

## Análisis bibliométrico del deporte 4.0: una realidad para el desarrollo de la cultura deportiva contemporánea

### Bibliometric analysis of sport 4.0: a reality for the development of contemporary sports culture

\*José Ramón Sanabria-Navarro, \*\*Yahilina Silveira Pérez, \*Manuel de Jesús Cortina- Núñez

Universidad de Córdoba (Colombia), Universidad de Sucre (Colombia)

**Resumen.** El artículo aborda la tendencia del deporte 4.0 desde una perspectiva bibliométrica. Este tipo de deporte emergente en la cultura deportiva contemporánea utiliza tecnologías de la información y la comunicación para mejorar la experiencia deportiva de los atletas, entrenadores, aficionados y otros actores del deporte. El objetivo fue analizar las características, tecnologías y diseños con líneas de innovación en el deporte 4.0 desde las revisiones bibliográficas y su implementación práctica. Los resultados destacan la importancia de Big Data, Internet de las cosas e Inteligencia artificial aplicados al deporte 4.0. Se realizó una revisión sistemática de literatura en la base de datos Scopus, examinando 585 artículos publicados desde enero de 2012 a junio de 2022. La etapa de implementación de un evento de deporte 4.0 con estudiantes del semillero de investigación Administración y gestión deportiva se basó en la estrategia pedagógica de investigación formativa, iniciativa que permitió aplicar los conocimientos adquiridos en el aula de clases en un entorno real y práctico. Requirió de un proceso cuidadoso y planificado por parte de los investigadores principales, quienes se aseguraron de involucrar a todos los actores relevantes, tanto estudiantes como profesores. La muestra estuvo constituida por 24 estudiantes en el rol de atletas divididos en 12 equipos, 12 estudiantes en el rol de Staff (comisión organizadora) y 100 estudiantes en el rol de espectadores. Se concluye que esta tendencia aborda la complejidad de la cultura deportiva contemporánea con un enfoque holístico e interdisciplinario, lo que conlleva a cambios en las buenas prácticas deportivas.

**Palabras clave:** Deporte 4.0, Big data, Internet de las cosas, inteligencia artificial, análisis bibliométrico, cultura deportiva contemporánea.

**Abstract.** The article addresses the sport 4.0 trend from a bibliometric perspective. This type of sport emerging in contemporary sports culture uses information and communication technologies to enhance the sporting experience for athletes, coaches, fans, and other stakeholders in the sport. The objective was to analyze the characteristics, technologies and designs with lines of innovation in sport 4.0 from the bibliographic reviews and their practical implementation. The results highlight the importance of Big Data, the Internet of Things and Artificial Intelligence applied to sport 4.0. A systematic literature review was carried out in the Scopus database, examining 585 articles published from January 2012 to June 2022. The implementation stage of a sport 4.0 event with students from the Sports Administration and Management research hotbed was based on the pedagogical strategy of formative research, an initiative that allowed applying the knowledge acquired in the classroom in a real and practical environment. It required a careful and planned process on the part of the principal investigators, who made sure to involve all relevant stakeholders, both students and teachers. The sample consisted of 24 students in the role of athletes divided into 12 teams, 12 students in the role of Staff (organizing committee) and 100 students in the role of spectators. It is concluded that this trend addresses the complexity of contemporary sports culture with a holistic and interdisciplinary approach, which leads to changes in good sports practices.

**Keywords:** Sport 4.0, Big data, artificial intelligence, contemporary sports culture, bibliometric analysis, Internet of things.

Fecha recepción: 29-10-22. Fecha de aceptación: 29-03-23

José Ramón Sanabria-Navarro

josesanabrian@correo.unicordoba.edu.co

### Introducción

Con el desarrollo de las tecnologías de la información, y la aplicación de una nueva generación de herramientas, como Big Data, Internet de las cosas e Inteligencia artificial, en el deporte, este último se ha convertido en una tendencia emergente y novedosa para el logro de resultados deportivos (Deng et al., 2022).

El sistema de evaluación en la educación física es un resultado intuitivo basado en la tecnología de la información para promover diversas industrias 4.0. El big data actual de Internet se ha convertido gradualmente en un punto caliente del desarrollo social, y ha sido ampliamente utilizado en varias industrias y ha logrado buenos resultados (Wang & Anhouck, 2022). La validez y confiabilidad de un nuevo transductor de posición lineal de bajo costo para medir la velocidad propulsora media en los deportes (Lopez-Torres et al., 2022), aporta una aplicación a través de la inteligencia artificial que proporciona la predicción de riesgos en los deportes (Qiao, 2022).

Los efectos agudos del entrenamiento de resistencia de rango parcial de movimiento y aumentos en el impacto del lactato en sangre (Ozimek, 2022), genera efectos positivos en un programa periodizado ondulado sobre la composición corporal y la fuerza en mujeres entrenadas (Vargas-

Molina et al., 2022). La actividad de acondicionamiento es efectiva para obtener una mejora del rendimiento posterior a la activación y aumentar el rendimiento en el salto vertical en jugadoras de voleibol de élite (Villalon-Gasch et al., 2022).

Muchos juegos de etiqueta presentan comunicaciones motoras inestables entre los jugadores, la comunicación motora varía durante el juego debido al cambio de roles. Un punto de vista holístico proporciona una evaluación más completa de la experiencia de los jugadores durante los juegos de etiqueta tradicionales (Gaztelu-Folla et al., 2022). La especialización deportiva, sueño, fatiga y calificaciones psicosociales se diferencian en los atletas altamente especializados de los que no lo están (Stockbower, 2022).

Los juegos pequeños, condicionados o reducidos se refieren a una actividad instruccional en la que el entrenador organiza la práctica reduciendo la complejidad del tema de aprendizaje al juego formal (Mazzeu et al., 2021). La potenciación posterior a la activación mejora el rendimiento en una sesión de entrenamiento de resistencia en hombres entrenados (Alves et al., 2021).

Los efectos de un programa de entrenamiento autorregulado sobre la potencia repetida (Espoz-Lazo et al., 2021), implementa programas que utilizan metodologías

convencionales con el propósito de mejorar la habilidad para realizar acciones de potencia, especialmente durante la temporada competitiva. En cambio, son escasas las metodologías basadas en una perspectiva contemporánea, que considera al ser humano como un ente biológico autorregulador.

El uso de tecnología de monitoreo e incidencia de lesiones entre corredores recreativos (Mayne et al., 2021), plantea efectos positivos de la ingesta de cafeína en la potencia muscular de las extremidades superiores e inferiores de los mismos (Rocha et al., 2021). Examinar la relación entre la dependencia del ejercicio, los trastornos alimentarios y la baja disponibilidad de energía (Kuikman et al., 2021), desarrolla trastornos alimentarios, desarrollo de irregularidades metabólicas y cambio reducido de la masa ósea en deportistas (Barrack et al., 2021). Otra tecnología adaptada al deporte es el GPS, perteneciente a las ciencias administrativas, Principe et al. (2021) demuestra su utilidad en el fútbol.

Efecto del daño muscular inducido por el ejercicio en las habilidades motoras específicas (Doma et al., 2021), establece relaciones entre la vitamina D, citocinas seleccionadas y parámetros de hemograma (Książek et al., 2021), y prevalencia de factores de riesgo para el dolor de espalda (Wilson et al., 2021). Estudio comparativo sobre la validez de los índices de prueba de monitoreo del sensor de pista y campo cardiopulmonar de condición física saludable (Bao, 2022), desarrolla un análisis del ángulo óptimo de tiro en partidos de fútbol basado en minería de datos de red (Zhao & Dong, 2022), desarrollando nuevas oportunidades en la evaluación del retorno al rendimiento en el atleta de élite con la unificación de la medicina deportiva, el análisis de datos y la ciencia del deporte (Furia et al., 2022).

Los sistemas energéticos de próxima generación para ciudades inteligentes sostenibles desarrollan funciones del aprendizaje por transferencia en diversos deportes (Himeur et al., 2022). La reducción de Big Data a componentes principales para el entrenamiento de fútbol sala en posiciones específicas (Rico-Gonzalez et al., 2022), construyen un modelo de innovación empresarial para el deporte utilizando un algoritmo de aprendizaje profundo (Lv et al., 2022). El impacto transformador de las aplicaciones de Big data en el marketing deportivo potencia direcciones actuales y futuras en el desarrollo del deporte (Mamo et al., 2022). La investigación sobre la herencia y protección de la tecnología de minería de datos en el deporte (Li et al., 2022), Optimiza la participación en las redes sociales en el deporte profesional (Naraine & Bakhsh, 2022).

El diseño de sistemas de gestión de eventos deportivos a gran escala bajo la tecnología del Internet de las cosas (Song & Guo, 2023), integra el Internet de las cosas y la tecnología asistida por computador con la construcción de un sistema de evaluación del entrenamiento deportivo

(Zhang & Zhao, 2023). El sistema de captura de movimiento humano en el rendimiento deportivo basado en tecnología de Internet de las cosas y sensor inercial inalámbrico (Xu, 2022), muestra las características de la salud humana del modelo de gestión deportiva basado en el sistema de seguimiento biométrico (Wu, 2022).

El Internet de las cosas en el entrenamiento deportivo proporciona una aplicación de un sistema de monitoreo de propulsión de remo (Castro et al., 2022). El monitoreo de datos de aptitud física de estudiantes universitarios basado en internet de las cosas (Cantó & Wang, 2022), genera aplicaciones móviles y dispositivos portátiles para controlar la dieta, el peso y la actividad física de los mismos (Żarnowski et al., 2022).

La inteligencia artificial se aplica a la planificación de rutas para transmisión autónoma de vehículos utilitarios deportivos grandes (Vijayakumar et al., 2023). El análisis de la aplicación del método de minería de datos basado en redes neuronales digitales para maximizar el rendimiento del entrenamiento deportivo (Chen et al., 2023), desarrolla la agrupación y evolución del campo deportivo internacional basado en tecnología de fusión multisensor (Yuan, 2023).

El análisis de imágenes 3D desarrolla características técnicas deportivas y métodos de entrenamiento deportivo basados en inteligencia artificial (Mei, 2023). Así mismo ayuda al desarrollo de sistemas complejos en la rehabilitación de lesiones deportivas (Yung et al., 2022). El contexto es clave para la normalización como un enfoque novedoso para el preprocesamiento específico del análisis de partidos en el fútbol (Phatak et al., 2022), elemento que analiza la evaluación del entrenamiento de fútbol mediante el aprendizaje automático y el sistema de apoyo a la toma de decisiones (Xu & Él, 2022).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado se hace necesario el establecimiento de la pregunta de investigación ¿Cuál es la contribución de los estudios que desarrollan el deporte 4.0 en el desarrollo de la cultura deportiva contemporánea? Objetivo general: Analizar bibliométricamente las nuevas tendencias del deporte 4.0 como desarrollo de la cultura deportiva contemporánea.

## Metodología

### Diseño del estudio

El enfoque central de esta investigación fue llevar a cabo una revisión sistemática de la literatura y posteriormente la aplicación del deporte 4.0 en una institución educativa colombiana (Figura 1). Según Kitchenham & Charters (2007) este tipo de enfoque permite la identificación, evaluación e interpretación de una investigación disponible sobre un área temática, en este particular sobre deporte 4.0.

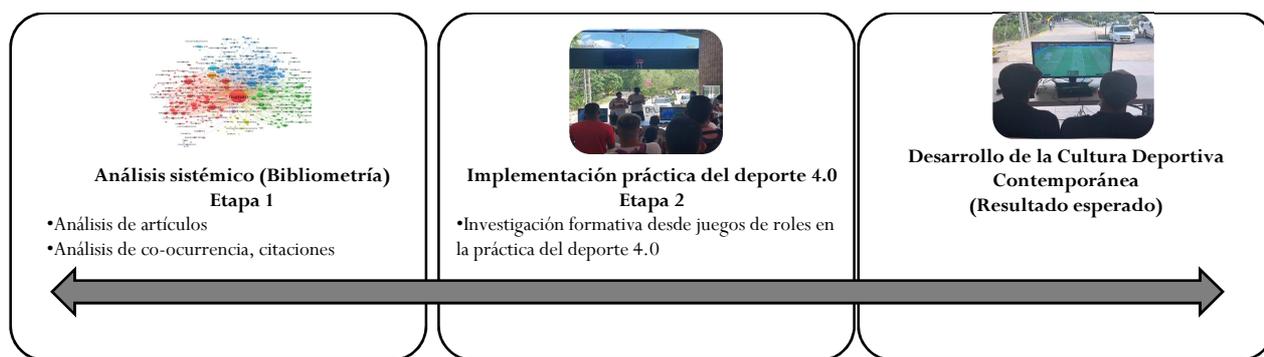


Figura 1. Diseño metodológico del estudio.

### Etapa 1. Metodología para el análisis sistémico

Para analizar los artículos rigurosamente y eficaz se establece un procedimiento de cinco fases basadas en los estudios de Verner et al. (2012): 1) Preguntas de investigación; 2) Proceso de búsqueda; 3) Criterios de inclusión y exclusión; 4) Proceso de selección y extracción de datos; 5) Síntesis de datos.

Fase 1. Preguntas de investigación: Se utilizó un periodo de diez años para la recopilación de datos de los artículos publicados, respondiendo las nueve interrogantes que se adaptaron del instrumento que sugieren Ramírez-Montoya, y Lugo-Ocando (2020) (Tabla 1).

Tabla 1. Preguntas de investigación

Temáticas	Preguntas de investigación	Posibles respuestas
Características de los estudios de deporte 4.0 en los últimos años	PI1 ¿Cuáles son las palabras claves de las investigaciones sobre deporte 4.0 que mayor co-ocurrencia poseen?	Palabras clave de los artículos Red de co-términos. Incidentes más frecuentes Lista de los incidentes más frecuentes
	PI2 ¿En qué año han publicado los artículos y en que niveles de cuartil se encuentra la revista?	Año de publicación de la revista Cuartil de la revista (Q)
	PI3 ¿Qué universidades han publicado más sobre el tema?	Universidades con más publicaciones
	PI4 ¿Cuál es la distribución geográfica de los autores, cuáles son las redes de publicaciones?	Ubicación geográfica del primer autor Redes de publicaciones
Tecnologías digitales y hallazgos de innovación que han emanado de las investigaciones de deporte 4.0	PI5 ¿Cuáles son las tecnologías digitales emergentes que han sido estudiadas en el deporte 4.0?	Planificación del entrenamiento 4.0. Big datos. Inteligencia artificial. Internet de las cosas
	PI6 ¿Qué tipo de innovación aporta el artículo?	Nuevo proceso, producto, servicio o conocimiento
	PI7 ¿Qué tipo de diseño de investigación utilizaron?	Explicativo secuencial. Exploración secuencial. Transformación secuencial. Triangulación simultánea. Transformación simultánea. Anidado concurrente. Planificación del entrenamiento 4.0. Big datos.
Estructura de dirección y líneas de investigación en deporte 4.0	PI8 ¿Qué líneas de investigación han trabajado?	Inteligencia artificial. Internet de las cosas
	PI9 ¿Qué términos emergentes propone la investigación?	Industria 4.0. Internet de las cosas. Equipación deportiva. Estudios clínicos.

Según Ramírez-Montoya y Lugo-Ocando (2020), sus nueve preguntas fueron validadas tras la identificación de las lagunas previamente identificadas en los estudios realizados con anterioridad. También demuestran los desafíos y beneficios que han encontrado en la aplicación de la meto-

dología de nueve preguntas, tanto en la realización de otros estudios, como en las actividades de capacitación con sus deportistas, entrenadores, directivos e investigadores. La motivación en la adaptación de los temas y las preguntas de investigación se basaron en la oportunidad de aportar nuevas formas de estudiar y analizar el deporte 4.0.

Fase 2. Proceso de búsqueda: Se seleccionó la base de datos Scopus, siendo una de las más citas y consultadas, así como la de mayor facilidad de acceso delimitando las palabras clave Deporte 4.0, entrenamiento deportivo 4.0, Big datos, Internet de las cosas, Inteligencia artificial. El idioma (español e inglés), lapso (2012- 2022), el tipo de documento (artículo) y el tipo de acceso (abierto). Finalmente se aplicó la referencia de búsqueda se la forma siguiente: TITLE-ABS-KEY (Sport 4.0).

Fase 3. Criterios de inclusión y exclusión: Los artículos se incluyeron si: eran artículos que integraban en su título, resumen o palabras clave a los temas del deporte 4.0, entrenamiento 4.0, Big datos en el deporte, inteligencia artificial en del deporte e internet de las cosas en el deporte, publicados entre enero de 2012 y octubre de 2022, en idioma inglés y español y de acceso abierto. Se excluyeron los artículos que: eran artículos, capítulos de libros, revisiones de literatura relacionados con los temas de la búsqueda (Gestión, entrenamiento, deporte, entrenamiento deportivo), publicados en idiomas distintos del español y el inglés, que no fueran de acceso abierto y que se publicaron antes de enero de 2012 o después de junio de 2022.

Fase 4. Proceso de selección y extracción de datos: En la fase 2 se obtuvieron 1170 artículos en Scopus. Los artículos fueron revisados para verificar que contenían la integración del deporte 4.0 en los estudios y que estaban relacionados con las áreas de entrenamiento deportivo 4.0, big datos en del deporte, inteligencia artificial en el deporte e internet de las cosas en el deporte. Finalmente, se seleccionaron 585 artículos de 60 revistas científicas.

La descarga del archivo en formato CSV Excel, se generó seleccionando los datos referentes a la información de citación, información bibliográfica, resumen y palabras claves. Para la organización y mayor comprensión de los resultados, se utilizó el formulario de nueve preguntas adaptado de Ramírez-Montoya y Lugo-Ocando (2020). Se realizó una validación con revisión por pares para comprobar la identificación de las respuestas; en caso de discre-

pancias se llegó a acuerdos para la selección de las respuestas y para acercarse al 100% de verificación de los datos.

Fase 5. Síntesis de datos: Es válido resaltar que se seleccionaron los gráficos y tablas que muestran de forma más objetiva los resultados esperados para relacionar términos, palabras clave, redes de co-términos, clústeres y concatenación de categorías y subcategorías utilizando el Software Bibliometrix.

#### *Etapa 2. Metodología para la implementación del deporte 4.0*

La investigación también se llevó al nivel de aplicación, efectuando un evento de deporte 4.0 con estudiantes del semillero de investigación Administración y gestión deportiva, de séptimo semestre del programa Ciencia del Deporte y Actividad Física de la Corporación Universitaria del Caribe -CECAR, durante el periodo académico 2021-2022. La muestra estuvo constituida por 24 estudiantes en el rol de atletas (divididos en 12 equipos), 12 estudiantes en el rol de Staff (comisión organizadora) y 100 individuos entre estudiantes y profesores en el rol de espectadores, para una muestra total de 136 individuos. Esta implementación del deporte 4.0 requirió de un proceso cuidadoso y planificado por parte de los investigadores principales, se involucraron todos los actores relevantes estudiantes y profesores mediante las siguientes fases de una efectiva investigación formativa:

Fase 1. Identificación de oportunidades: se identificaron las áreas en las que la tecnología podría mejorar el rendimiento deportivo, la gestión de equipos y la experiencia del espectador, seleccionando el videojuego FIFA 2022.

Fase 2. Selección de tecnologías: Las tecnologías más adaptada a las necesidades identificadas y los recursos disponibles fue Consola video juego Play Station 4, ya que a través del juego seleccionado se pudo trabajar en el desarrollo del pensamiento táctico a través de la selección de jugadores, de técnicos, estrategias de juego de los cambios en el partido y compararlos con el resultado final obtenido, lo que permite un análisis táctico real en situaciones de juego que muchas veces no se puede concretar en la práctica en estos estudiantes. Un elemento importante es la viabilidad técnica y económica de las tecnologías seleccionadas.

Fase 3. Entrenamiento y capacitación: Los usuarios y personal involucrado en el uso de las tecnologías recibieron una capacitación y entrenamiento previos, que incluyó tácticas de juego, administración de eventos deportivos, roles directivos entre otras. Esto es especialmente importante para los entrenadores (estudiantes en ese juego de

rol) y el personal de apoyo (estudiantes en rol logístico), aplicaron estrategias que mejorarían el rendimiento deportivo. También la capacitación se incluyeron los resultados obtenidos en la etapa de estudio bibliométrico.

Fase 4. Diseño e implementación de sistemas: Se estableció un sistema coordinado del uso efectivo del deporte 4.0 seleccionado, ubicando el campeonato en un área visible, dando acceso a varios espectadores, motivando así a los estudiantes y generando un ambiente más real.

Fase 5. Evaluación y mejora continua: Una vez terminado el torneo fue importante la evaluación de cada fase y efectividad de las tecnologías utilizadas proponiendo formas de mejorar su uso. Esto requirió de una recopilación y análisis de datos que evaluaran el impacto de las tecnologías en el rendimiento deportivo y la experiencia del espectador en una escala Likert de 1(Pésimo)-5(Excelente). Los análisis correspondientes incluyeron análisis de fiabilidad de la escala, análisis factorial de la variable desarrollo de la cultura deportiva contemporánea utilizando el método de extracción: análisis de componentes principales y Anova.

Las variables de análisis estarían relacionadas con las fases: Expectativas del evento deporte 4.0 (ID4.01),

Percepción del evento deporte 4.0 (ID4.02), Oportunidades del deporte 4.0 (ID4.03), Selección de tecnologías (ID4.04), Entrenamiento y capacitación (ID4.05), Diseño e implementación de sistemas (ID4.06), Desarrollo de la cultura deportiva contemporánea (DCDC) y Tipo de rol desempeñando (TRD).

## **Resultados**

### *Etapa 1. Resultados del análisis sistémico (Bibliometría)*

En esta sección, que está organizada por los temas y subtemas identificados en la investigación, se informa de los resultados relacionados con las preguntas de la investigación. La herramienta gráfica fue el Bibliometrix y Scopus. A continuación, se presentan los resultados según las características de los estudios de deporte 4.0 en los últimos años, las tecnologías digitales y hallazgos de innovación que han emanado de las investigaciones de deporte 4.0, así como la estructura de dirección y líneas de investigación en deporte 4.0.

Mediante el software Bibliometrix fue posible extraer las palabras clave de los 585 artículos y se identificaron los grupos de mayor incidencia en las palabras. Se destaca que dentro del deporte 4.0 es vital tener caracterizado el entrenamiento deportivo 4.0, Las Big datas, el internet de las cosas e inteligencia artificial (Figura 2).

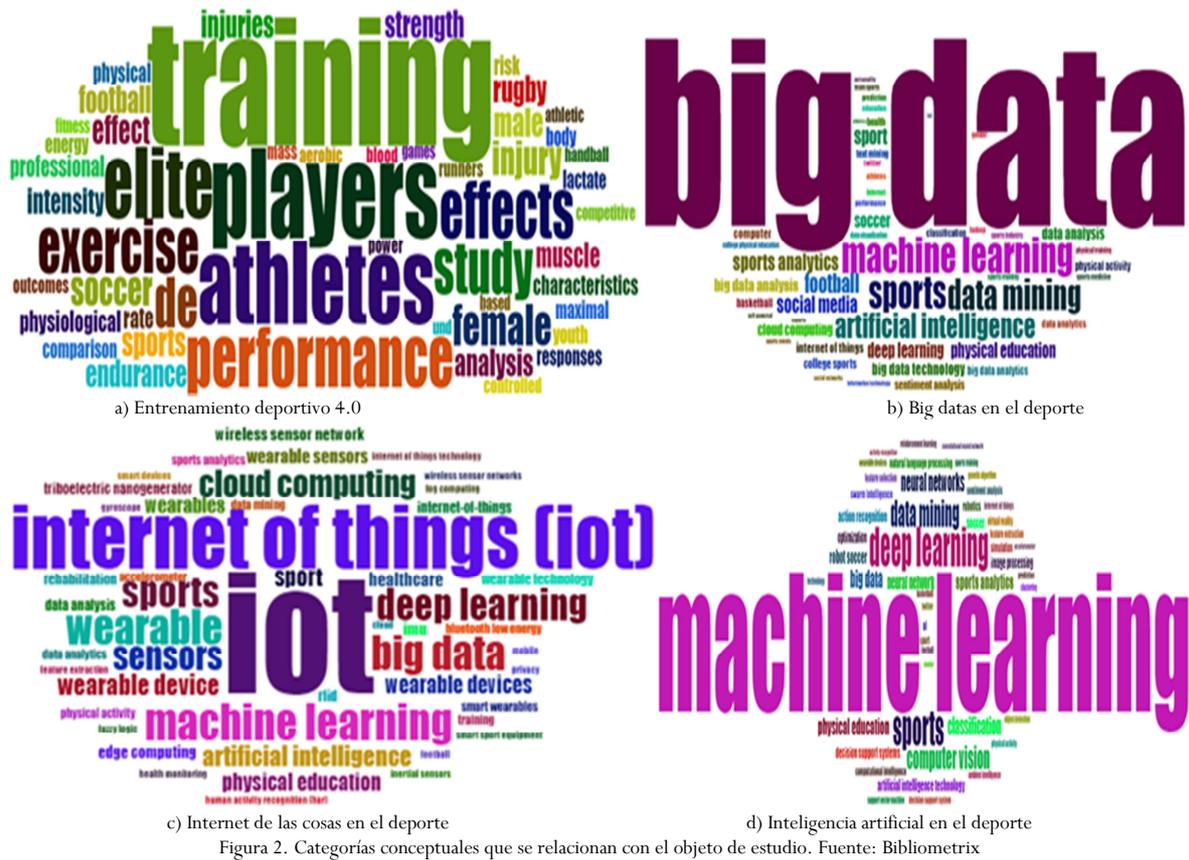


Figura 2. Categorías conceptuales que se relacionan con el objeto de estudio. Fuente: Bibliometrix

Teniendo en cuenta la figura anterior podemos definir las palabras claves de las respectivas categorías conceptuales. Entrenamiento deportivo 4.0 es caracterizado por el entrenamiento, las lesiones, los atletas, los jugadores, las lesiones, las ciencias aplicadas, la intensidad del ejercicio, la condición física, la actuación en la competencia, los análisis del control del entrenamiento entre otros elementos que se tienen en cuenta en esta categoría conceptual para el deporte 4.0. (Figura 2 a)).

Así mismo las Big datas como se demostró en la teoría son de vital importancia dentro del deporte 4.0, y se manifiestan en las palabras claves: Minería de datos deportivos, en la inteligencia artificial, aprendizaje automático, en la educación física, aprendizaje profundo, tecnología, análisis de datos entre otros elementos (Figura 2 b)). Las palabras claves relacionadas con el internet de las cosas en el deporte parten de: la computación en la nube, de las bases de datos, inteligencia artificial, aprendizaje automático, información usable, deporte, educación física, análisis deportivos entre otros elementos (Figura 2 c)).

Las palabras claves relacionadas con la inteligencia artificial en el deporte se caracterizan por: El deporte, aprendizaje profundo, revisión computacional, educación física, big datas, minerías de datos, clasificación de términos deportivos entre otros elementos (Figura 2 d)).

De forma general además del establecimiento de las palabras clave que determinan las categorías conceptuales del deporte 4.0 se puede apreciar cómo se relacionan entre sí el entrenamiento deportivo 4.0, las Big datas, el Internet de las cosas y la Inteligencia artificial incidiendo todo en el deporte con grupos afines que identifican nuevos procesos

aplicados al entrenamiento deportivo y que surgen algunos como nuevas ciencias aplicadas al deporte lo que contribuye al desarrollo de la cultura deportiva contemporánea.

Se han buscado datos de cuartiles de las revistas (60) para clasificarlas según el nivel (Q1, Q2, Q3, Q4). Hubo revistas con índices ESCI y ERIH y otras que se clasificaron como sin rango (de la base de datos Scopus) porque son revistas recién ingresadas en estas bases de datos y aún no reflejan el nivel. Cabe destacar el aumento de las publicaciones en las revistas del segundo trimestre en los últimos años y la disminución de las revistas del primer trimestre en este período (Figura 3).

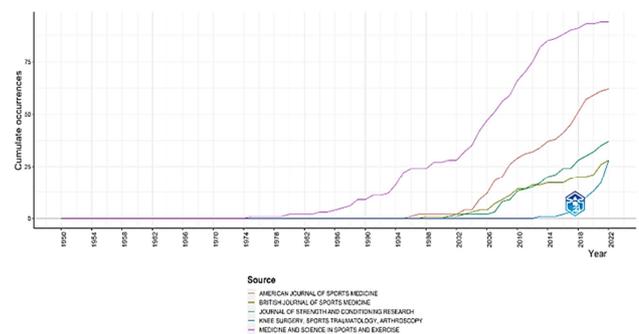


Figura 3. Principales revistas que publican sobre el tema objeto de estudio. Fuente: Bibliometrix.

Teniendo en cuenta la figura anterior podemos decir que la revista científica Medicine and Science in Sports and Exercise de los Estados Unidos es la revista que mayores publicaciones presenta, por encima de las 90, además, se ubica en el cuartil uno (Q-1) según Scimago Journal &

Country Rank (SJR). Así mismo, la revista científica American Journal of Sports Medicine también de los Estados Unidos es la segunda que más publica con 60 artículos, se encuentra en el cuartil uno (Q-1) según el mismo ranking. El Journal of strength and Conditioning Research (Estados Unidos) es la tercera publicación con más artículos publicados hasta la fecha con 40 artículos es un SJR (Q-3), para el área de las ciencias aplicadas al deporte.

La revista científica British Journal of Sports Medicine es la cuarta publicación científica que más publica sobre el tema objeto de estudio en el mundo con unos 30 artículos relacionados. Es una revista del Reino Unido y está en (Q-2) según SJR para temas de ciencias aplicadas al deporte. La revista científica Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy es la quinta a nivel mundial en el tema objeto de estudio. Es una publicación de Alemania situada en Q-1 para el área de las ciencias aplicadas al deporte según SJR y con 25 artículos publicados.

Como se puede apreciar el auge del tema en cuestión tiene su principal explotación a partir del año 1994 sin embargo, su mayor impacto en cuanto a cantidad de publicaciones de alto nivel es a partir de 2014 donde las Tecnologías de información y las comunicaciones (TICs), han tenido un gran auge, se han aplicado a los deportes y las ciencias aplicadas las utilizan para lograr potenciar los resultados deportivos. En sentido general estamos en presencia de una hegemonía de publicaciones científicas en revistas de primer mundo ubicadas en los primeros cuartiles. Todas en idioma inglés.

Las citas recibidas de los artículos fueron identificadas y relacionadas con las universidades que tienen más publicaciones sobre el tema (Figura 4). Las universidades que se destacan son: Rush University Medical Center (Estados Unidos) 49 artículos publicados, University of Calgary (Canadá) 40 publicaciones, Harvard Medical School (Estados Unidos) 37 artículos, Stanford University (Estados Unidos) 28 artículos publicados, Norwegian School of Sports Sciences (Noruega) 27 publicaciones, University of Virginia (Estados Unidos) 27 artículos, University of Connecticut (Estados Unidos) 26 artículos, University of Wisconsin (Estados Unidos) con 26 publicaciones, Liverpool Jhon Moores University (Reino Unido) con 24 artículos y no reportados 24 artículos.

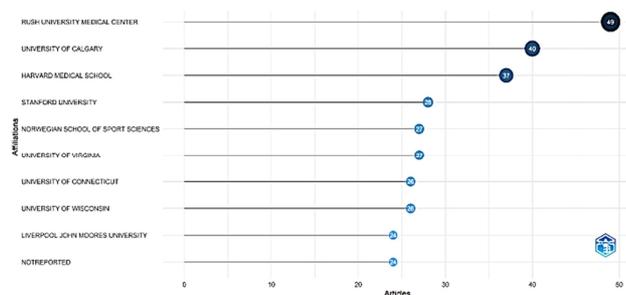


Figura 4. Universidades que más publican sobre el tema. Fuente: Bibliometrix.

En sentido general se puede apreciar la preocupación de los países de primer mundo por el deporte 4.0 y todo lo que este representa. La contribución que ofrece esta Figu-

ra 4 es la localización de dos temas de gran interés para las comunidades interesadas en el objeto de estudio de este artículo, tanto en los sectores sociales, como en los gubernamentales, académicos y empresariales, donde la formación y la innovación son importantes. La localización de las universidades que han publicado más artículos de investigación contribuye a la visibilidad de los artículos que es un tema importante para la apropiación social del conocimiento.

Teniendo en cuenta y coincidiendo con los indicadores poder afirmar que los principales autores que trabajan esta temática referente al deporte 4.0 se encuentran en países de primer mundo lo que se puede observar con la intensidad del color azul (Figura 5). Los principales países son. Estados Unidos, Australia, Canadá, Brasil, China, países de Europa occidental, Medio oriente, Latinoamérica y pocos países africanos podemos referir que es una temática que está en aumento y donde cada vez más se forman más redes de colaboración que se pueden apreciar en color rojo a través de las líneas de figura 4. Los autores trabajan en redes que mayoritariamente van de Estados Unidos a Europa, Estados Unidos a Canadá, Canadá a Europa, Canadá a Australia, Europa a Australia, Estados Unidos a Asia, Asia a Europa y de Europa a Latinoamérica. Se puede observar que los países africanos y muchos de Latinoamérica trabajan estos temas independientes.

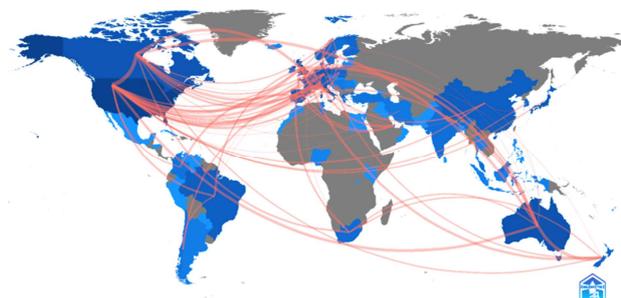


Figura 5. Distribución geográfica de los autores. Fuente: Bibliometrix.

Es considerado interesante correlacionar los tipos de tecnologías emergentes identificadas en los artículos, siguiendo la clasificación de González-Pérez et al. (2019) y las posibilidades de contribución a la innovación educativa. Fue hecho de tal manera que se analizaron dos dimensiones del mismo nivel para cada artículo: las tecnologías digitales que se identificaron en los artículos y el tipo de innovación localizada en las publicaciones.

Teniendo en cuenta lo anteriormente planteado se identificaron en los artículos seleccionados en la muestra (585) 6 tecnologías emergentes: Educación digital (ED), tecnologías inteligentes (TI), modelos tecnológicos (MT), tecnologías adaptativas (TA), tecnologías abiertas (TAB) y tecnologías digitales (TD). Las anteriores tecnologías generan diversos tipos de innovación como por ejemplo las de nuevo conocimiento (NC), nuevos procesos (NP), nuevos productos (NPO) y nuevos servicios (NS), (Figura 6). De forma general todas estas tecnologías e innovaciones se aplican a través de las ciencias al deporte y de conjunto conforman el término deporte 4.0.

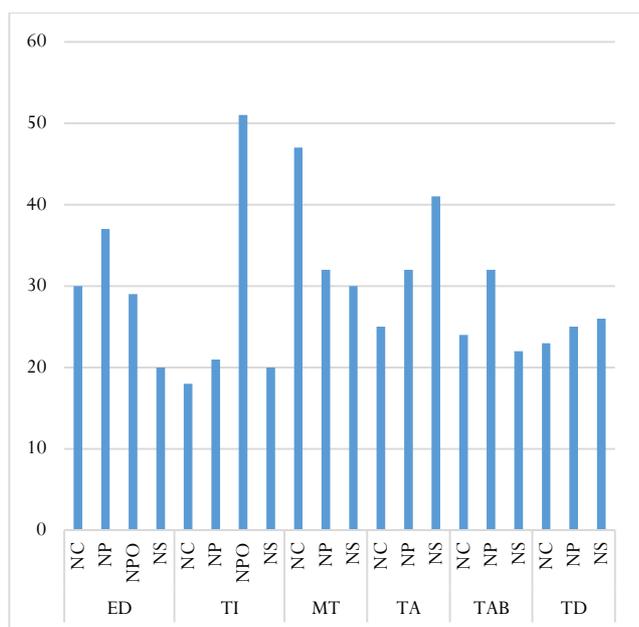


Figura 6. Tecnologías emergentes y tipo de innovación. Fuente: Elaboración propia.

Los estudios fueron analizados para localizar el diseño de investigación de método mixto y la muestra que se está llevando a cabo en los estudios. Se destacan los diseños de transformación simultánea con 133 artículos, transformación secuencial con 121, explicativo secuencial con 102 documentos, exploración secuencial con 97, triangulación simultánea 87 y el anidado concurrente con 45 publicaciones (Figura 7).

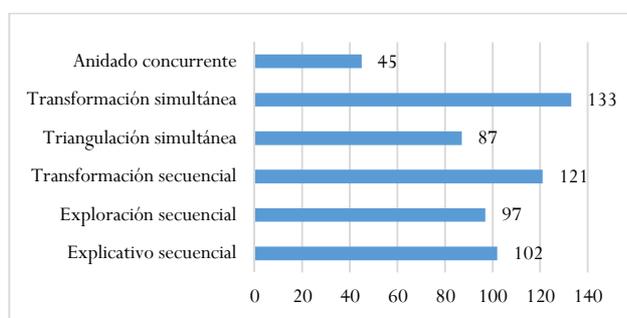


Figura 7. Tipos de diseño de investigación en los artículos consultados. Fuente: Elaboración propia.

Se analizaron las líneas de investigación relacionadas con el deporte 4.0, con énfasis en las cuatro categorías que se ratifican como líneas de investigación: Entrenamiento deportivo 4.0, Big datos, Internet de las cosas e Inteligencia artificial. Así mismo se hizo necesario establecer una articulación entre las líneas de investigación establecidas con los diseños de investigación seleccionados en los artículos de investigación consultados.

Teniendo en cuenta lo anterior podemos referir que la línea de investigación que más se pone de manifiesto dentro del deporte 4.0 es el entrenamiento deportivo 4.0, con 186 artículos relacionados y con diseños de investigación de transformación simultánea. Así mismo las Big datos aplicadas al deporte 4.0 establecen una línea de investiga-

ción interesante con 175 artículos relacionados con el deporte y utilizando tipos de diseño explicativos secuencial. El internet de las cosas es una línea de investigación que aporta 134 artículos y diseños de investigación de exploración secuencial. Por último, la línea de la inteligencia artificial en el deporte potencia el diseño de triangulación simultaneo con 90 artículos (Figura 8).

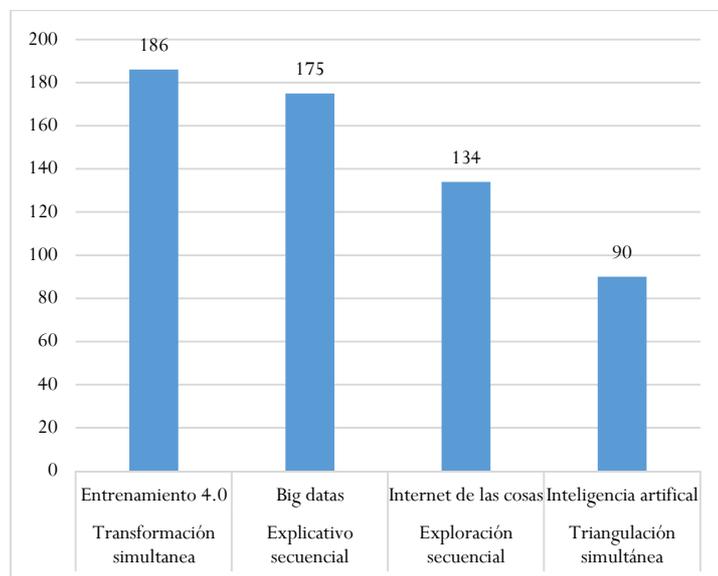


Figura 8. Articulación de las líneas de investigación, tipos de diseño y artículos consultados.

La investigación además de las líneas de investigación planteadas anteriormente genera nuevos términos que se pueden establecer como futuras investigaciones relacionadas con el deporte 4.0. (Figura 9).

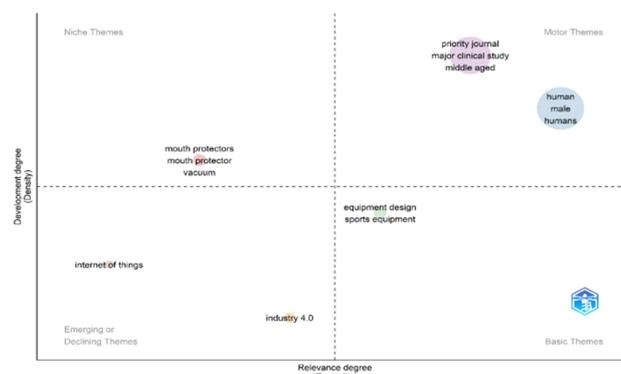


Figura 9. Términos emergentes que propone la investigación. Fuente: Bibliometrix.

En el cuadrante 1: Nicho de términos tenemos una categoría principal que es la de los protectores, haciendo énfasis en los bucales y la generación de nuevos materiales para estos de forma tal que mejore la respiración.

En el cuadrante 2: Motor de términos tenemos como elemento principal del deporte 4.0 a los seres humanos de mediana edad como encargados principales de esta disciplina emergente ya que la mayoría en estas edades son los directivos, entrenadores, equipo de apoyo entre otros miembros de los equipos deportivos, que se encargan a la vez de ejecutar estudios clínicos y darle prioridad a la

publicación de esos resultados. Cuadrante 3: Términos básicos del deporte 4.0 se muestran el equipamiento deportivo para el desarrollo del entrenamiento y la competición, así como la designación de este equipamiento en función de deportes y categorías. Por último, en el cuadrante 4: Términos emergentes se tiene al Internet de las cosas aplicado al deporte 4.0 y la industria 4.0

*Etapas 2. Resultados de la Implementación del Deporte 4.0*

La implementación del deporte 4.0 resultó ser un proceso complejo, sin embargo, los beneficios obtenidos resultaron ser significativos para los atletas, equipos y espectadores. Es importante abordar cada etapa de manera cuidadosa y planificada para maximizar el éxito de la implementación. En las ilustraciones 1, 2 y 3, es posible evidenciar las fases que condujeron a la ejecución de la etapa 2 de la investigación.



Ilustración 1. Fase 2. Selección de tecnologías.



Ilustración 2. Fase 3. Entrenamiento y capacitación



Ilustración 3. Fase 4 Diseño e implementación de sistemas

La última fase en el análisis de fiabilidad de la escala dio un Alfa de Cronbach igual a 0,708, lo cual considera una escala confiable, evaluando 8 elementos: expectativas del

evento deporte 4.0, percepción del evento deporte 4.0, oportunidades del deporte 4.0, selección de tecnologías, entrenamiento y capacitación, diseño e implementación de sistemas, desarrollo de la cultura deportiva contemporánea, tipo de rol desempeñando en el deporte 4.0. En un análisis de estadística descriptiva todas las variables obtuvieron una media de Muy bueno (4 puntos).

*Desarrollo de la cultura deportiva contemporánea*

En la figura 10, se muestran los factores de las variables estudiadas en función de solo utilizar los casos para los cuales Desarrollo de la cultura deportiva contemporánea = Excelente en la fase de análisis (5 puntos). Con una medida adecuada de Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo (KMO igual a 0.609) y Prueba de esfericidad de Bartlett (Aprox. Chi-cuadrado=64,844; gl=15; Sig.=0,000) el análisis factorial resultó satisfactorio, obteniendo dos factores que explican una varianza total del 54.33%, en las siguientes funciones factoriales:

<p>Factor: F<sub>DCDC1</sub> = Proyección del desarrollo de la cultura deportiva contemporánea</p> <p>ID4.0<sub>3</sub> = 0,684 F<sub>DCDC1</sub> + U<sub>ID4.03</sub></p> <p>ID4.0<sub>2</sub> = 0,660 F<sub>DCDC1</sub> + U<sub>ID4.02</sub></p> <p>ID4.0<sub>4</sub> = 0,5441 F<sub>DCDC1</sub> + U<sub>ID4.04</sub></p>	<p>Factor: F<sub>DCDC2</sub> = Ejecución del desarrollo de la cultura deportiva contemporánea</p> <p>ID4.0<sub>6</sub> = 0,709 F<sub>DCDC2</sub> + U<sub>ID4.06</sub></p> <p>ID4.0<sub>1</sub> = -0,570 F<sub>DCDC2</sub> + U<sub>ID4.01</sub></p> <p>ID4.0<sub>5</sub> = 0,503 F<sub>DCDC2</sub> + U<sub>ID4.05</sub></p>
---	--

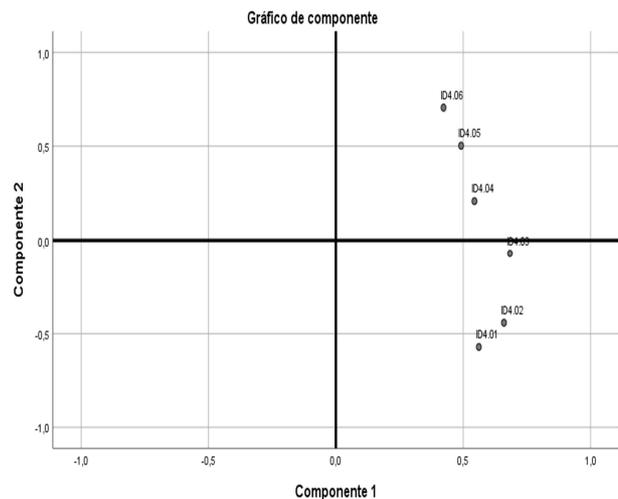


Figura 10. Análisis factorial de las variables respecto al desarrollo de la cultura deportiva contemporánea.

En el resultado se evidencia que, según la muestra, la mayor carga factorial está en el desempeño e implementación del deporte 4.0, siendo sin embargo las expectativas una variable dentro del factor con tendencia negativa y esto podría ser resultado del desconocimiento sobre los beneficios y disposiciones que posee la práctica deportiva. Dentro del factor F<sub>DCDC1</sub> la mayor carga recae en las oportunidades que tiene este deporte, desde ser considerado una alternativa de emprendimiento hasta el sin número de deportes que se pueden incorporar.

Para completar el análisis la Anova del factor Desarrollo de la cultura deportiva contemporánea, muestra una significación menor a 0.5 en todas las variables, lo que indica que están relacionadas, no obstante el valor de F no

es tan alto lo que podría indicar que no hay tanta variación entre los grupos (tabla 2).

Tabla 2.  
Anova del factor Desarrollo de la cultura deportiva contemporáneo

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Expectativas del evento deporte 4.0	Entre grupos	9,265	4	2,316	2,959	,022
	Dentro de grupos	102,551	131	,783		
	Total	111,816	135			
Percepción del evento deporte 4.0	Entre grupos	11,121	4	2,780	3,458	,010
	Dentro de grupos	105,321	131	,804		
	Total	116,441	135			
Oportunidades del deporte 4.0	Entre grupos	15,891	4	3,973	3,971	,004
	Dentro de grupos	131,043	131	1,000		
	Total	146,934	135			
Selección de tecnologías	Entre grupos	28,847	4	7,212	5,964	,000
	Dentro de grupos	158,418	131	1,209		
	Total	187,265	135			
Entrenamiento y capacitación	Entre grupos	8,330	4	2,082	2,600	,039
	Dentro de grupos	104,935	131	,801		
	Total	113,265	135			
Diseño e implementación de sistemas	Entre grupos	24,449	4	6,112	18,587	,000
	Dentro de grupos	43,080	131	,329		
	Total	67,529	135			
Tipo de rol desempeñando	Entre grupos	15,650	4	3,913	7,780	,000
	Dentro de grupos	65,879	131	,503		
	Total	81,529	135			

## Discusión

El comportamiento deportivo 4.0, ha permitido ofrecer posibilidades de caracterización, comprensión, interpretación, explicación y diferenciación de los drásticos cambios que han venido sucediendo en materia de tecnologías de información y comunicaciones en el deporte. Elementos que coinciden con Deng et al. (2022). Sin dudas, la tecnología está jugando un papel importante en el deporte, y su aplicación es cada vez más frecuente, esto lo demuestran las investigaciones de Souza Júnior et al. (2022), pero que tal como establecen estos autores claramente requiere de un tiempo de planificación.

Los informes, discusiones, recomendaciones y sugerencias de estas investigaciones, hasta ahora, no habían tenido mayor acogida entre los entes oficiales que promueven el Deporte 4.0 en los países, dado que ellos venían definiendo las estructuras, las formas de organización y los presupuestos en mayor proporción en los países del primer mundo bajo el esquema de un solo modelo administrativo y jurídico del Deporte de competencia y alto rendimiento. Lo anterior plantea unas líneas coherentes con los planteamientos de Lopez-Torres et al., y Qiao (2022), aportando aplicaciones a través de herramientas tecnológicas que disminuyen riesgos en los resultados deportivos.

El desarrollo del deporte 4.0 va encaminado a la obtención de más medallas y títulos, deseados por todos y alcanzados por unos pocos. Si ha habido apoyos para otro tipo de actividades, ha sido de un orden casi residual efec-tista, más de impacto mediático que social o deportivo, producto de una concepción amplia orientada a procesos organizacionales deportivos. Todo lo anteriormente expresado potencia una línea de investigación que concuerda con los aportes de Ozimek (2022), Boneth-Collante et al. (2022) y Jacinto Escola (2018). Estos dos último refuerzan la relevancia de su implementación en la enseñanza de la

actividad física. Sin embargo, cabe resaltar que se coincide con Bernate et al. (2021), sobre la necesidad de que se refuercen las competencias digitales.

En cuanto a las categorías conceptuales que se relacionan con el deporte 4.0 se pueden definir las siguientes: entrenamiento deportivo 4.0 definida también por Vargas-Molina et al. (2022), las Big datas en el deporte coincidentemente con Mamo et al. (2022), el internet de las cosas en el deporte donde se relacionan aportes con Castro et al. (2022) y la Inteligencia artificial en del deporte coincidiendo con Vijayakumar et al. (2023).

Dentro de las revistas científicas que a nivel mundial más publican sobre el tema del deporte 4.0 tenemos las de Estados Unidos, Reino Unido y Alemania todas entre los cuartiles 1 y 3 según la base de datos Scimago donde se clasifican las revistas. En estas publicaciones se puede constatar que el auge del tema en cuestión tiene su principal explotación a partir del año 1994 sin embargo, su mayor impacto en cuanto a cantidad de publicaciones de alto nivel es a partir de 2014 donde las Tecnologías de información y las comunicaciones (TICs) Mayne et al. (2021), han tenido un gran auge, se han aplicado a los deportes y las ciencias aplicadas las utilizan para lograr potenciar los resultados deportivos coordinando con Rocha et al. (2021). Todas las publicaciones anteriores son en idioma inglés lo que deja mucho que decir para el mercado hispanoamericano Bar-rack et al. (2021).

La investigación identifica seis tecnologías emergentes para el deporte 4.0: Educación digital, tecnologías inteligentes, modelos tecnológicos, tecnologías adaptativas, tecnologías abiertas y tecnologías digitales todo lo anterior atemperado con Phatak et al. (2022). Las anteriores tecnologías generan diversos tipos de innovación como por ejemplo las de nuevo conocimiento, nuevos procesos, nuevos productos y servicios coincidiendo con Xu & Él, (2022).

De forma general estamos en presencia de una investigación que genera conocimiento e inquietudes en cuanto a la aplicación de esta nueva tendencia, sin embargo, la incidencia de la ciencia y la tecnología aplicada al deporte muestra el camino a seguir para la obtención de medallas y mejoramiento de los resultados deportivos de atletas y entrenadores lo que desarrolla las organizaciones deportivas y ratifica a países en el medallero internacional coincidiendo con Alves et al. (2021).

## Conclusiones

Podemos concluir que el deporte 4.0 es una tendencia actual que modifica la forma de entrenamiento y competencias de los deportes. Específicamente con la inclusión de las ciencias aplicadas y las tecnologías de información y comunicaciones. Lo anterior genera cuatro procesos principales al desarrollo de este: El entrenamiento deportivo 4.0, las Big datas, el Internet de las cosas y la Inteligencia artificial entre otros complementarios que ayudan a la transformación de la cultura contemporánea del deporte.

Cumpliendo con el objetivo de la investigación los resultados del estudio que se propone muestra a nivel mundial las nuevas tendencias del deporte 4.0, dominada por países de primer mundo que tienen más acceso a las tecnologías de información y comunicaciones y cuyo presupuesto es mayor para invertir en este tema.

Sin embargo, es una disciplina que llega para quedarse porque está influyendo en estrategias tácticas de los deportes, cambios de reglamentos, en la implementación deportiva y en desarrollo deportivo de la base. Así mismo, las principales universidades del mundo ya investigan este cambio que además se ha vuelto interdisciplinario como también los autores de diferentes países que hacen sus aportes en una misma publicación.

La red de co-términos por las palabras claves de los artículos investigados desarrollan las categorías conceptuales que responden a las 9 interrogantes planteadas. De esta forma se da cumplimiento a la pregunta de investigación. El presente trabajo muestra algunos términos que además de las líneas de investigación que se definen complementan la investigación del objeto de estudio. Los cuadrantes muestran términos básicos, emergentes, disciplinares y motores que marcan el camino a seguir en nuevas líneas investigativas.

Las principales revistas que publican sobre el tema son identificadas por cantidad de artículos y países, definiéndose en ellas los diseños de investigación que más se utilizan, potenciando los diferentes tipos de poblaciones, articulándose con diferentes tecnologías, metodologías de trabajo y muestras.

Esta actividad llevada a la práctica, tal como se implementó, constituye una estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento táctico, la dirección de equipos deportivos y el liderazgo de los futuros entrenadores deportivos de los estudiantes de la carrera de deporte.

Todo lo anterior muestra un camino a seguir donde los autores de investigaciones anteriores han definido rutas de trabajos encaminadas hacia la transformación y triangulación simultánea de la información deportiva, con una exploración secuencial que ayudaría al desarrollo de la cultura deportiva contemporánea a través del deporte 4.0.

## Referencias

- Alves, R. R., Viana, R. B., Silva, M. H., Guimarães, T. C., Vieira, C. A., Santos, D. D. A. T., & Gentil, P. R. V. (2021). Postactivation potentiation improves performance in a resistance training session in trained men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(12), 3296-3299. doi:10.1519/JSC.0000000000003367.
- Bao, J. (2022). Comparative study on the validity of monitoring test indexes of healthy fitness cardiopulmonary track and field sensor. *Eurasip Journal on Advances in Signal Processing*, 2022(1) doi:10.1186/s13634-021-00832-5.
- Barrack, M. T., van Loan, M. D., Rauh, M., & Nichols, J. F. (2021). Disordered eating, development of menstrual irregularity, and reduced bone mass change after a 3-year follow-up in female adolescent endurance runners. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 31(4), 337-344. doi:10.1123/IJSNEM.2021-0011.
- Bernate, J., Fonseca, I., Guataquirá, A., & Perilla, A. (2021). Competencias Digitales en estudiantes de Licenciatura en Educación Física (Digital Competences in Bachelor of Physical Education students). *Retos*, 41, 310-318. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i41.85852>
- Boneth-Collante, M., Salazar-Rodríguez, J., & Angarita-Fonseca, A. (2022). Uso de Moodle para fortalecer competencias ciudadanas en estudiantes de fisioterapia: un diseño pretest-postest (Use of Moodle to strengthen citizenship competencies in physiotherapy students: a pretest-posttest design). *Retos*, 44, 242-251. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.82517>
- Castro, R., Mujica, G., & Portilla, J. (2022). Internet of things in sport training: Application of a rowing propulsion monitoring system. *IEEE Internet of Things Journal*, 9(19), 18880-18897. doi:10.1109/JIOT.2022.3163181.
- Chen, K., Cao, F., Hao, L., Xiang, M., & Kamruzzaman, M. M. (2023). Application analysis of digital neural network-based data mining method in maximizing the performance of sports training. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 29 doi:10.1590/1517-8692202329012022\_0152.
- Deng, C., Yu, Q., Luo, G., Zhao, Z., & Li, Y. (2022). Big data-driven intelligent governance of college students' physical health: System and strategy. *Frontiers in Public Health*, 10 doi:10.3389/fpubh.2022.924025.
- Doma, K., Leicht, A., Woods, C., Harrison, D., McGuckin, T., & Connor, J. (2021). Effect of exercise-induced muscle damage on bowling-specific motor skills in male adolescent cricketers. *Sports*, 9(7) doi:10.3390/sports9070103.
- Espoz-Lazo, S., Hinojosa-Torres, C., Farías-Valenzuela, C., Álvarez-Arangua, S., Ferrero-Hernández, P., & Valdivia-Moral, P. (2021). Effects of a self-regulated training program on the repeated power in female college handball players: An intervention study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23) doi:10.3390/ijerph182312662.
- Fury, M. S., Oh, L. S., & Berkson, E. M. (2022). New opportunities in assessing return to performance in the elite athlete: Unifying sports medicine, data analytics, and sports science. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(5), e1897-e1902. doi:10.1016/j.asmr.2022.08.001.
- Gaztelu-Folla, I., Gonzalez-Artetxe, A., Velaz-Lorente, I., & Arcos, A. L. (2022). Assessing relational, emotional, and physical dimensions of young players during the tag game. *Cuadernos De Psicología Del Deporte*, 22(2), 203-220. doi:10.6018/cpd.508561.

- González-Pérez, L.I., Ramírez-Montoya, M.S., & García-Peñalvo, F.J. (2019). Innovación educativa en estudios sobre el desarrollo y uso de la tecnología: Un mapeo sistemático. (pp. 171- 195). Octaedro. <https://bit.ly/2Lzr0oa>.
- Himeur, Y., Elnour, M., Fadli, F., Meskin, N., Petri, I., Rezgui, Y., . . . Amira, A. (2022). Next-generation energy systems for sustainable smart cities: Roles of transfer learning. *Sustainable Cities and Society*, 85 doi:10.1016/j.scs.2022.104059.
- Jacinto Escola, J. J. (2018). Aplicações das TIC no Ensino da Educação Física (Applications ICT in Teaching Physical Education). *Retos*, 34, 371–376. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.65918>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. Keele University & University of Durham. <https://bit.ly/2LmHwbj>.
- Książek, A., Zagrodna, A., Bohdanowicz-pawlak, A., Lwow, F., & Słowińska-lisowska, M. (2021). Relationships between vitamin d and selected cytokines and hemogram parameters in professional football players—pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13) doi:10.3390/ijerph18137124.
- Kuikman, M. A., Mountjoy, M., & Burr, J. F. (2021). Examining the relationship between exercise dependence, disordered eating, and low energy availability. *Nutrients*, 13(8) doi:10.3390/nu13082601.
- Li, D., Xiao, F., & Zheng, Y. (2022). Research on the inheritance and protection of data mining technology in national sports. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(13) doi:10.1002/cpe.5893.
- Lopez-Torres, O., Fernandez-Elias, V. E., Li, J., Gomez-Ruano, M. A., & Guadalupe-Grau, A. (2022). Validity and reliability of A new low-cost linear position transducer to measure mean propulsive velocity: The ADR device. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*, doi:10.1177/17543371221104345.
- Lv, C., Wang, Y., & Ma, Y. (2022). Construction of business innovation model for sports industry using a deep learning algorithm. *Soft Computing*, 26(20), 10753-10763. doi:10.1007/s00500-022-06962-8.
- Mamo, Y., Su, Y., & Andrew, D. P. S. (2022). The transformative impact of big data applications in sport marketing: Current and future directions. *International Journal of Sports Marketing and Sponsorship*, 23(3), 594-611. doi:10.1108/IJSMS-03-2021-0073.
- Mayne, R. S., Bleakley, C. M., & Matthews, M. (2021). Use of monitoring technology and injury incidence among recreational runners: A cross-sectional study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1) doi:10.1186/s13102-021-00347-4.
- Mazzeu, F. L., Bastos, F. H., Moreira, A., & Corrêa, U. C. (2021). The learning of rugby passing based on different small-sided games. *European Journal of Human Movement*, 47, 40-48. doi:10.21134/eurjhm.2021.47.5.
- Mei, Z. (2023). 3D image analysis of sports technical features and sports training methods based on artificial intelligence. *Journal of Testing and Evaluation*, 51(1) doi:10.1520/JTE20210469.
- Naraine, M. L., & Bakhsh, J. T. (2022). Optimizing social media engagement in professional sport: A 3-year examination of facebook, instagram, and twitter posts. *International Journal of Sport Communication*, 15(2), 103-116. doi:10.1123/ijsc.2021-0079.
- Ozimek, M., Ambroży, T., Krasavina, T., Lazareva, I., Popova, C., Rydzik, L., . . . Zaborova, V. (2022). Acute effects of partial range of motion resistance training and increases in blood lactate impact accuracy of penalty kicks in soccer players. *BioMed Research International*, 2022 doi:10.1155/2022/4769560.
- Phatak, A. A., Mehta, S., Wieland, F. -, Jamil, M., Connor, M., Bassek, M., & Memmert, D. (2022). Context is key: Normalization as a novel approach to sport specific preprocessing of KPI's for match analysis in soccer. *Scientific Reports*, 12(1) doi:10.1038/s41598-022-05089-y.
- Principe, V. A., Seixas-da-Silva, I. A., Gomes de Souza Vale, R., & de Alkmim Moreira Nunes, R. (2021). Tecnología GPS para controlar las demandas externas de las jugadoras de fútbol brasileñas de élite durante las competiciones (GPS technology to control of external demands of elite Brazilian female football players during competitions). *Retos*, 40, 18–26. <https://doi.org/10.47197/retos.v1i40.81943>
- Qiao, J. (2022). The application of artificial intelligence in football risk prediction. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022 doi:10.1155/2022/6996134.
- Rico-González, M., Illa, J., Nakamura, F. Y., & Pino-Ortega, J. (2022). Reducing big data to principal components for position-specific futsal training. *Perceptual and Motor Skills*, 129(5), 1546-1562. doi:10.1177/00315125221115014.
- Rocha, J. C. C., da Rocha, A. L. S., da Silva Santos Soares, G., & Correia-Oliveira, C. R. (2021). Effects of caffeine ingestion on upper and lower limb muscle power of handball players: A double-blind, placebo-controlled, crossover study. *Sport Sciences for Health*, 17(4), 1039-1044. doi:10.1007/s11332-021-00803-1.
- Ramírez-Montoya, M., & Lugo-Ocando, J. (2020). Systematic review of mixed methods in the framework of educational innovation. [Revisión sistemática de métodos mixtos en el marco de la innovación educativa]. *Comunicar*, 65, 9-20. <https://doi.org/10.3916/C65-2020-01>
- Sang, Y., & Wang, L. (2022). Physical fitness data monitoring of college students based on the internet of things and blockchain. *Frontiers in Public Health*, 10 doi:10.3389/fpubh.2022.940451.
- Song, L., & Guo, Y. (2023). Design of large-scale sports

- event management system under the internet of things CAD technology. *Computer-Aided Design and Applications*, 20, 78-88. doi:10.14733/cadaps.2023.S2.78-88.
- Souza Júnior, A. F. de, Oliveira, M. R. R. de, & Carvalho de Araújo, A. (2022). El debate de la tecnología digital en la formación continua del profesorado de Educación Física: usos y conceptos para la enseñanza y el aprendizaje (The debate of digital technology in the continuing Physical Education teacher education: uses and concepts for teaching and learning). *Retos*, 46, 694–704. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94484>
- Stockbower, K. A., Howell, D. R., Seehusen, C. N., Armento, A. M., & Walker, G. A. (2022). Sport specialization, sleep, fatigue, and psychosocial ratings: Do highly specialized athletes differ from their less specialized peers? *Physician and Sportsmedicine*, 50(5), 400-405. doi:10.1080/00913847.2021.1947736.
- Vargas-Molina, S., Petro, J. L., Romance, R., Bonilla, D. A., Schoenfeld, B. J., Kreider, R. B., & Benítez-Porres, J. (2022). Menstrual cycle-based undulating periodized program effects on body composition and strength in trained women: A pilot study. *Science and Sports*, doi:10.1016/j.scispo.2021.11.003.
- Verner, J., Brereton, O.P., Kitchenham, B., Turner, M., & Niazi, M.K. (2012). Risk mitigation advice for global software development from systematic literature reviews. Keele University. <https://doi.org/10.1049/ic.2012.0001>.
- Vijayakumar, V. A., Shanthini, J., Karthik, S., & Srihari, K. (2023). Route planning for autonomous transmission of large sport utility vehicle. *Computer Systems Science and Engineering*, 45(1), 659-669. doi:10.32604/csse.2023.028400.
- Villalon-Gasch, L., Penichet-Tomas, A., Sebastia-Amat, S., Pueo, B., & Jimenez-Olmedo, J. M. (2022). Postactivation performance enhancement (pape) increases vertical jump in elite female volleyball players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(1) doi:10.3390/ijerph19010462.
- Wang, D., & Anhouck, B. (2022). Construction of college sports teaching evaluation system under the background of big data. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2022 doi:10.1155/2022/4278058.
- Wilson, F., Ardern, C. L., Hartvigsen, J., Dane, K., Trompeter, K., Trease, L., . . . Thornton, J. S. (2021). Prevalence and risk factors for back pain in sports: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 55(11), 601-607. doi:10.1136/bjsports-2020-102537.
- Wu, G. (2022). Human health characteristics of sports management model based on the biometric monitoring system. *Network Modeling Analysis in Health Informatics and Bioinformatics*, 11(1) doi:10.1007/s13721-022-00356-4.
- Xu, H. (2022). Coordinated distribution of stadium electric load unloading based on artificial intelligence. *Energy Reports*, 8, 10594-10603. doi:10.1016/j.egyr.2022.08.207.
- Xu, W. (2022). Retraction note: Human motion capture system in sports performance based on internet of things technology and wireless inertial sensor (EURASIP J. adv. signal process., (2021), 2021, (93), 10.1186/s13634-021-00799-3).
- Yuan, J. (2023). Clustering and evolution of international sports field based on multi-sensor fusion technology doi:10.1007/978-981-19-3632-6\_89 Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
- Yung, K. K., Ardern, C. L., Serpiello, F. R., & Robertson, S. (2022). Characteristics of complex systems in sports injury rehabilitation: Examples and implications for practice. *Sports Medicine - Open*, 8(1) doi:10.1186/s40798-021-00405-8.
- Żarnowski, A., Jankowski, M., & Gujski, M. (2022). Use of mobile apps and wearables to monitor diet, weight, and physical activity: A cross-sectional survey of adults in Poland. *Medical Science Monitor*, 58 doi:10.12659/MSM.937948.
- Zhang, Y., & Zhao, J. (2023). Integrating the internet of things and computer-aided technology with the construction of a sports training evaluation system. *Computer-Aided Design and Applications*, 20(S2), 89-98. doi:10.14733/cadaps.2023.S2.89-98.
- Zhao, P., & Dong, G. (2022). Analysis of the optimal shooting angle in football matches based on network data mining. *Optik*, 270 doi:10.1016/j.ijleo.2022.169925.