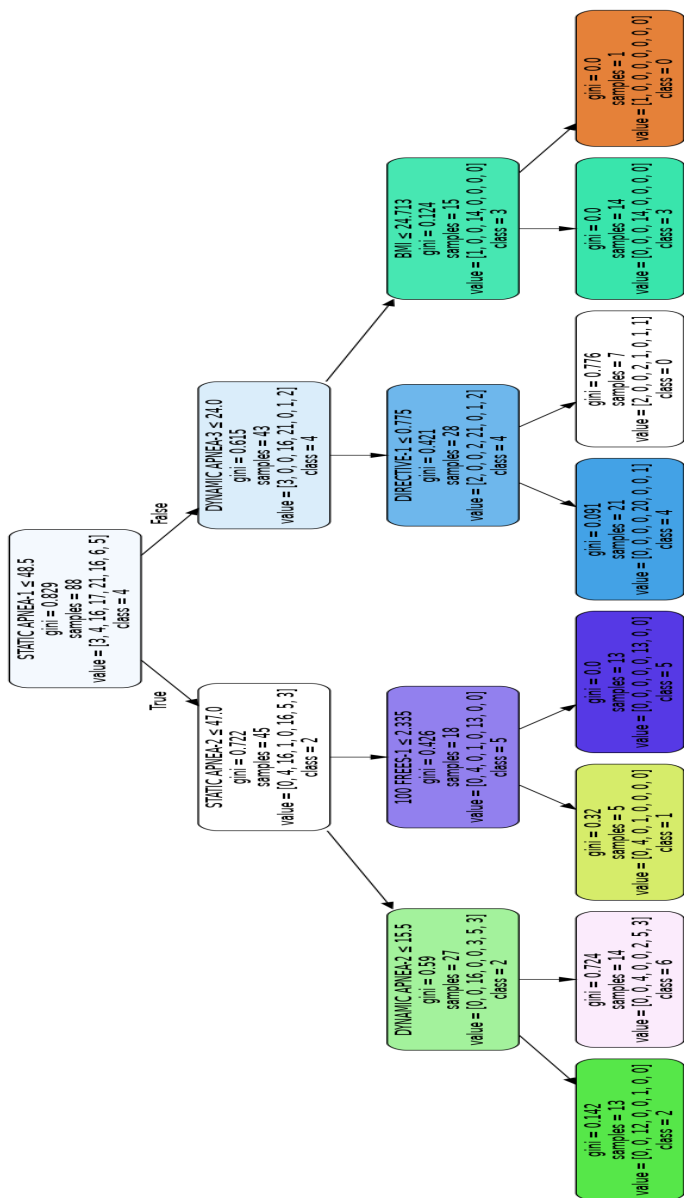
Este análisis se realizó teniendo en cuenta la ramificación con más individuos, tanto para hombres como para mujeres.

Figura 5. Árbol de decisión para hombres realizado con el algoritmo Decision Tree Regressor



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Árbol de decisión para mujeres realizado con el algoritmo Decision Tree Regressor



Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

El estudio del impacto del entrenamiento en natación en el rendimiento de los soldados en situaciones de alta presión o emergencia, permite identificar cómo el módulo de natación de la EMSUB sirve para fortalecer la capacidad de los estudiantes para mantener la calma y actuar de forma eficaz bajo estrés en el contexto militar en entornos acuáticos (Ministerio de Defensa Nacional, 2021b).

El estudio corrobora la importancia de separar los datos por sexo biológico y reconoce las diferencias en los estadísticos descriptivos de cada una de las variables entre hombres y mujeres. Esta segmentación de los datos fue clave en el proceso, ya que permitió evaluar el rendimiento en función de las diferencias biológicas y de las posibles variaciones en la capacidad física, un factor crítico en el contexto de las pruebas acuáticas en un ambiente de formación militar (García Roque y Chagua Ríos, 2021).

Los resultados de las matrices de correlación respecto a la prueba de apnea estática muestran una baja incidencia en los resultados de las directivas; no obstante, los estudios demuestran que este tipo de pruebas fortalecen las habilidades y los ejercicios tácticos en el desarrollo de operaciones militares. Tal y como afirma Álvarez Sierra (2023), citando a Ostrowski et al. (2012): «También favorece la psique, generando resistencia al esfuerzo, al dolor y a las condiciones extremas, superando situaciones donde está en riesgo la salud y la vida» (p. 16). Por eso, identificar a tiempo las debilidades de los estudiantes permite diseñar estrategias que fortalezcan sus competencias en el medio acuático, asegurar su avance progresivo hacia los niveles posteriores y desarrollar capacidades óptimas (Navarro, 2016).

Gracias a estas técnicas, se pudieron identificar las diferencias más pronunciadas entre los grupos en función del rendimiento en las pruebas acuáticas, lo que ayudó a la detectar a los estudiantes que

requieren intervención adicional o refuerzo en su entrenamiento. Esta comprensión de los factores determinantes del rendimiento respalda la idea de optimizar los tiempos de la formación y ajustar el diseño de las estrategias de entrenamiento según los perfiles identificados, lo que permite mejorar continuamente el proceso de instrucción y evaluación de los estudiantes (Ministerio de Defensa Nacional, 2021b).

El uso de matrices de correlación es una herramienta eficaz para identificar las variables que más inciden en la aprobación de cada nivel del módulo. La aplicación de algoritmos de clasificación y predicción, como k-means y Decision Tree Regressor, no solo permite agrupar a los estudiantes según características comunes, sino también anticipar su rendimiento en etapas posteriores a partir de los resultados iniciales.

Este enfoque contribuye a diseñar estrategias de acompañamiento diferenciadas y rutas de intervención personalizadas, lo que favorece procesos de entrenamiento más adaptativos y seguros. En este sentido, se confirma que los programas con capacidad de ajuste progresivo generan mayores beneficios en el rendimiento y reducen los riesgos asociados a la sobrecarga o a la aparición de lesiones, tal y como lo plantean Santtila et al. (2015).

Recomendaciones

Es necesario fomentar la investigación continua en el ámbito de la natación militar para desarrollar programas especializados basados en evidencia científica que respondan a las necesidades actuales y futuras en el contexto de la defensa nacional.

Esta línea de trabajo debe complementarse con la incorporación de programas de natación estructurados dentro del currículo de formación militar, orientados al desarrollo de competencias específicas que garanticen un desempeño eficiente en escenarios operativos, tanto a nivel nacional como internacional. Para ello, se recomienda establecer un marco normativo claro que regule el entrenamiento acuático en la EMSUB e incluir la elaboración de un

manual técnico que detalle las competencias esperadas en cada etapa del proceso formativo y que sirva de guía estandarizada para la formación de los estudiantes.

Por ello, se sugiere ampliar y fortalecer el sistema de evaluación del módulo de natación, incorporando no solo pruebas estandarizadas, sino también el seguimiento del progreso individual, las habilidades adquiridas y la adaptación progresiva al medio acuático. Con este propósito, es indispensable diseñar programas de entrenamiento personalizados que tengan en cuenta las características físicas y las capacidades individuales de cada estudiante, lo que permitirá optimizar el rendimiento físico y reducir significativamente el riesgo de lesiones durante el proceso formativo. En este sentido, se deben aumentar las horas de práctica en el medio acuático, aplicar principios de progresión y adaptación de las cargas de entrenamiento e implementar análisis estadísticos en el seguimiento de los resultados, lo que permitirá predecir el rendimiento futuro de los estudiantes y ajustar de manera eficiente las cargas y condiciones de trabajo sin perder de vista las necesidades individuales.

CONCLUSIONES

En este estudio, se clasifican las variables que influyen en la evaluación de las pruebas físicas acuáticas de los estudiantes, con las que se pudo predecir el comportamiento del rendimiento en el nivel final del módulo, a partir de los porcentajes obtenidos en las pruebas del nivel 1.

La metodología y los algoritmos usados en este estudio permitieron identificar patrones de rendimiento de los estudiantes y mostrar criterios de selección de características que generan alertas tempranas, lo que permite brindar un mayor acompañamiento para mejorar su rendimiento en el ciclo de formación.

Según las matrices de correlación, se observa que, con independencia del sexo biológico, las variables edad, peso e IMC no afectan en gran medida al resultado medio de la directiva.

Estos resultados concuerdan con lo establecido para el año 2022 en el Ejército Nacional de Colombia, donde no se establece una calificación por género en la prueba física de agua (Ministerio de Defensa Nacional, 2021b).

La apnea dinámica 1 tiene un impacto significativo en los resultados de la directiva 1 para hombres y mujeres. Sin embargo, no se relaciona con las pruebas de apnea estática 2, apnea estática 3, crol 2 ni crol 3. Desde el punto de vista experimental se observa que se puede tener un buen desempeño en el nivel 1, sin que esto garantice un incremento de los resultados en los niveles siguientes.

El uso del árbol de decisión permitió identificar con precisión las variables que inciden significativamente en el desempeño de la directiva 3. La influencia destacada de la directiva 1 en la puntuación media de las directivas resalta su valor como indicador temprano, lo que permite implementar sistemas de alerta para orientar hacia un enfoque de entrenamiento personalizado en natación. Este enfoque debe tener en cuenta parámetros adaptados a las capacidades individuales de los estudiantes para garantizar que el módulo de natación contribuya efectivamente a la formación de todos los estudiantes, futuros suboficiales del Ejército.

REFERENCIAS

1. Álvarez Sierra, S. (2023). *Metodología didáctica para el aprendizaje y desarrollo técnico de la apnea deportiva* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/38614>
2. Becker, B. E. (2009). Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. *PM&R*, 1(9), 859-872. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2009.05.017>
3. Chavarría-Calderón, R. A. (2024). La importancia del desarrollo de las habilidades acuáticas en el guardiamarina dentro de su formación para Oficial de Marina. *REICOMUNICAR*, 7(14),

- 529-544. <https://www.reicomunicar.journalgestar.org/index.php/reicomunicar/article/view/328>
4. Coral Apolo, G., Rubio Villalba, T. F., Burbano Benavides, M. A., y Yar Saavedra, R. L. (2017). Diferencias biomecánicas en natación utilitaria: estudio en deportistas principiantes y de alto rendimiento. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(2), 219-227. <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v36n2/ibi17217.pdf>
 5. Directiva Permanente n.º111 de 2022. [Ministerio de Defensa Nacional]. Lineamientos para el acondicionamiento físico del personal del Ejército Nacional. 24 de junio de 2022. https://mindefensa.primo.exlibrisgroup.com/permalink/57MDN_INST/19u7a5o/alma991251309907231
 6. Directiva Permanente n.º3 de 2019. [Ministerio de Defensa Nacional]. Lineamientos para la definición de la Política de Tratamiento de Datos Personales en el Ministerio de Defensa Nacional. 23 de enero de 2019. https://www.armada.mil.co/sites/default/files/normograma_arc/telematica/DP%2003%20de%202019%20PROTECCI%C3%93N%20DATOS%20PERSONALES%20MDN.pdf
 7. Ejército Nacional de Colombia. (2017). *Manual fundamental de referencia del Ejército. MFRE 7-0 Desarrollo de líderes y entrenamiento de unidades*. Centro de Doctrina del Ejército Nacional de Colombia. <https://www.ejercito.mil.co/mfre-7-0-desarrollo-de-lideres-y-entrenamiento-de-unidades/>
 8. Escuela Militar de Suboficiales «Sargento Inocencio Chincá». (s. f.). *Malla curricular TEM*. <https://www.emsub.mil.co/malla-curricular-tem/>
 9. Escuela Militar de Suboficiales «Sargento Inocencio Chincá». (s. f.). *Tecnología en entrenamiento y gestión militar*. <https://www.emsub.mil.co/tecnologia-en-entrenamiento-y-gestion-militar/>
 10. Franco-Árcega, A., Sobrevilla-Sólis, V. I., Gutiérrez-Sánchez, M. J., García-Islas, L. H., Suárez-Navarrete, A., y Rueda-Soriano, E. (2021). Sistema de enseñanza para la técnica de agrupamiento k-means. *PÄDI Boletín Científico de Ciencias Básicas E Ingenierías del ICBI*, 9(Especial), 53-58. <https://doi.org/10.29057/icbi.v9iEspecial.7384>
 11. García Roque, L. J., y Chagua Ríos, P. J. (2021). *La natación de combate y la formación militar de los cadetes de cuarto año de Infantería de la Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco*

- Bolognesi, 2021 [Trabajo de grado, Escuela Militar de Chorrillos Coronel Francisco Bolognesi]. <https://repositorio.esuela-militar.edu.pe/handle/EMCH/922>
12. Guerrero López, L. (2019). Participación de las Fuerzas Militares de Colombia en operaciones de mantenimiento de paz 2019-2023. *Revista Científica General José María Córdova*, 17(25), 5-24. <https://doi.org/10.21830/19006586.355>
 13. Hastie, T., Tibshirani, R., y Friedman, J. (2013). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21606-5>
 14. Jain, A. K., y Dubes, R. C. (1988). *Algorithms for Clustering Data*. Pearson.
 15. James, G., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., y Taylor, J. (2023). *An Introduction to Statistical Learning. With Applications in Python*. Springer.
 16. Kostoulas, I., Kounalakis, S., Toubekis, A., Kaniadakis, A., Karagiannis, A., Mavraganis, D., Karatrantou, K., y Gerodimos, V. (2019). The Effect of a Combat Swimming Training Program on Swimming Performance. *Proceedings*, 25(1), 6. <https://doi.org/10.3390/proceedings2019025006>
 17. Kyröläinen, H., Pihlainen, K., Vaara, J. P., Ojanen, T., y Santtila, M. (2018). Optimising Training Adaptations and Performance in Military Environment. *Journal Of Science and Medicine In Sport*, 21(11), 1131-1138. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.11.019>
 18. Ley Estatutaria 1581 de 2012. [Congreso de la República de Colombia]. Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales. D. O. 48587. 18 de octubre de 2012.
 19. Martinescu-Bădălan, F. (2019). Study on the Importance of Land-Centered Training for the Freestyle Swimming Technique for Military Students. *International Conference Knowledge-Based Organization*, 25(2), 276-282. <https://doi.org/10.2478/kbo-2019-0094>
 20. Medina-Hoyos, L. A., Prieto-Mondragón, L. P., y Sanjuanelo, D. (2020). Capacidades físicas en personal de salvamento acuático en Bogotá, D.C. *Actividad Física y Deporte*, 6(2), 42-59. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v6.n2.2020.1568>

21. Ministerio de Defensa Nacional. (2021a). *Política de seguridad, defensa y convivencia ciudadana. Garantías para la vida y la paz 2022-2026*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocumento.asp?id=30046907>
22. Ministerio de Defensa Nacional. (2021b). *Política de Educación para la Fuerza Pública (PEFuP) 2021-2026: hacia una educación diferencial y de calidad*. <https://esici.edu.co/wp-content/uploads/2024/08/Politica-de-Educacion-de-la-Fuerza-Publica-1.pdf>
23. Ministerio de Educación Nacional. (2009). *Deserción estudiantil en la educación superior colombiana: metodología de seguimiento, diagnóstico y elementos para su prevención*. https://www.mineduacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1783/articulos-415271_documento.pdf
24. Navarro, R. E. (2016). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE Revista Iberoamericana Sobre Calidad Eficacia y Cambio En Educación*, 1(2), 1-15. <https://doi.org/10.15366/reice2003.1.2.007>
25. Needham-Beck, S. C., Maroni, T. D., Walker, F. S., Vine, C. A., Moore, D., Draper, J., Alexander, B., Myers, S. D., y Blacker, S. D. (2024). Development of an Evidence-Based Swimming Representative Military Task to Assess Swimming Competency in the British Army. *Work*, 79(4), 1773-1784. <https://doi.org/10.3233/WOR-230256>
26. Nindl, B. C., and Sharp, M. A. (2015). Third International Congress on Soldiers' Physical Performance: Translating State-of-the-Science Soldier Research for Operational Utility. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, S1-S3. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001157>
27. Nindl, B. C., Williams, T. J., Deuster, P. A., Butler, N. L., y Jones, B. H. (2013). Strategies for optimizing military physical readiness and preventing musculoskeletal injuries in the 21st century. *U.S. Army Medical Department Journal*, 5-23. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24146239/>
28. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, V., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., y Duchesnay, E. (2011). Scikit-learn: Machine

- Learning in Python. *Journal Of Machine Learning Research*, 12, 2825-2830. <https://inria.hal.science/hal-00650905v1>
29. Perdomo-Becerra, K. S., Pérez-Cuesta, J. S., Ramírez-Hernández, G., y Umbarila-Espinosa, L. M. (2023). Protocolo de prueba física en agua en la Escuela Militar de Cadetes. *Brújula*, 11(22), 67-86. <https://doi.org/10.21830/23460628.149>
 30. Plaza Escandón, H. D., y Acosta Reyes, J. J. (2023). *Pedagogía de la natación*. Ciencia Latina Internacional. https://doi.org/10.37811/cli_w1001
 31. Python Software Foundation. (2023). Python (versión 3.11) [Programa de computación]. <https://www.python.org/>
 32. Santtila, M., Pihlainen, K., Viskari, J., y Kyröläinen, H. (2015). Optimal Physical Training During Military Basic Training Period. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, S154-S157. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001035>
 33. Stemm, J. D., y Jacobson, B. H. (2007). Comparison of Land- and Aquatic-Based Plyometric Training on Vertical Jump Performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 568-571. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17530969/>
 34. Szivak, T. K., y Kraemer, W. J. (2015). Physiological Readiness and Resilience: Pillars of Military Preparedness. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, S34-S39. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001073>
 35. Tinto, V. (2012). Enhancing Student Success: Taking the Classroom Success Seriously. *The International Journal Of The First Year In Higher Education*, 3(1), 1-8. <https://doi.org/10.5204/in-tjfyhe.v3i1.119>
 36. Torreadella-Flix, X. (2023). Aprender a nadar: cómo empezó la natación en España 1807-1870 (parte 1). *Educación Física y Deporte*, 42(2), 31-84. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e352683>
 37. Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres [UN-GRD]. (2025). *Informe de gestión. Vigencia 2024*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Informe-de-gestion.aspx>

Relación entre posición en bicicleta, debilidad en musculatura core y dolor lumbar en ciclistas recreativas

Relationship between Cycling Position, Core Muscle Weakness and Lower Back Pain in Recreational Cyclists

Relação entre a Posição na Bicicleta, a Fraqueza da Musculatura Central e a dor Lombar em Ciclistas Recreativas

Yohana Andrea Tejada Restrepo¹

Sebastián Grajales Toro²

¹ Estudiante de la especialización en Fisioterapia del Deporte. Fisioterapeuta, Fundación Universitaria María Cano, Colombia. Correo electrónico: yohanaandreatejadarestrepo@fumc.edu.co
ORCID: 0009-0008-7486-7535

² Magíster en Actividad Física y Salud. Profesor, Fundación Universitaria María Cano, Colombia. Correo electrónico: sebastiangrajalestoro@fumc.edu.co
ORCID: 0000-0002-2250-0124

Cómo referenciar

Tejada Restrepo, Y. A., y Grajales Toro, S. (2024). Relación entre posición en bicicleta, debilidad en musculatura core y dolor lumbar en ciclistas recreativas. *Educación Física y Deporte*, 43(2), 103-123. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e359045>

© Autores.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0.

RESUMEN

El dolor lumbar es frecuente entre los ciclistas recreativos, y se está investigando su causa, aunque se sugiere una posible relación con la postura en la bicicleta y la debilidad de la musculatura *core*. Este estudio buscó determinar si existe una relación entre la posición del ciclista sobre la bicicleta y la disminución de la fuerza del *core*, que puede ocasionar dolor lumbar al practicar el deporte. Participaron 21 mujeres ciclistas de un equipo recreativo. Se evaluó la biomecánica en 2D con el software Kinovea, se aplicaron las siete pruebas del Functional Movement Screen (FMS) y se utilizó una encuesta de autorreporte de dolor lumbar con preguntas demográficas. Se halló una correlación significativa entre el dolor lumbar y los días de entrenamiento ($p = 0.029$). Las demás variables no mostraron significancia estadística. La falta de relación entre la Functional Movement Screen y el dolor podría deberse al reducido tamaño de la muestra. Deben tenerse en cuenta otros factores, como la carga, la técnica, la fuerza y la flexibilidad.

PALABRAS CLAVE: biomecánica, ciclismo recreativo, lumbalgia, musculatura *core*, postura en bicicleta.

ABSTRACT

Lower back pain is common among recreational cyclists. While the exact cause is still unknown, it has been suggested that it may be linked to cycling posture and weak core muscles. The aim of this study was to establish the relationship between riding position, core strength, and the onset of lower back pain. Twenty-one cyclists from the recreational team took part in the study. Biomechanics were assessed in two dimensions using Kinovea software. Seven Functional Movement Screen (FMS) tests were performed, and a survey on self-reported low back pain was completed, including demographic questions. A significant correlation was found between lower back pain and the number of

training days ($p = 0.029$). The other variables did not demonstrate statistical significance. The absence of a relationship between Functional Movement Screen and pain may be due to the small sample size. Other factors, such as load, technique, strength, and flexibility, should also be considered.

KEYWORDS: biomechanics, recreational cycling, lower back pain, core muscles, cycling posture.

RESUMO

A dor lombar é comum entre os ciclistas recreativos. Embora sua causa exata ainda seja desconhecida, acredita-se que esteja relacionada à postura ao pedalar e à fraqueza dos músculos centrais. O objetivo do estudo foi investigar a relação entre a posição de condução, a força central e o surgimento de dores lombares. Participaram da pesquisa 21 ciclistas da equipe recreativa. A biomecânica foi avaliada em duas dimensões por meio do software Kinovea. Foram realizados sete testes do Functional Movement Screen (FMS) e respondido um questionário sobre dor lombar auto-relatada, incluindo perguntas demográficas. Foi encontrada uma correlação significativa entre a dor lombar e o número de dias de treino ($p = 0,029$). As outras variáveis não apresentaram significância estatística. A ausência de uma relação entre o Teste de Movimento Funcional e a dor pode ser atribuída ao tamanho reduzido da amostra. Outros fatores, como carga, técnica, força e flexibilidade, também devem ser considerados.

PALAVRAS-CHAVE: biomecânica, ciclismo recreativo, lombalgia, musculatura central, postura na bicicleta.

INTRODUCCIÓN

El ciclismo es uno de los deportes más tradicionales, ya que, la bicicleta es una opción deportiva, recreativa y competitiva, además de un medio de transporte (Soares et al., 2023). Debido a su popularidad, los ciclistas están expuestos a sufrir lesiones, siendo las más comunes las traumáticas, como los accidentes de tránsito, las caídas y las lesiones por sobreuso.

Las lesiones por sobreuso o agudas pueden deberse a factores relacionados con la biomecánica, la posición en la bicicleta, la técnica de conducción deficiente y la fuerza muscular del ciclista, e incluso al terreno utilizado para la práctica, ya sea asfalto o terreno irregular (Purushothaman et al., 2023).

Por otro lado, algunas de las molestias durante la práctica deportiva pueden aparecer durante un entrenamiento, una carrera de fondo o competitiva, donde entran en juego factores como mantener la postura durante más de dos horas, ascensos o descensos que obligan a realizar más fuerza o mantener una posición para conservar el equilibrio sobre la bicicleta (Piotrowska et al., 2017).

En el caso del ciclismo recreativo, la alta tasa de deserción se debe, en gran parte, a que muchos ciclistas comienzan sin recibir una asesoría profesional adecuada para elegir una bicicleta acorde con sus objetivos y características biomecánicas (Purushothaman et al., 2023). Esta falta de orientación provoca la aparición de molestias físicas, especialmente dolor lumbar o lumbalgia, que es una de las causas más comunes de abandono. Dicho dolor puede deberse a una posición inadecuada en la bicicleta, a la debilidad de la musculatura central (*core*) estabilizadora o a la ausencia de un plan de entrenamiento estructurado por profesionales (Piotrowska et al., 2017).

Estudios como el de (Too, 1990), que analiza la influencia de la posición en la bicicleta en la biomecánica del ciclista, y el de (Zajac et al., 2022), que aborda el impacto del control postural,

ponen de manifiesto que una mala alineación y un *core* débil disminuyen la eficiencia del pedaleo y aumentan el riesgo de sufrir molestias lumbares.

Aunque la definición y evaluación de la estabilidad central han sido objeto de debate, en los últimos años se ha popularizado el uso del Functional Movement Screen (FMS) como herramienta para medir tanto la estabilidad central y los patrones de movimiento funcional. Este método ha demostrado ser válido y fiable para predecir el riesgo de lesiones (Rannama et al., 2017).

Asimismo, en el estudio de Fuentes et al. (2022) se analiza la relación entre mantener la postura de flexión mantenida durante la práctica del ciclismo y el dolor lumbar, y se subraya que la relación entre la posición en la bicicleta y el dolor lumbar aún no se ha investigado lo suficiente, por lo que es necesario actualizar los conocimientos para prevenir este tipo de lesiones.

A partir de una revisión de artículos publicados entre 2015 y 2020, los investigadores identificaron qué variaciones en la inclinación pélvica y los ángulos de flexión del tronco, en particular al agarrar los manillares en posiciones medias y bajas, pueden provocar molestias. También observaron qué cambios en la posición del sillín, como la inclinación y el retroceso en función de la longitud de la entrepierna, y la alineación de la rodilla y el tronco, pueden estar relacionados con molestias en la región lumbar.

Cabe apuntar que, para identificar el origen del dolor lumbar en los ciclistas, es fundamental realizar un ajuste adecuado de la bicicleta según su antropometría y biomecánica. Este ajuste se consigue con el *bike fit*, que tiene en cuenta la interacción entre el ciclista y la bicicleta e incluye elementos como la geometría del marco, el manillar, el sillín y la posición de los pies, que se adaptan a las necesidades del cuerpo (Kotler et al., 2016). Además, la disminución de la fuerza en la musculatura central es otro factor relevante.

Portanto, en una postura correcta, el ciclista debe mantener una alineación neutra de la columna, evitando tanto la hiperextensión como la flexión excesiva de la columna lumbar. Sin embargo, en muchos casos, los ciclistas adoptan posturas incorrectas, o el ángulo del sillín no es el adecuado, lo que puede aumentar la tensión en la zona lumbar y en los músculos circundantes (Verma et al., 2016). Además, las descompensaciones posturales en la pelvis, como una inclinación excesiva anterior o posterior, pueden alterar la biomecánica del pedaleo y aumentar el riesgo de sufrir dolores y lesiones (Fonda y Sarabon, 2010).

Es importante señalar que los músculos del *core* desempeñan un papel crucial en la estabilización de la pelvis y la columna vertebral durante el pedaleo. Una debilidad en estos músculos puede ocasionar una incapacidad para mantener una postura adecuada, lo que provoca una mayor presión sobre la columna lumbar, o puede dificultar la transferencia eficiente de la fuerza generada durante el pedaleo. Esto puede ocasionar un desequilibrio en la distribución de la carga y aumentar la fatiga muscular en la zona lumbar (Asplund y Ross, 2010).

El objetivo final de este trabajo es determinar si existe relación entre la posición del ciclista en la bicicleta y la disminución de la fuerza de la musculatura *core*, que puede ocasionar dolor lumbar al practicar el deporte. El estudio se desarrolla a través de la evaluación biomecánica y la evolución funcional del movimiento para definir cuáles son los posibles factores de riesgo de que los ciclistas recreativos sufran dolor lumbar.

METODOLOGÍA

El estudio se realizó siguiendo los parámetros éticos del Council for International Organizations of Medical Sciences (CIOMS, 2016) y la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia.

Participantes

Población

Muestra por conveniencia seleccionada mediante convocatoria abierta. Los motivos de selección están relacionados con el fácil acceso a la población de estudio, los costos asociados a dicho acceso, y la dificultad para reclutar mediante muestreo. Participaron 21 mujeres deportistas del equipo Team Escaladoras. La edad media de las participantes fue de 36.52 años, con una desviación estándar de 5.84. Todas ellas llevaban más de un año practicando ciclismo de forma recreativa.

Se informó a los participantes de los posibles riesgos y accedieron voluntariamente a la investigación mediante la firma del consentimiento informado. La investigación fue aprobada por el comité de investigaciones de la Fundación Universitaria María Cano numero de acta de aprobación 013008008-2024-311

Para la selección de la población se consideraron los siguientes criterios de inclusión: ser mujer, ser ciclista recreativa, pertenecer activamente al equipo Team Escaladoras, referir dolor lumbar relacionado con la práctica del ciclismo, tener entre 18 y 50 años y contar con al menos un año de experiencia continua en este deporte. Estos criterios garantizaron que las participantes estuvieran familiarizadas con la actividad y que su sintomatología estuviera relacionada con el contexto del ciclismo recreativo.

Protocolo

Inicialmente se realizó una recolección de información mediante una encuesta diseñada por el investigador, en la que se corrobora información importante sobre la manifestación del dolor, el tipo de entrenamiento, y el tiempo que los participantes llevan practicando el ciclismo. También se incluyeron preguntas sociodemográficas.

Las medidas antropométricas de cada participante fueron tomadas por el investigador (un auxiliar previamente entrenado). Dichas medidas son la talla, el ancho de los hombros y la altura

de la entrepierna, que son básicas para realizar posteriormente el *bike fit*. Además, se tomaron medidas para evaluar posibles disimetrías en los miembros inferiores, utilizando la medida real, que es la distancia anatómica exacta entre dos puntos óseos estandarizados, generalmente desde la espina ilíaca anterosuperior (EIAS) hasta el maléolo medial o interno del tobillo.

Esta medida refleja la longitud ósea real del miembro inferior, y se utiliza para identificar discrepancias estructurales o verdaderas entre las extremidades (Magee, 2013) y la medida aparente. A diferencia de la medida real (estructural), la medida aparente se toma desde el ombligo hasta el maléolo medial del tobillo en ambas piernas. Esta medición puede verse alterada por factores externos a la longitud ósea, como la inclinación pélvica, la escoliosis, las contracturas musculares (especialmente en las caderas) o las simetrías funcionales (Magee, 2013).

Bike fit

Se realizó una evaluación de la posición básica del ciclista en 2D, lo que permitió tomar medidas antropométricas del ciclista y su bicicleta, como el ancho de hombros para verificar la medida del manubrio, la altura del sillín y la medida de entrepierna para verificar la talla de la bicicleta. Además, se realiza un video en vista lateral y posterior para analizar la posición con la aplicación Kinovea versión 2023.1.2 y así verificar el ángulo de flexión de cadera, rodilla y codos. De esta forma, se puede identificar la altura y el retroceso adecuados del sillín, así como la distancia entre este y el manillar, que son las medidas básicas y específicas para lograr una posición correcta sobre la bicicleta.

Este procedimiento se llevó a cabo siguiendo una secuencia estandarizada. En primer lugar, se tomaron las medidas del deportista y se marcaron los puntos anatómicos. Las mediciones incluyeron la longitud real y aparente de los miembros inferiores, la medida de la entrepierna y el ancho de los hombros. Para facilitar el análisis, se utilizaron pegatinas de color fucsia colocadas en

puntos anatómicos específicos. En la vista lateral, los marcadores se ubicaron sobre el acromion, el olécranon, la apófisis estiloides, el trocánter mayor, el maléolo lateral y en la zapatilla, a la altura del dedo meñique. En la vista posterior, se colocaron en las espinas ilíacas posterosuperiores, la región poplíteas y el talón de la zapatilla. Estos marcadores fueron esenciales para que el software Kinovea identificará los puntos de referencia durante el análisis del movimiento.

A continuación, se instaló la bicicleta en un rodillo estático sin resistencia para que permaneciera fija durante toda la evaluación. Luego, se tomaron medidas clave de la bicicleta, como la altura del sillín, la distancia de retroceso de este y la distancia entre el manillar y el sillín, con el fin de obtener mediciones precisas y consistentes.

Para la grabación del video, se solicitó a las participantes que acudieran con el uniforme de ciclismo y las zapatillas adecuadas. Una vez colocados los marcadores, se dieron las instrucciones necesarias antes de comenzar a pedalear: la ciclista debía mantener un ritmo constante como si estuviera en la carretera, con la mirada siempre al frente. La bicicleta, ya fijada en el rodillo, se utilizó para registrar el pedaleo desde tres vistas: lateral, frontal y posterior. Cada una de estas posiciones se grabó durante un periodo de entre 5 y 6 segundos, empleando un trípode para mejorar la estabilidad de la imagen.

Finalmente, los videos se analizaron con el software Kinovea. Este programa, que se había configurado previamente con parámetros específicos para el análisis postural en ciclismo, permitió evaluar con precisión la posición del ciclista y los ángulos articulares durante el pedaleo a partir de los marcadores anatómicos que se habían ubicado con anterioridad.

Prueba Functional Movement Screen (FMS)

La prueba de Evaluación del movimiento funcional (FMS, por sus siglas en inglés) consta de siete pruebas de patrones de movimiento que requieren de movilidad y estabilidad. Los movimientos que

se evalúan son: sentadilla profunda, paso de valla, zancada en línea, movilidad de hombro, elevación de pierna recta, flexión de brazos con estabilidad de tronco y estabilidad rotatoria (Cook et al., 2014).

Análisis estadístico

Los datos se introdujeron en Excel y luego se exportaron al paquete estadístico PSPP, versión 2.0.0., para su análisis. Se realizó un análisis descriptivo utilizando la media, los porcentajes y la desviación estándar. Posteriormente, se procedió a un análisis bivariado de correlación mediante el coeficiente de Pearson para evaluar posibles asociaciones.

RESULTADOS

Según la encuesta de autorreporte realizada a la población objeto de estudio, el 57.1 % de las participantes sufre dolor lumbar desde que comenzó a practicar ciclismo. Los resultados de la evaluación biomecánica, en la que se tuvieron en cuenta las medidas y ángulos determinados anteriormente para definir la postura adecuada en la bicicleta, arrojaron que un 76.2 % de casos con una postura adecuada y un 23.8 % con una postura inadecuada.

La posición adecuada se determina tomando como valores de referencia los expuestos en el libro de biomecánica del ciclismo donde se entiende que no existe una posición estándar, sino que la posición es individualizada para cada persona. De igual forma, la claridad sobre los siguientes puntos importantes permite afirmar, junto con Bini y Carpes (2014) que la valoración biomecánica es subjetiva:

- Los codos y las rodillas no pueden quedar en extensión 0°.
- La flexión de cadera no puede sobrepasar los 90° en la fase de avance.
- El tobillo debe estar en posición neutral.

La prueba FMS no establece una clasificación escalonada en función de la puntuación total, sino que utiliza un valor de referencia clínicamente validado para identificar el riesgo de lesión. Según diversos estudios, una puntuación igual o superior a 14 puntos se asocia con un menor riesgo de lesión, mientras que valores inferiores indican una mayor probabilidad de sufrir lesiones musculoesqueléticas. A partir de este umbral, las participantes fueron clasificadas en dos categorías: con riesgo y sin riesgo de lesión. Los resultados mostraron que el 85.7 % de las evaluadas presentaba un riesgo de lesión, mientras que el 14.3 % no presentaba dicho riesgo.

La puntuación media en las siete pruebas de la FMS fue de 11.24 con una desviación estándar de 2.41. Además, se observa una alta variabilidad con puntuaciones entre 8 y 16 puntos, lo que indica diferencias significativas en la FMS en el grupo, lo que sugiere que algunas ciclistas tienen un control motor y estabilidad limitados, mientras que otras están en mejor condición. La moda del FMS se sitúa entre 9 y 11, y el porcentaje acumulado de las ciclistas que obtuvieron un puntaje entre 8 y 12 es del 71.4 %, lo que indica que las participantes se encuentran en un rango bajo de lesión. Además, solo una deportista obtuvo un puntaje de 16 puntos, lo que sugiere una restricción de la capacidad funcional de movimiento en todas las participantes, como se ve en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultado de la prueba FMS

Válido	Frecuencia	Porcentaje
8	2	9.5 %
9	4	19.0 %
10	3	14.3 %
11	4	19 %
12	2	9.5 %
13	3	14.3 %
15	1	4.8 %
16	2	9.5 %
Total	21	100.0 %

Fuente: elaboración propia.

En el análisis de tabla cruzada realizado entre las variables de dolor lumbar y días de entrenamiento, se encontró que el 66.6 % de la muestra presenta dolor lumbar y este porcentaje representa el valor de 3 y 5 días de entrenamiento a la semana, lo que podría indicar que, cuantos más días de entrenamiento, mayor es la fatiga y, por tanto, mayor es la probabilidad de que aparezca dolor lumbar.

El dato sobre los días de entrenamiento a la semana de cada una de las deportistas se obtuvo mediante la encuesta realizada previamente. Además, se realizaron análisis estadísticos con los resultados de la posición sobre la bicicleta, el dolor lumbar y las medidas de la bicicleta, pero no se encontró significancia. En el análisis de chi-cuadrado se encontró una significancia con un valor de $p = 0.029$, lo que evidencia una relación significativa que indica que, a más días de entrenamiento mayor es la probabilidad de sufrir dolor lumbar, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. *Relación entre dolor lumbar y días de entrenamiento semanales*

Contraste chi-cuadrado			
Valor de Sig (2 colas) asintótica			
Chi-cuadrado de Pearson	12.49	5	0.029

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

La relación entre la posición en la bicicleta, la debilidad de la musculatura del *core* y la aparición de dolor lumbar en ciclistas recreativos es un tema que está despertando un interés cada vez mayor en el ámbito de la investigación deportiva. Diversos estudios han demostrado que la debilidad en la musculatura del *core* puede contribuir significativamente al desarrollo de dolor lumbar, sobre todo en ciclistas que pasan muchas horas en una posición estática.

En los datos de este estudio no se encontró una relación entre la postura y el dolor lumbar. El hallazgo más importante fue que las ciclistas que reportaron dolor lumbar fueron las que más días a la semana entrenaron, lo que significa que el volumen de entrenamiento es un factor de riesgo. Sin embargo, los resultados de la FMS más bajos (entre 8 y 12) se asocian con una mayor prevalencia de dolor lumbar, ya que las deportistas con estos resultados lo sufren. Esto sugiere que las ciclistas con una peor calidad de movimiento tienden a experimentar más dolor lumbar.

Balasubramanian et al. (2014) establecen que la fatiga muscular afecta directamente a la postura y a la capacidad de los músculos del *core* para mantener la estabilidad de la columna vertebral durante actividades prolongadas, como el ciclismo. En este sentido, el presente estudio confirma que, a medida que los músculos estabilizadores del tronco se fatigan, la columna lumbar experimenta un mayor estrés, lo que aumenta el riesgo de sufrir

dolor lumbar. En conclusión, para estos autores, la fatiga, derivada de una musculatura del *core* débil, es el factor determinante en la aparición del dolor lumbar.

Bini y Diefenthaler (2010) también descubrieron que la fatiga del *core* altera la biomecánica postural del ciclista, lo que aumenta la carga sobre la zona lumbar. Este hallazgo es coherente con el de Priego-Quesada et al. (2019), quienes observaron que la percepción de comodidad en la bicicleta no siempre coincide con una postura adecuada y que las posiciones agresivas o aerodinámicas podrían aumentar el riesgo de sufrir dolor lumbar.

La debilidad del *core* también repercute negativamente en la mecánica del pedaleo, lo que puede aumentar el riesgo de sufrir dolor lumbar. Un *core* fortalecido no solo mejora la estabilidad postural, sino que también permite transferir la fuerza de una manera más eficiente durante la actividad. Además, otras variables como la duración del entrenamiento, el tipo de superficie y las condiciones ambientales también influyen en la aparición del dolor. Por tanto, se destaca la necesidad de un enfoque multifactorial para comprender de manera integral las causas del dolor lumbar en ciclistas recreativos (Moran et al., 2017).

Ruckstuhl (2019) encontró una relación significativa entre el tiempo de entrenamiento, la fuerza del *core* y la presencia de dolor lumbar durante la actividad física, con un valor $p = 0.02$. Este resultado respalda la hipótesis de que tanto el volumen como la calidad del entrenamiento influyen en la aparición de molestias lumbares.

Por su parte, Soares et al. (2023) cuestionan la efectividad de los programas centrados exclusivamente en el fortalecimiento del *core* como medida preventiva. Aunque reconocen la importancia de esta musculatura, proponen un enfoque más integral que también incluya el fortalecimiento de los glúteos, los isquiotibiales y los cuádriceps, que son igualmente esenciales para la estabilidad de la columna. Estas observaciones refuerzan la necesidad de tener en cuenta múltiples factores a la hora de evaluar las causas del dolor lumbar en ciclistas recreativas.

También es importante tener en cuenta que las lesiones relacionadas con el dolor lumbar en ciclistas no siempre son consecuencia de una sobrecarga inmediata, sino que también pueden ser el resultado de un proceso crónico de sobreuso y falta de medidas preventivas. Muchos de estos procesos pueden estar relacionados con pequeñas micro lesiones que no se detectan y que son causadas por mantener la misma posición durante largos periodos de tiempo. Específicamente, las ciclistas recreativas tienden a ignorar las señales de dolor debido a la naturaleza no competitiva de su actividad, lo que agrava los problemas musculares subyacentes y aumenta el riesgo de dolor crónico (Clarsen et al., 2010).

Zemková y Zapletalová (2022) concluyeron que una mayor estabilidad y resistencia del *core* favorece la alineación de las extremidades inferiores durante el ciclismo prolongado, al aumentar la resistencia a la fatiga. Por tanto, recomiendan ejercicios de equilibrio y estabilización del *core* como estrategia para mejorar el rendimiento y reducir el riesgo de lesiones.

Por su parte, Belavy et al. (2019) destacaron que los ciclistas con altos volúmenes de entrenamiento pueden desarrollar adaptaciones beneficiosas a nivel muscular y en los discos intervertebrales. Sin embargo, estas adaptaciones dependen de una técnica de pedaleo adecuada, una postura correcta y una musculatura central fuerte, ya que una postura incorrecta en la bicicleta podría provocar sobrecarga lumbar, sobre todo si el *core* es débil.

Galindo-Martínez et al. (2021) mostraron que una mala alineación y una postura incorrecta en la bicicleta pueden agravar el dolor lumbar, sobre todo en personas con debilidad en el *core*. La falta de fuerza en los músculos abdominales y lumbares puede provocar una incapacidad para mantener una postura óptima, lo que aumenta el riesgo de lesiones y dolor.

Brand et al. (2019) encontraron que pequeñas modificaciones en la posición del sillín y la distancia de alcance afectaban a la cinemática del tronco y a la activación muscular, aunque no

necesariamente a las tensiones en la zona lumbar. Esto sugiere que el impacto de los cambios posturales en el dolor lumbar depende de factores adicionales, como la fuerza del *core* y la adaptación individual a la bicicleta. Por su parte, Turpin y Watier (2020) se centraron en la sobrecarga lumbar causada por posturas incorrectas, especialmente en ciclistas con debilidad en el *core*.

Rannama et al. (2017) concluyeron que mejorar la fuerza del *core* reduce significativamente la incidencia de dolor lumbar, lo que sugiere que su fortalecimiento es una estrategia de prevención eficaz para las ciclistas recreativas.

De forma complementaria, Van Hoof et al. (2012) demostraron que los problemas posturales durante la práctica del ciclismo también pueden contribuir al dolor lumbar, con independencia de la fuerza del *core*. Esto indica que una postura inadecuada sobre la bicicleta puede generar tensiones en la región lumbar, incluso en ausencia de debilidad muscular. También pueden influir en la distribución de fuerzas sobre la columna vertebral factores como la altura del sillín, la longitud de la biela y la inclinación del manillar. Una postura demasiado agresiva o incorrecta puede aumentar la tensión en la zona lumbar, sobre todo si hay debilidad en el *core* (Bini y Hunter, 2021).

Asimismo, Fuentes et al. (2022) identificaron que la fatiga y la debilidad de la musculatura central son factores predictivos clave de las lesiones lumbares en disciplinas de resistencia, como el ciclismo. Su investigación respalda la teoría de que una postura deficiente combinada con un *core* fatigado aumenta considerablemente el riesgo de dolor lumbar, lo que coincide con los resultados de nuestro estudio, que pone de manifiesto la importancia de fortalecer el *core* para prevenir este tipo de lesiones.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que la muestra analizada constaba de 21 ciclistas, lo que también influye directamente en los resultados, ya que con un tamaño pequeño se puede ver afectada la representatividad (una muestra pequeña

no garantiza que los resultados reflejen las características de una población más amplia) y el poder estadístico, ya que es difícil detectar asociaciones significativas. Además, en muestras pequeñas, las estimaciones de los parámetros estadísticos tienden a tener un error estándar mayor y, por lo tanto, una menor precisión en los resultados.

Por último, es crucial que las ciclistas recreativas reciban orientación sobre la configuración adecuada de su bicicleta y realicen ejercicios específicos para fortalecer la musculatura del *core*.

CONCLUSIONES

En esta muestra concreta, los puntajes de la FMS no están claramente relacionados con la presencia o ausencia de dolor lumbar. Esto podría indicar que existen otros factores, además de la calidad del movimiento funcional evaluada mediante la FMS, que podrían influir en la aparición de dolor lumbar en los ciclistas.

En este caso, se encontró que uno de los factores que influyen en la aparición del dolor lumbar son los días de entrenamiento, lo que podría significar que es necesario evaluar la fuerza de la musculatura *core* de forma aislada para determinar si la fatiga está afectando a la columna lumbar debido a una posible debilidad de los músculos abdominales y paraespinales.

Este análisis invita a explorar otros posibles factores de riesgo para el dolor lumbar, como el tiempo de entrenamiento, la técnica de pedaleo o los factores biomecánicos específicos del ciclismo.

REFERENCIAS

1. Asplund, C., y Ross, M. (2010). Core Stability and Bicycling. *Current Sports Medicine Reports*, 9(3), 155-160. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181de0f91>
2. Balasubramanian, V., Jagannath, M., y Adalarasu, K. (2014). Muscle Fatigue-Based Evaluation of Bicycle Design. *Applied Ergonomics*, 45(2, Part B), 339-345. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.04.013>
3. Belavy, D. L., Quittner, M., Ridgers, N. D., Ling, Y., Connell, D., Trudel, G., y Rantalainen, T. (2019). Beneficial Intervertebral Disc and Muscle Adaptations in High-Volume Road Cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(1), 211-217. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001770>
4. Bini, R. R., y Carpes, F. P. (Eds.). (2014). *Biomechanics of Cycling*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-05539-8>
5. Bini, R. R., y Diefenthaler, F. (2010). Kinetics and Kinematics Analysis of Incremental Cycling to Exhaustion. *Sports Biomechanics*, 9(4), 223-235. <https://doi.org/10.1080/14763141.2010.540672>
6. Bini, R. R., y Hunter, J. R. (2021). Pain and Body Position on the Bicycle in Competitive and Recreational Road Cyclists: A Retrospective Study. *Sports Biomechanics*, 22(4), 522-535. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1942967>
7. Brand, A., Sepp, T., Klöpfer-Krämer, I., Müßig, J. A., Kröger, I., Wackerle, H., y Augat, P. (2019). Upper Body Posture and Muscle Activation in Recreational Cyclists: Immediate Effects of Variable Cycling Setups. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 91(2), 298-308. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1665620>
8. Clarsen, B., Krosshaug, T., y Bahr, R. (2010). Overuse Injuries in Professional Road Cyclists. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(12), 2494-2501. <https://doi.org/10.1177/0363546510376816>
9. Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., y Voight, M. (2014). Functional Movement Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function. Part 1. *International*

- Journal of Sports Physical Therapy*, 9(3), 396-409. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24944860/>
10. Council for International Organizations of Medical Sciences [CIOMS]. (2016). *International Ethical Guidelines for Health-related Research involving Humans*. CIOMS. <https://doi.org/10.56759/rgxl7405>
 11. Fonda, B., y Sarabon, N. (2010). Biomechanics of Cycling. *Sport Science Review*, 19(1-2), 187-210. <https://doi.org/10.2478/v10237-011-0012-0>
 12. Fuentes, A., Martínez, L., Aedo-Muñoz, E., Brito, C., Miarka, B., y Arriagada-Tarifeño, D. (2022). ¿Existe alguna relación entre la posición del ciclismo y la aparición de dolor lumbar? Una revisión sistematizada. *Retos*, 43, 651-659. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.89363>
 13. Galindo-Martínez, A., López-Valenciano, A., Albaladejo-García, C., Vallés-González, J. M., y Elvira, J. L. L. (2021). Changes in the Trunk and Lower Extremity Kinematics Due to Fatigue Can Predispose to Chronic Injuries in Cycling. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7), 3719. <https://doi.org/10.3390/ijerph18073719>
 14. Kotler, D. H., Babu, A. N., y Robidoux, G. (2016). Prevention, Evaluation, and Rehabilitation of Cycling-Related Injury. *Current Sports Medicine Reports*, 15(3), 199-206. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000262>
 15. Magee, D. J. (2013). *Orthopedic Physical Assessment*. Elsevier.
 16. Moran, R. W., Schneiders, A. G., Mason, J., y Sullivan, S. J. (2017). Do Functional Movement Screen (FMS) Composite Scores Predict Subsequent Injury? A Systematic Review with Meta-Analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 51(23), 1661-1669. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096938>
 17. Piotrowska, S., Majchrzycki, M., Rogala, P., y Mazurek-Sitarz, M. (2017). Lower Extremity and Spine Pain in Cyclists. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, 24(4), 654-658. <https://doi.org/10.5604/12321966.1233552>
 18. Priego-Quesada, J. I., Kerr, Z. Y., Bertucci, W. M., y Carpes, F. P. (2019). A Retrospective International Study on Factors Associated with Injury, Discomfort and Pain Perception among Cyclists. *PLOS ONE*, 14(1), e0211197. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211197>

19. Purushothaman, V. K., Chen, W. V., Subramaniam, A., Subbarayalu, A. V., Maruthey, N., y Kandasamy, M. (2023). Survey on Low Back Pain among Cyclists: Prevalence, Risk Factors and Knowledge of Injury Prevention Strategies. *Physical Education Theory and Methodology*, 23(1), 85-91. <https://doi.org/10.17309/tmf.v.2023.1.12>
20. Rannama, I., Pedak, K., Bazanov, B., y Port, K. (2017). Cycling specific Postural Stability During Incremental Exercise: The Relationship with Cyclists Functional Movement Screen Score. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(1), 83-95. <http://dx.doi.org/10.14198/jhse.2017.121.07>
21. Resolución 8430 de 1993. [Ministerio de Salud]. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. 4 de octubre de 1993.
22. Ruckstuhl, L. (2019). Back Pain and Core Strength in Elite Cycling. *Sport and Exercise Medicine Switzerland*. <https://doi.org/10.34045/SSEM/2019/6>
23. Soares, L. F., Ribeiro, L. O. P., Seixas, M. T. T., Augusto, V. G., Aquino, C. F. de, Pernambuco, A. P., y Lima, V. V. de A. e F. (2023). Low Back Pain and Joint Position Changes in Cyclists: A Cross-Sectional Study. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29, e2021_0413. https://doi.org/10.1590/1517-8692202329022021_0413i
24. Too, D. (1990). Biomechanics of Cycling and Factors Affecting Performance. *Sports Medicine*, 10, 286-302. <https://doi.org/10.2165/00007256-199010050-00002>
25. Turpin, N. A., y Watier, B. (2020). Cycling Biomechanics and Its Relationship to Performance. *Applied Sciences*, 10(12), 4112. <https://doi.org/10.3390/app10124112>
26. Van Hoof, W., Volkaerts, K., O'Sullivan, K., Verschueren, S., and Dankaerts, W. (2012). Comparing Lower Lumbar Kinematics in Cyclists with Low Back Pain (Flexion Pattern) versus Asymptomatic Controls. Field Study using a Wireless Posture Monitoring System. *Manual Therapy*, 17(4), 312-317. <https://doi.org/10.1016/j.math.2012.02.012>
27. Verma, R., Hansen, E. A., De Zee, M., y Madeleine, P. (2016). Effect of Seat Positions on Discomfort, Muscle Activation, Pressure Distribution and Pedal Force during Cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 27, 78-86. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2016.02.003>

28. Zając, B., Mika, A., Gaj, P. K., y Ambroży, T. (2022). Does cycling Training Reduce Quality of Functional Movement Motor Patterns and Dynamic Postural Control in Adolescent Cyclists? A Pilot Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12109. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912109>
29. Zemková, E., y Zapletalová, L. (2022). The Role of Neuromuscular Control of Postural and Core Stability in Functional Movement and Athlete Performance. *Frontiers in Physiology*, 13, 796097. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.796097>

Efectos de una intervención en capacidades coordinativas mediante pruebas específicas para cuatro deportes

Effects of an Intervention in Coordination Skills Using Specific Tests for Four Sports

Efeitos de uma Intervenção nas Habilidades de Coordenação Utilizando Testes Específicos para Quatro Esportes

Carlos Alberto Agudelo-Velásquez¹

Andrés Mauricio Cuastumal Paspur²

Estefanía Agudelo Restrepo³

Manuela Zapata Henao⁴

Jerónimo Mesa Calderón⁵

¹ Doctor en Innovación Didáctica y Formación del Profesorado. Miembro del grupo de investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE), línea Entrenamiento Deportivo. Profesor del Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: carlosa.agudelo@udea.edu.co
ORCID: 0000-0002-6291-6247

² Profesional en Entrenamiento Deportivo. Miembro del grupo de investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE), línea Entrenamiento Deportivo, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: andres.cuastumal@udea.edu.co
ORCID: 0009-0007-9169-8625

³ Profesional en Entrenamiento Deportivo. Miembro del grupo de investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE), línea Entrenamiento Deportivo, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: estefania.agudelo2@udea.edu.co
ORCID: 0009-0005-1957-5415

© Autores.



Esta obra está bajo la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0

- ⁴ Profesional en Entrenamiento Deportivo. Miembro del grupo de investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE), línea Entrenamiento Deportivo, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: manuela.zapatah@udea.edu.co
ORCID: 0009-0002-0289-731X
- ⁴ Profesional en Entrenamiento Deportivo. Miembro del grupo de investigación en Ciencias Aplicadas a la Actividad Física y el Deporte (GRICAFDE), línea Entrenamiento Deportivo, Instituto Universitario de Educación Física y Deporte, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: jeronimo.mesa@udea.edu.co
ORCID: 0009-0001-5258-3565

Cómo referenciar

Agudelo-Velásquez, C. A., Cuastumal Paspur, A. M., Agudelo Restrepo, E., Zapata Henao, M., y Mesa Calderón, J. (2024). Efectos de una intervención en capacidades coordinativas mediante pruebas específicas para cuatro deportes. *Educación Física y Deporte*. <https://doi.org/10.17533/udea.efyd.e360105>

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue medir los efectos tras una intervención de seis semanas en la coordinación y la técnica en deportistas jóvenes de entre 11 y 14 años que practican ciclismo, baloncesto, patinaje y tenis de campo. Se realizaron pretest y postest, para medir la coordinación se aplicó el test KTK y las pruebas técnicas específicas para cada deporte. Se diseñó un estudio cuasiexperimental. La intervención consistió en una sesión de veinte minutos de trabajo coordinativo, dos veces por semana, durante seis semanas. No se encontró una relación de causalidad producto de la intervención para toda la población medida con una ANOVA (94 sujetos de los cuatro deportes). Luego de verificar el tamaño del efecto en los grupos experimentales por deportes mediante G-Power, se analizó cada modalidad utilizando rangos de Wilcoxon o la t de Student, según se cumpliera o no el supuesto de normalidad en cada subgrupo por deporte. Los resultados en ciclismo fueron $GE = 12$ y $GC = 7$, y se puede afirmar que

mejoraron la prueba técnica de 500 metros CRI ($p = 0.028$) y el desempeño en el KTK ($p = 0.001$), mientras que los grupos de control no presentaron cambios significativos. Los resultados del patinaje fueron GE = 14 y GC = 10. Solo se consolidaron mejoras atribuibles a la intervención en la prueba técnica de 200 metros CRI ($p = 0.04$), ya que lo coordinativo mejoró en ambos grupos. Los resultados en baloncesto fueron GE = 27 y GC = 17. Se encontró causalidad para el KTK ($p = 0.001$) y ambos grupos mejoraron en la prueba técnica específica, que consistió en seis series de una secuencia técnica que terminaba con dos tiros libres. Finalmente, los resultados del tenis fueron GE = 6 y GC = 4, pero no se encontraron diferencias significativas ni en el KTK ni en el test de saque que se utilizó.

PALABRAS CLAVE: coordinación motriz, deportistas jóvenes, entrenamiento, intervención coordinativa, movimiento, técnica deportiva.

ABSTRACT

This study examined the effects of a six-week intervention on the coordination and technique of young athletes aged 11 to 14 who participate in cycling, basketball, skating, and tennis. To measure coordination, pre- and post-tests were conducted using the KTK test and sport-specific technical tests. A quasi-experimental study was designed. The intervention consisted of a twenty-minute coordination training session twice a week for six weeks. No causal relationship was found for the entire population measured with an ANOVA (94 subjects from four sports). After verifying the effect size in each sport's experimental group using G-Power, we analyzed each sport using either a Wilcoxon rank test or a Student's t-test, depending on whether the normality hypothesis was met in each subgroup. In cycling, the results were EG = 12 and CG = 7, indicating an improvement in the 500-meter CRI technical test ($p = 0.028$) and KTK performance ($p = 0.001$). Meanwhile, the control groups showed no significant changes. The results for

skating were EG = 14 and CG = 10. Improvements attributable to the intervention were evident only in the 200-meter CRI technical test ($p = 0.04$), as coordination improved in both groups. For basketball, the results were EG = 27 and CG = 17. Causality was found for the KTK ($p = 0.001$), and both groups improved on the technical test consisting of six sequences of technical movements that ended with two free throws. Finally, the tennis results were EG = 6 and CG = 4. However, no significant differences were found in the KTK or serve tests.

KEYWORDS: motor coordination, young athletes, training, coordination intervention, movement, sports technique.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi medir os efeitos após uma intervenção de seis semanas na coordenação e na técnica de jovens atletas entre 11 e 14 anos que praticam ciclismo, basquetebol, patinagem e ténis. Foram realizados testes prévios e posteriores e, para medir a coordenação, foi aplicado o teste KTK e testes técnicos específicos para cada desporto. Foi concebido um estudo quase experimental. A intervenção consistiu em uma sessão de vinte minutos de trabalho coordenativo, duas vezes por semana, durante seis semanas. Não foi encontrada uma relação causal resultante da intervenção para toda a população medida por meio de um ANOVA (94 indivíduos de quatro esportes diferentes). Após verificar o tamanho do efeito nos grupos experimentais por esporte por meio do G-Power, cada modalidade foi analisada utilizando os intervalos de Wilcoxon ou o teste t de Student, dependendo da verificação da suposição de normalidade em cada subgrupo por esporte. No ciclismo, os resultados foram GE = 12 e GC = 7, e pode-se afirmar que houve melhoria no teste técnico de 500 metros CRI ($p = 0,028$) e no desempenho no KTK ($p = 0,001$), enquanto os grupos de controle não apresentaram mudanças significativas. Na patinação, os

resultados foram GE = 14 e GC = 10, com apenas a consolidação de melhorias atribuíveis à intervenção no teste técnico de 200 metros CRI ($p = 0,04$), já que a coordenação melhorou em ambos os grupos. No basquete, os resultados foram GE = 27 e GC = 17. Houve causalidade para o KTK ($p = 0,001$) e ambos os grupos melhoraram no teste técnico específico, que consistiu em seis séries de uma sequência técnica finalizada com dois lances livres. Por fim, os resultados no tênis foram GE = 6 e GC = 4; no entanto, não foram encontradas diferenças significativas no KTK ou no teste de saque utilizado.

PALAVRAS-CHAVE: coordenação motora, jovens atletas, treinamento, intervenção na coordenação, movimento, técnica esportiva.

INTRODUCCIÓN

La coordinación motriz es la organización de las acciones motrices orientadas hacia un objetivo determinado, exhibiendo diferenciación y acoplamiento de los movimientos, así como reacción, orientación, equilibrio y ritmo en interacción armónica, lo que produce movimientos precisos y equilibrados (Kiphard, 1976; Meinel y Shnabel, 2014). Según Hirtz et al. (1982), los componentes de la coordinación motriz son el equilibrio, la diferenciación cinestésica, la orientación espacial y el ritmo.

Una de las pruebas más utilizadas para medir la coordinación es la prueba de coordinación corporal para niños, KTK (Kiphard y Schilling, 1974), que evolucionó a partir del test de Oseretsky y tiene un nivel de confiabilidad del 90 % ($r = 0.90$), a partir de la correlación entre test y pretest con 1228 niños alemanes en edad escolar sin discapacidad (Gorla et al., 2010).

El objetivo final de la batería es evaluar la coordinación motora gruesa y constatar la insuficiencia de coordinación conforme la edad avanza. Con respecto a la evaluación de las

capacidades coordinativas, Cardona-Triana y Buitrago-Espitia, (2018), que revisaron 30 artículos sobre la forma de valorarlas, concluyeron que las pruebas más adecuadas para medir varias capacidades coordinativas son el Test MABC-2, y el test KTK. Para niños de entre 6 y 11 años, Cenizo-Benjumea et al. (2017) describen un proceso que incluye siete tareas consecutivas: saltos verticales, giros, lanzamientos, golpesos con el pie, carrera de slalom, bote con slalom y conducción.

Prueba KTK por países

Con el fin de caracterizar una determinada población o analizar los efectos de intervenciones con la coordinación, la prueba KTK se ha usado en Alemania (Graf y Dordel, 2011; Kahl y Emmel, 2002), Bélgica (Vandorpe et al., 2011), Holanda (Casert y Gavere, 2010), Noruega (Mjaavatn et al., 2003) y Portugal (Andrade, 1996; Gomes, 1996; Lopes, et al., 2003). Además, en Brasil (Carminato, 2010; Gorla et al., 2010) y Perú (Bustamante Valdivia et al., 2008).

En Colombia, la relación entre las capacidades coordinativas y el rendimiento deportivo se basa en los estudios de Herrera-Quiceno et al., (2020), quienes encontraron mejoras significativas en el tiempo de 300 metros y en la prueba coordinativa KTK después de un programa de veinte sesiones con quince ejercicios para patinadores infantiles antioqueños.

Agudelo-Velásquez et al. (2018) informaron de mejoras significativas en el test motor complejo (TMC) de Lorenzo-Caminero (2002) en tenistas de entre 10 y 16 años de Tunja, tras un programa de entrenamiento coordinativo de seis semanas con dieciocho sesiones. Sin embargo, Moreno-Rivera y Agudelo-Velásquez (2016) no encontraron correlación entre la fuerza y la coordinación en escolares, posiblemente debido a los bajos valores hallados en ambas variables en este estudio.

Por otro lado, Parra et al. (2019) lograron un impacto importante en las capacidades coordinativas de 10 niños de entre 5 y 7 años mediante un programa de actividades lúdico-

deportivas de doce semanas con tres sesiones de 120 minutos. Por su parte, González-Gantiva y Noriega-Sánchez (2022) relacionaron los niveles coordinativos por deporte y por género en 36 niños y 28 niñas tenistas de entre 12 y 15 años. En la prueba 3JS, los niños obtuvieron puntuaciones más altas que las niñas, así como que los futbolistas, salonistas y voleibolistas.

En Ecuador, Sacatoro Toaquiza (2023) reportó mejoras significativas en el KTK tras ocho semanas de juegos tradicionales con 30 niños de entre 6 y 8 años. Chiriboga y Barquín (2017) relacionaron las capacidades coordinativas con los fundamentos técnicos.

En Argentina, Castro (2022) encontró una correlación positiva pero no significativa, entre la mejora de las capacidades coordinativas y la mejora en el rendimiento deportivo ($p=0.3952$) en un estudio con 17 niños futbolistas de entre 9 y 11 años de la ciudad de Mendoza. El estudio consistió en realizar ejercicios coordinativos durante ocho semanas en dieciséis sesiones.

En México, Romero (2018) concluyó que el entrenamiento de las capacidades motrices coordinativas mejoró en un porcentaje importante el valor del International Tennis Number (ITN) de 10 jugadores de entre 20 y 23 años que realizaron nueve sesiones específicas. Moreno-Banda (2019) observó una mejora de significativa en el desarrollo de la coordinación y en el rendimiento de 5 porteros de balonmano luego de tres meses de entrenamiento centrado en las capacidades coordinativas.

En España, Sánchez-Lastra, et al. (2019) observaron una influencia estadísticamente significativa en la coordinación con y sin elemento, aunque con mayor influencia en los grupos sin elemento, en 40 niños de entre 6 y 9 años luego de una intervención propioceptiva de diez semanas. López Ros (1991) considera que las capacidades coordinativas están estrechamente relacionadas con el desempeño táctico por lo que entrenar la coordinación en edades tempranas puede ser útil para los deportistas a largo plazo.

Las capacidades coordinativas y las necesidades del deporte

El baloncesto es un deporte que exige un alto grado de coordinación motriz (Narváez Lope et al., 2022) para la ejecución de los fundamentos técnicos: orientación espacial, reacción compleja, atención concentrada y velocidad de adquisición de movimientos (Zwierko et al., 2005).

Esto incluye los movimientos de pies en ataque, ya que hay una fuerte conexión entre los movimientos coordinados de las extremidades superiores e inferiores, que se producen a alta intensidad y durante la ejecución de tareas de alta complejidad coordinativa. También es necesario un control neuronal para estabilizar las fases de los movimientos (Cortis et al., 2011), lo que implica al sistema nervioso, que es el responsable del procesamiento de la información propioceptiva, de la musculatura y de la estructura efectora del movimiento (Mejía-Mejía y Zaldívar-Pérez, 2021).

En el tenis, Sanz y Fernández (2016) consideran que las capacidades coordinativas más importantes son la diferenciación cinestésica y la reacción. Asimismo, Zetou et al., (2012) concluyen que la diferenciación cinestésica y la capacidad de reacción están conectadas con las habilidades tenísticas de alto rendimiento, ya que mejoran el aprendizaje de las técnicas complejas de revés y derecha. Por otra parte, Ochoa Ahmed (2011) seleccionó y definió la forma en que las capacidades coordinativas (ritmo, acoplamiento, diferenciación, reacción, orientación, adaptación y equilibrio) se manifiestan en los tenistas durante el juego.

En el ciclismo, Álvarez Soto (2009) demostró los beneficios de desarrollar las capacidades coordinativas. Por último, en el patinaje, Ramos Sierra y Páez Gómez (2021) confirmaron que el entrenamiento del equilibrio y de la coordinación tiene efectos positivos sobre el gesto deportivo, concretamente sobre el empuje lateral, que se vuelve más eficiente luego de un programa de nueve semanas.

Teniendo en cuenta las necesidades del deporte, se plantea como objetivo de este estudio medir los posibles efectos sobre la coordinación y la técnica de los deportistas jóvenes de entre 11 y 14 años que practican ciclismo, baloncesto, patinaje y tenis de campo.

METODOLOGÍA

Tipo de estudio y diseño

Se diseñó un estudio cuasiexperimental (Hernández-Sampieri et al., 2014). El experimento involucra 8 grupos deportivos, divididos en 4 grupos experimentales y 4 grupos de control. A cada deporte, baloncesto, ciclismo, patinaje y tenis de campo, se le ha asignado un grupo experimental y un grupo control. El estudio se realizó en el marco de las prácticas profesionales del programa de Entrenamiento Deportivo de la Universidad de Antioquia.

Población y muestra

Participaron 94 deportistas de la categoría sub-14. De ellos, 44 eran jugadores de baloncesto: 27 de la selección de Ciudad Bolívar y 17 de la de Salgar, que actuaron como grupo control; 19 deportistas de la Liga de Ciclismo de Antioquia, con 12 en el grupo experimental y 7 en el grupo de control; 10 patinadores del Club de Patinaje PAEN en el grupo control y 14 de Santa Rosa de Osos en el grupo experimental, y 10 deportistas de la Liga Antioqueña de Tenis, 6 en el grupo experimental y 4 en el de control. En general, los grupos experimentales contaron con 59 participantes y los grupos de control con 35. La técnica de muestreo fue por conveniencia, ya que no se consideró ni probabilístico ni aleatorio, según la disponibilidad de los grupos de atletas de cada deporte en los centros de práctica.

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Edad: entre 11 y 14 años.
- Afiliación deportiva: estar registrado en clubes deportivos o ligas municipales reconocidos oficialmente.
- Frecuencia de entrenamiento: un mínimo de dos sesiones semanales.
- Condición física y salud: buen estado de salud general y ausencia de enfermedades crónicas que impidan la práctica deportiva regular.
- Contar con un seguro contra riesgos de accidentes.
- Firmar el consentimiento y asentimiento informado.

Criterios de exclusión

- Manifestar la intención de retirarse del estudio en cualquier momento.
- Lesionarse durante el tiempo del estudio.
- Lesiones previas: lesiones graves en el último año que hayan requerido tratamiento médico especializado (fracturas, desgarros musculares).
- Condiciones cognitivas: diagnóstico de trastornos del desarrollo intelectual que afecten a la comprensión y realización de las pruebas de la investigación.
- Condiciones emocionales: antecedentes de episodios emocionales graves que hayan requerido hospitalización en los últimos seis meses.
- Tratamientos actuales: estar en fisioterapia o rehabilitación intensiva por lesiones recientes o condiciones médicas.

Control de sesgos

El personal encargado de la intervención en cada deporte recibió la capacitación necesaria para llevar a cabo los protocolos de evaluación e intervención de manera uniforme y profesional. Esto garantizó que el pretest, la intervención de las capacidades

coordinativas y el postest (tanto de la prueba coordinativa KTK, como de las pruebas específicas de cada deporte) se realizaran de forma estandarizada y profesional. Además, es importante destacar que los grupos de control no recibieron entrenamiento coordinativo.

Variable independiente

La variable independiente de este estudio fue la intervención sobre las capacidades coordinativas que duró seis semanas, con una frecuencia de dos sesiones por semana (Tabla 1), para un total de doce sesiones. Cada intervención tuvo lugar al inicio de la sesión deportiva y consistió en un circuito de 20 minutos de duración.

Tabla 1. *Intervenciones coordinativas*

Semanas	1	2	3	4	5	6	
Actividad	Pretest	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12 Postest

Fuente: elaboración propia.

Para definir los circuitos de intervención, se clasificaron las capacidades coordinativas de cada deporte en tres categorías (Tabla 2). Las capacidades coordinativas dominantes en el deporte son las prevalentes, las complementarias son las ayudantes y las coordinativas no dominantes son las de base.

Tabla 2. *Capacidades coordinativas por deporte*

Deporte	Prevalentes	Ayudantes	De base
Baloncesto	C-Rt-D-O	A-L	Rj-E
Ciclismo	E-Rt-D-L	C-A	Rj-O
Patinaje	E-Rt-D-L	C-A	Rj-O
Tenis	C-D-A-O	O-L	Rj-E

Nota. (E) equilibrio; (C) cambio; (D) diferenciación; (Rt) ritmo; (L) lateralidad, (Rj) relajación, (A) acoplamiento, (O) orientación.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 3 se observan las capacidades coordinativas prevalentes en cada sesión. A las capacidades de equilibrio, cambio, diferenciación, ritmo y lateralidad se les dio más volumen en los circuitos; mientras que las capacidades de relajación, acoplamiento y orientación se estimularon en menor medida.

Tabla 3. *Intervenciones por sesión*

Día de Intervención	1	2	3	4	5	6
Capacidades prevalentes	E	C	D	E	Rt	C
	L	D	Rt	D	L	R
Capacidades ayudantes	Rj	A	O	Rj	A	O
Día de intervención	7	8	9	10	11	12
Capacidades prevalentes	D	E	C	E	C	D
	L	Rt	L	C	D	R
Capacidades ayudantes	Rj	A	O	Rj	A	O

Nota. (E) equilibrio; (C) cambio; (D) diferenciación; (Rt) ritmo; (L) lateralidad, (Rj) relajación, (A) acoplamiento, (O) orientación.

Fuente: elaboración propia.

La nomenclatura de la carga es la siguiente: 2 [(2 x 5ej. x 40 min) / 20 s] / 180, es decir, dos tandas de dos series de cinco ejercicios, cada uno de 40 segundos con 9 segundos de cambio de ejercicio, por lo que cada serie de cinco ejercicios dura 245 segundos, aproximadamente.

Por lo tanto, la tarea por día queda así: dos ejercicios de la coordinativa prevalente que corresponde al día 1 y un ejercicio de la ayudante seleccionada.

Ejemplo de la sesión 1 para entender la duración en tiempo

- Serie 1: equilibrio 1, lateralidad 1, relajación, equilibrio 2 y lateralidad 2: 245 segundos.
- Micro pausa de 20 segundos.
- Serie 2: equilibrio 1, lateralidad 1, relajación, equilibrio 2 y lateralidad 2: 245 segundos.
- Macropausa de 3 min (180 segundos).
- Serie 3: equilibrio 1, lateralidad 1, relajación, equilibrio 2 y lateralidad 2: 245 segundos.
- Micropausa de 20 segundos.
- Serie 4: equilibrio 1, lateralidad 1, relajación, equilibrio 2 y lateralidad 2: 245 segundos.

Esto significa: 245 segundos x 4 series (980 segundos), micropausas: 40 segundos, macropausa entre las series (180 segundos: 3 minutos).

Total (en segundos): $980 + 40 + 180 = 1200$ segundos, lo que corresponde a los 20 minutos de intervención por día.

En la Tabla 4, se describen los tres niveles de dificultad de los ejercicios.

Tabla 4. Ejercicios y su nivel de dificultad: elaborada por el equipo investigativo

Descripción			
Capacidad	Ejercicio	Complejidad +	Complejidad++ Complejidad+++
Equilibrio	Balancín	Superficie inestable con un balancín de madera. El deportista debe encontrar el punto de equilibrio en la superficie.	Ojos vendados.
	Estrellita	Consiste en mantener el equilibrio en un pie, mientras la otra pierna dibuja una estrella llevando la pierna adelante al centro, la derecha, al centro y a la izquierda.	Superficie inestable con ojos cerrados.
	Toca la forma	Por parejas. Hay elementos de diferentes formas en 4 lugares. Uno de los deportistas va diciendo la forma mientras que el otro se desplaza a tocarlos.	Uno de los deportistas va diciendo de a dos o tres formas o los números de posición, mientras que el otro se desplaza a tocarlos y regresa al centro.
Cambio	Atrapa el elemento	Un bastón por pareja. Un deportista estará en el centro del cuadrado establecido, mientras que el compañero debe poner el bastón en cualquier parte del cuadrado. El compañero del centro debe intentar agarrarlo antes de que caiga al suelo.	De espaldas.
	Lanzamiento de pelota y bastones en pareja	Lanzamiento de elementos en pareja, alternando el elemento.	Lanzamiento simultáneo, recepción cruzada.
Diferenciación	Salto lazo	Saltar el lazo comenzando desde el centro.	Saltar en un pie.

Ritmo	Trabajo de escalerilla	Entrada y salida lateral alternada, de frente y de espaldas.	Entrada y salida lateral con rodilla arriba, de frente y de espaldas.	Carioca.
	Sigue el metrónomo	El deportista realiza gestos del deporte mencionado, siguiendo los ritmos del metrónomo: tenis 80 bips (paso ajuste preparación impacto).	Baloncesto, cambiar el control de la pelota con pivote en el medio 90 bips.	Patínaje y ciclismo: empuje y recobro. 100 bips.
Lateralidad	Secuencia	Movilizar la pelota con el pie, rebotarla en el muslo y rebotarla en la mano.	Con desplazamiento hacia atrás.	Con desplazamiento adelante y atrás.
	Golpeo de elementos simultáneos	El deportista tiene dos elementos en la mano y debe lanzarlos abajo al mismo tiempo y recibir al mismo tiempo.	Hacia arriba.	Combinado.
Relajación	Velocidad	Sentadilla en 20 segundos.		
Acoplamiento	Secuencia en espejo.	El deportista debe hacer la secuencia indicada solo y con salto.	Con espejo y con salto.	Con espejo, salto y desplazamiento.
	Salto + recepción+ lanzamiento	El deportista debe realizar un salto frontal, quedar en un solo pie, recibir y lanzar la pelota para realizarlo con el otro pie.	Salto lateral.	Salto lateral cruzado.
Orientación	Ubícate	Un deportista está en una ubicación, luego se tapa los ojos y se mueve por el espacio, debe intentar volver al punto de inicio.	Movilizar al deportista cada vez a mayor distancia de su ubicación normal.	Movilizar al deportista cada vez a mayor distancia de su ubicación normal.
	Seguimiento ojos vendados	En parejas, un deportista con los ojos vendados sigue a su compañero que lo dirige por medio de aplausos cada segundo.	Mayor distancia entre compañeros.	Mayor distancia entre compañeros.

Nota. Dificultad baja (+) se realiza en las primeras dos intervenciones que correspondan, media (++) en las siguientes dos y en la final (quinta intervención de ese componente) con alta dificultad (+++).

Fuente: elaboración propia.

El estudio trabajó con el test KTK (coordinativo) y el test técnico por deporte como variables dependientes, y con la edad, los años en el deporte, la talla, el peso y el índice de masa muscular (IMC) como variables independientes, tal como se describe en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de las variables

Variables dependientes	Variable independiente
- Evaluación de capacidades coordinativas con la prueba KTK (Pre y Post test) - Test específico por deporte: (Pre y post test) Baloncesto: se realiza una prueba pedagógica para la evaluación de la efectividad de los tiros libres en baloncestistas de 13-14. Ciclismo: prueba de 500 m (prueba sugerida por el entrenador infantil de ciclismo de la Liga de Antioquia). Patinaje: prueba de 200 m (es considerada una prueba determinante para controlar la velocidad en las edades consideradas en el estudio). Tenis de campo: servicio lado de iguales y lado de ventaja de la cancha.	Intervención coordinativa: la nomenclatura de la carga es así: 2 [(2 x 5ej. x 40 minutos) /20 segundos] /180. La tarea por día queda así: dos ejercicios de la coordinativa prevalente que corresponde al día y un ejercicio de la ayudante seleccionada. Lo que significa: 245 segundos x 4 series (980 segundos), micropausas: 40 segundos, macropausa entre las series (180 segundos: 3 minutos). Total, en segundos: $980 + 40 + 180 = 1200$ segundos, lo que corresponde a los 20 minutos de intervención por día.

Fuente: elaboración propia.

Aspectos éticos

Los formatos de asentimiento y consentimiento informado se diligenciaron tras una reunión explicativa por deporte. La presente investigación contó con el aval de ética expedido por el Instituto Universitario de Educación Física y Deporte de la Universidad de Antioquia denominado: ACEI 56-2024 del 22 de agosto de 2024.

RESULTADOS

En la Tabla 6 se muestran los cambios de las medias de los pretest y postest, tanto del KTK de las capacidades coordinativas como la prueba técnica por deporte, que para el caso del patinaje y el ciclismo es indirecta (entre menos tiempo es mejor el resultado).

Se evidencia que las medias del KTK mejoran en todos los grupos y deportes, en tanto que los tests técnicos mejoran en menor porcentaje para ambos grupos en todos los deportes, pero en el grupo experimental de tenis desmejoran mientras que en dos grupos de control permanecen muy estables entre el pretest y el postest de las respectivas pruebas técnicas.

Tabla 6. Medias de pretest y postest técnicos y KTK por grupos y deportes

Grupo	Deporte	Pretest KTK	Postest KTK	Pretécnico	Postécnico
Experimental	Patinaje	166	205.429	28.34	27.24
	Ciclismo	223.75	247.917	47.75	44.76
	Tenis	211	229.167	9.5	9
	Baloncesto	188.04	193.333	28.344	27.24
Control	Patinaje	207.43	229.714	26.08	26.03
	Ciclismo	208.57	220.286	52.92	52.69
	Tenis	188	206.250	7.5	7.5
	Baloncesto	179.12	183.412	26.08	26.03

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 7 se evidencian el total de integrantes, el promedio de años de práctica del deporte y el IMC de los sujetos del grupo experimental y de control de cada deporte. Se resalta que en total se evaluaron 94 sujetos, de los cuales 51 son hombres (54.3 %).

Tabla 7. Valores descriptivos de los sujetos por deporte

Grupo	Deporte	N	Experiencia deportiva en años	IMC	Asistencia
Experimental	Patinaje	14	3.6	17.87	10.42
	Ciclismo	12	2.58	19.95	11.75
	Tenis	6	6.3	18.46	9.16
	Baloncesto	27	2.18	19.74	8.88
Control	Patinaje	7	6.3	18.44	0
	Ciclismo	7	2.35	18.64	0
	Tenis	4	3.5	18.93	0
	Baloncesto	17	2.11	19.88	0

Fuente: elaboración propia.

En En la Tabla 8 se evidencia que la prueba KTK no tuvo cambios significativos en general ni por deporte, ni por grupos (experimental y control) con Anova.

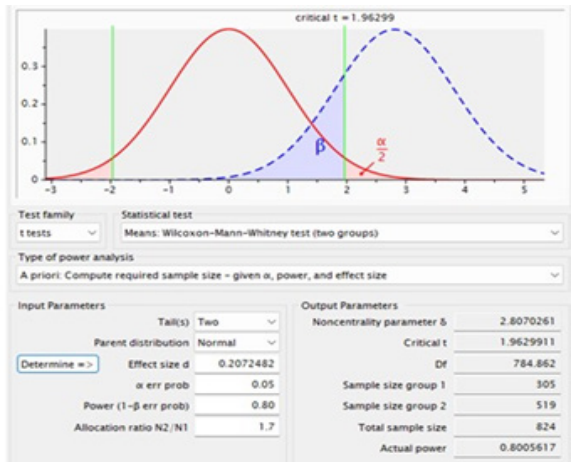
Tabla 8. Anova por grupos y deportes

Prueba	Grupos	Deportes
Anova Pretest	0.925	0.420
Anova Postest	0.479	0.131

Fuente: elaboración propia.

Se evidencia que, para el grupo general, el pretest y el postest presentan un tamaño del efecto moderado de 0.2 con un 80 % de probabilidad de ocurrencia, como se observa en la Figura 1.

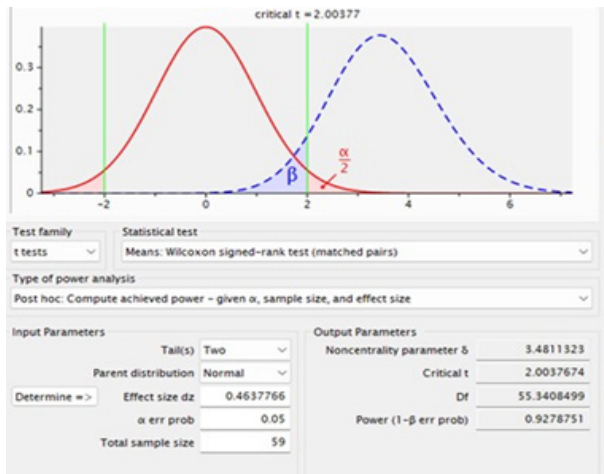
Figura 1. Tamaños del efecto en pretest y posttest para KTK de ambos grupos



Fuente: elaboración propia.

Como se evidencia en la Figura 2, el grupo experimental presenta un tamaño del efecto moderado de 0.46 con un 92 % de probabilidad de ocurrencia.

Figura 2. Tamaño del efecto para KTK en el grupo experimental



Fuente: elaboración propia.

También se pudo evidenciar que, para el grupo general, el pretest y el postest presentan un tamaño del efecto bajo de 0.3 con un 41 % de probabilidad de ocurrencia, como se observa en la Figura 3.

Figura 3. *Tamaño del efecto para KTK en el grupo control*



Fuente: elaboración propia.

Estas imágenes del tamaño del efecto respaldan la importancia del análisis de las comparaciones de cambios en las medias o medianas (según la normalidad) dentro de los grupos experimental y de control de cada deporte.

En cuanto al análisis de los cambios de los ciclistas, se evidencia una mejora en el KTK y en su prueba específica (Tabla 9).

Tabla 9. *Análisis de cambios de medias o medianas de las pruebas por deporte*

Deporte	Prueba	KTK/ Técnico	Pearson	Pearson
			GE	GC
Ciclismo	T de Student	KTK	0.001**	0.113
	(medias)	500 CRI	0.028*	0.713
Patinaje	R de Wilcoxon	KTK	0.01*	0.018*
	(medianas)	250 CRI	0.04*	0.612
Baloncesto	R de Wilcoxon	KTK	0.014*	0.093
	(medianas)	Lanzamientos	0.001**	0.009**
Tenis	R de Wilcoxon	KTK	0.116	0.068
	(medianas)	Saques		

Nota. Pearson GE (Pearson grupo experimental), Pearson GC (Pearson grupo control). Significancia estadística: *significativa; **altamente significativa.

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 10 se evidencia una correlación altamente significativa entre ambos postests: el coordinativo con los años de experiencia en el deporte y la significativa del postest coordinativo con el IMC y la asistencia a las intervenciones.

Tabla 10. *Correlaciones de Pearson de los postests con la asistencia, experiencia en el deporte e IMC*

Variable / Valor de correlación	sexo	IMC	Asistencia	Experiencia (años)	Post- C	Post-T
Postest técnico	0.683	0.244	0.192	0.630	0.001**	x
Postest coordinativo	0.655	0.038*	0.031*	0.006**	x	0.001**

Nota. Postest coordinativo (Post-C); Postest técnico (Post-T). Significancia estadística: *significativa; **altamente significativa. Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Se puede afirmar que las mejoras en el desempeño técnico del ciclismo están relacionadas con la mejora del desempeño en el test KTK coordinativo, lo que coincide con el estudio de Agudelo-Velásquez y Roldán-Arroyave (2012) sobre atletismo. En este estudio, la intervención coordinativa no mejoró el desempeño en los tests KTK de baloncesto, pero sí en la prueba técnica, lo que concuerda con González-Gantiva y Noriega-Sánchez (2022), que reportaron que la coordinación mejora la comprensión y ejecución de las tácticas del juego de manera más efectiva. Asimismo, Popović et al. (2020) observaron que participar en diferentes actividades deportivas es beneficioso para mejorar la coordinación de manera más completa. Por otra parte, Muñoz Ochoa et al. (2023) relacionaron un bajo nivel coordinativo con un bajo desempeño técnico en niños futbolistas de 10 y 11 años.

En cuanto al patinaje, se mejoraron los desempeños coordinativos de ambos grupos, lo que coincide con Osorio-García et al. (2022), que observaron mejoras en la capacidad coordinativa de jóvenes deportistas de todas las disciplinas luego de una intervención. Además, el grupo de patinaje que recibió la intervención mejoró de manera importante su desempeño técnico específico, como ocurrió en ciclismo. En el caso del tenis de campo, no se obtuvieron mejoras importantes ni en los tests coordinativos ni en los técnicos, quizás debido a la alta tasa de deserción durante el estudio, ya que se terminó con un número (N) muy reducido de participantes en esta modalidad.

De forma específica, los tests técnicos de los grupos experimentales de ciclismo, baloncesto y patinaje mejoraron de forma significativa, lo que permite afirmar que es muy beneficioso implementar intervenciones coordinativas cortas de alrededor de seis semanas, ya que tienden a mejorar el desempeño técnico de los atletas.

Hay que resaltar la necesidad de mantener una línea de investigación con un mayor número de participantes por deporte y con intervenciones coordinativas de mayor duración, con el fin de obtener resultados estadísticamente significativos sobre la importancia de las intervenciones coordinativas en los deportes y avanzar en la comprensión de las posibles relaciones de causalidad entre la técnica y el desarrollo coordinativo por deporte. Estos estudios deben ser cuidadosos a la hora de seleccionar el tipo de pruebas específicas y la forma de evaluar el desarrollo coordinativo.

REFERENCIAS

1. Agudelo-Velásquez, C. A. y Roldán-Arroyave, R. A. (2012). Efecto que produce la inclusión de tareas coordinativas en la ejecución de la técnica de los atletas de la categoría escolar del municipio de Santa Rosa de Osos. *Efdeportes*, 16 (164). <https://www.efdeportes.com/efd164/la-inclusion-de-tareas-coordinativas-atletas.htm>
2. Agudelo-Velásquez, C. A., Parada-Arias, M. R., Muñoz-Pulido, O. E. y Álvarez-Chaparro, E. J. (2018). Efecto de entrenar por modelamiento para el desarrollo coordinativo en tenistas de 10-16 años. *VIREF Revista de Educación Física*, 7(2), 66-78. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/334968>
3. Álvarez Soto, C. A. (2009). *Las capacidades coordinativas y su relación con el ciclismo de montaña* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. <https://hdl.handle.net/10495/39842>
4. Andrade, M. J. A. (1996). *Coordenação Motora: Estudo em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico na Região Autónoma da Madeira* [Tese de Mestrado, Universidade do Porto].
5. Bustamante Valdivia, A., Caballero Cartagena, L., Enciso Sarria, N., Salazar Távara, I., Seabra, A. F. T., Silva, R. M. G., y Maia, J. A. R. (2008). Coordinación motora: influencia de la edad, sexo, estatus socio-económico y niveles de adiposidad

- en niños peruanos. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 10(1), 25-34. <https://doi.org/10.1590/1980-0037.2008v10n1p25>
6. Cardona-Triana, F. y Buitrago-Espitia, J. E. (2018). Confiabilidad de los test que miden las capacidades coordinativas en deportes acíclicos. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 5(1), 51-66. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v5.n1.2019.1126>
 7. Carminato, R. A. (2010). *Desempenho motor de escolares através da bateria de teste KTK* [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná]. <http://hdl.handle.net/1884/25006>
 8. Casert, S., und Gavere, S. V. (2010). *De motorische kip of het motorische ei? "Is motorische coördinatie een voorspeller van sportparticipatie in het lager onderwijs* [Masterproef voorgelegd, Universiteit Gent]. https://libstore.ugent.be/fulltxt/RUG01/001/787/635/RUG01-001787635_2012_0001_AC.pdf
 9. Castro, M. S. (2022). *Impacto del entrenamiento planificado de las capacidades coordinativas sobre las mismas y sobre el rendimiento deportivo en jugadores de fútbol de 9 a 11 años* [Trabajo de grado, Universidad Juan Agustín Maza]. <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/3187>
 10. Cenizo-Benjumea, J. M. C., Ravelo-Afonso, J., Morilla-Pineda, S., y Fernández-Truan, J. C. (2017). Test de coordinación motriz 3JS: cómo valorar y analizar su ejecución. *Retos*, 32, 189-193. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i32.52720>
 11. Chiriboga, D.M y Barquín, C. R. (2017). *Las capacidades coordinativas en los fundamentos técnicos del fútbol en la Escuela de Liga Deportiva Universitaria de Quito sede Riobamba* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Ambato]. <https://redi.cedia.edu.ec/document/328844>
 12. Cortis, C., Tessitore, A., Lupo, C., Pesce, C., Fossile, E., Figura, F., y Capranica, L. (2011). Inter-Limb Coordination, Strength, Jump and Sprint Performance Following a Youth Men's Basketball Game. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), 135-142. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181bde2ec>

13. Gomes, M. P. B. B. (1996). *Coordenação Motora, Aptidão Física e Variáveis do Envolvimento: Estudo em crianças do 1º Ciclo de Ensino de duas Freguesias do Concelho de Matosinhos* [Dissertação de Doutoramento, Universidade do Porto]. <https://hdl.handle.net/10216/10260>
14. González Gantiva, W. F., y Noriega Sánchez, D. E. (2022). *Características de las capacidades coordinativas en niños de 12 a 15 años practicantes de fútbol, fútbol sala, voleibol y tenis de campo* [Trabajo de grado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4999>
15. Gorla, J. I., Araújo, P. F. d., y Rodrigues, J. L. (2010). *Evaluación motora en educación física adaptada. Test KTK (2ª ed.)*. Phorte.
16. Graf, C., und Dordel, S. (2011). The CHILT I project (Children's Health Interventional Trial). *Bundesgesundheitsblatt*, 54, 313-321. <https://doi.org/10.1007/s00103-010-1230-9>
17. Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
18. Herrera-Quiceno, B., Valencia-Sánchez, W. G., García-Gómez, D. A., y Echeverri-Ramos, J. A. (2020). Desarrollo de las capacidades coordinativas en niños: efectos de entrenamiento en el patinaje. *Retos*, 38, 282-290. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74327>
19. Hirtz, P., Ludwig, G., y Wellnitz, I. (1982). *Entwicklung koordinativer Fähigkeiten und Fertigkeiten im Lernfeld*. GRIN.
20. Kahl, H., y Emmel, J. (2002). Der Untersuchungsteil Motorik im Pretest des Kinderund Jugendgesundheitsveys. *Gesundheitswesen*, 64, 114-118. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2002-39011>
21. Kiphard, E. J. (1976). *Insuficiencias de movimiento y de coordinación en la edad de la escuela primaria*. Kapelusz
22. Kiphard, E. J., y Schilling, V. F. (1974). *KTK Körperkoordinationstest für Kinder*. Hogrefe.
23. Lopes, V. P., Maia, J. A. R., Silva, R. G., Seabra, A., y Morais, F. P. (2003). Estudo do nível de desenvolvimento da coordenação motora da população escolar (6 a 10 anos de idade) da Região Autónoma dos Açores. *Revista Portuguesa*

- de Ciências do Desporto, 3(1), 47-60. https://rpcd.fade.up.pt/_arquivo/artigos_soltos/vol.3_nr.1/1.5.investigacao.pdf
24. López Ros, V. L. (1991). Trabajo de coordinación para la mejora de la situación "1 x1" en balonmano. *Apunts. Educació Física i Esports*, (26), 31-42. https://revista-apunts.com/wp-content/uploads/2020/11/026_031-042_es.pdf
 25. Lorenzo-Caminero, F. (2002). *Diseño y estudio científico para la validación de un test motor original, que mida la coordinación motriz en alumnos/as de educación secundaria obligatoria* [Tesis doctoral, Universidad de Granada]. <http://hdl.handle.net/10481/2734>
 26. Meinel, K., y Schnabel, G. (2014). *Bewegungslehre Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. Meyer & Meyer Verlag.
 27. Mejía-Mejía, N. F., y Zaldívar-Pérez, B. (2021). Estructura interna de la coordinación motriz de los movimientos de pies en ataque del baloncesto. *Retos*, 42, 813-820. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.88511>
 28. Mjaavatn, P. E., Gundersen, K. A., Segberg, V., y Bjørkelund, L. A. (2003). Physical Activity and Health-Related Variables in 6-9-Year-Old Norwegian Children. *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 35(5), S63. <http://dx.doi.org/10.1097/00005768-200305001-00336>
 29. Moreno-Banda, J. A. (2019). *Sistema de entrenamiento por capacidades coordinativas en porteros de balonmano* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/18803>
 30. Moreno-Rivera, I. T., y Agudelo-Velásquez, C. A. (2016). Correlación entre fuerza y capacidades coordinativas en escolares del Liceo León de Greiff (Tunja, Colombia). *VIREF revista de educación física*, 5(3), 18-26. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/325965>
 31. Muñoz Ochoa, L. D., Vargas Cuenca, G. M. y Ávila Mediavilla, C. M. (2023). Incidencia de la coordinación en los fundamentos técnicos del fútbol en la categoría sub-10. *Explorador Digital*, 7(2), 6-25. <https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v7i2.2548>
 32. Narváez Lope, E., Rosario Narváez, F., y Gutiérrez Huamaní, O. (2022). El básquetbol y la coordinación motora de

- los estudiantes de educación básica. *Revista Académica Internacional de Educación Física*, 2(2), 1-10. <https://revista-acief.com/index.php/articulos/article/view/64>
33. Ochoa Ahmed, F. A. (2011). Conceptualización, análisis y control de las capacidades coordinativas en el entrenamiento del tenis. *Revista Mexicana de investigación en Cultura Física y Deporte*, 3(4), 155-169. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/17400>
34. Osorio-García, O. A., García-Vargas, J., Marulanda-Casas, K., Cardona, S., y Nanclares-Montoya, Y. (2022). Efecto de una intervención coordinativa en la técnica y coordinación en deportistas de fútbol, tenis y voleibol. *VIREF Revista de Educación Física*, 11(3), 135-159. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/viref/article/view/351869>
35. Parra, C., Jaimes, G., y Burbano, V. (2019). La coordinación motriz infantil: un abordaje desde los métodos cuantitativos de investigación. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 5(2), 5-16. <https://doi.org/10.31910/rdaafd.v5.n2.2019.1249>
36. Popović, B., Gušić, M., Radanović, D., Andrašić, S., Madić, D., Mačak, D., Estupar, D., Đukić, G., Grujicic, D., Trajković, N. (2020). Evaluation of Gross Motor Coordination and Physical Fitness in Children: Comparison between Soccer and Multisport Activities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(16), 5902. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165902>
37. Ramos Sierra, E. D., y Páez Gómez, M. F. (2021). *Efectos de un programa de entrenamiento de las capacidades coordinativas sobre las funciones ejecutivas y el gesto deportivo del patinaje de velocidad en niños y preadolescentes de una escuela de patinaje en Usme* [Trabajo de grado, Escuela Colombiana de Rehabilitación]. <https://repositorio.ecr.edu.co/handle/001/436>
38. Romero Estrada, A. (2018). *Propuesta de una unidad didáctica de ejercicios de capacidades motrices coordinativas que mejoren el valor del International Tennis Number (ITN) en estudiantes universitarios de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla* [Tesis de maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla]. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/8166>

39. Sacatoro Toaquiza, J. J. (2023). *Los juegos tradicionales y populares en el desarrollo de las capacidades coordinativas en los niños de 6 a 8 años* [Trabajo de grado, Universidad Técnica de Ambato].
40. Sánchez-Lastra, M. A., Varela, S., Cancela, J. M., y Ayán, C. (2019). Mejora de la coordinación en niños mediante el entrenamiento propioceptivo. *Apunts. Educación Física y Deportes*, (136), 22-35. [http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/2\).136.02](http://dx.doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/2).136.02)
41. Sanz, D., y Fernández, J. (2016). Proposal for the Early Development of Coordination Skills in Tennis Players. *ITF Coaching and Sport Science Review*, 24(69), 10-12. <https://doi.org/10.52383/itfcoaching.v24i69.186>
42. Vandorpe, B., Vandendriessche, J., Lefevre, J., Pion, J., Vaeyens, R., Mathyss, S., Philippaerts, R., y Lenoir, M. (2011). The KörperkoordinationsTest fur Kinder: Reference Values and Suitability for 6-12-Year-Old Children in Flanders. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(3), 378-388. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.01067.x>
43. Zetou, E., Vernadakis, N., Tsetseli, M., Kampas, A. y Michalopoulou, M. (2012). The Effect of Coordination Training Program on Learning Tennis Skills. *The Sport Journal*, 24. <https://thesportjournal.org/article/the-effect-of-coordination-training-program-on-learning-tennis-skills/>
44. Zwierko, T., Lesiakowski, P., y Florkiewicz, B. (2005). Selected Aspects of Motor Coordination in Young Basketball Players. *Human Movement*, 6(2), 124-128.



Educación Física y Deporte

Revista del Instituto Universitario de Educación Física y Deporte

Universidad de Antioquia

ISSN-e: 2145-5880

Kra 75 No. 65-87, CP:050034, Barrio San Germán,

Ciudadela de Robledo, Bloque 45-106

Medellín, Antioquia, Colombia

Correo electrónico: revistaefyd@udea.edu.co

Sitio web: <https://doi.org/10.17533/udea.efyd>



