

Estado del arte sobre la inteligencia artificial para la gestión deportiva

Miguel José Criado Torres

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director:

Edna Rocío Bravo Ibarra

Doctora en administración de empresas

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A Dios quien me brindó todo lo necesario para ser un estudiante UIS y culminar este proceso con éxito en mi alma mater.

A mis señores padres y mis hermanos quienes siempre me otorgaron el apoyo sin importar la situación en que se encontraban y por ellos es este título.

Agradecimientos

A mis padres que trabajaron fuertemente para dar a su hijo lo que ellos no tuvieron.

A mi universidad UIS que me permitió llevar sus colores puestos en una camiseta y poner su nombre en alto, así como brindarme espacios con personas de altísimo nivel profesional.

*A todos los profesores quienes cualquiera fuesen las situaciones me dieron un consejo
para la vida y la profesión.*

*A mis colegas y amigos con quienes me formé, aprendí y recibí instrucción para poder
alcanzar esta etapa.*

Tabla de contenido

Introducción	12
1. Planteamiento del problema	16
2. Objetivos	18
2.1. Objetivo General	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. Marco teórico	19
3.1. Estado del arte	19
3.2. Análisis bibliométrico	20
3.3. Revisión sistemática de la literatura	21
3.3.1. Metodologías para la realización de una revisión sistemática de la literatura	22
3.4. Conceptualización de la gestión deportiva	24
3.5. Sustento teórico sobre inteligencia artificial	27
3.5.1. Tipos de aprendizaje	32
4. Metodología de investigación	36
5. Desarrollo investigativo	39
5.1. Identificación y preparación de la propuesta de investigación.....	39
5.2. Protocolo de investigación	40
5.3. Selección de estudios.....	43
6. Reporte y diseminación de resultados	44
6.1. Análisis bibliométrico	44

6.1.1.	Publicaciones por año	44
6.1.2.	Publicaciones por territorio nacional	46
6.1.3.	Instituciones con mayor relevancia en publicaciones	47
6.1.4.	Publicaciones por autor	49
6.1.5.	Publicaciones por revista	52
6.1.6.	Aduna de palabras clave	54
6.2.	Análisis literario	56
6.2.1.	La inteligencia artificial y su relación con el deporte	56
6.2.2.	Implementación de inteligencia artificial en la gestión del deporte	60
6.2.3.	Desafíos que propone el uso de inteligencia artificial en la gestión deportiva	84
7.	Artículo científico.....	87
8.	Conclusiones	88
9.	Recomendaciones	91
	Referencias bibliográficas.....	93

Lista de tablas

Tabla 1 Cumplimiento de Objetivos	15
Tabla 2 Metodología del proceso investigativo	37
Tabla 3 Protocolo de búsqueda inicial	41
Tabla 4 Ecuaciones de búsqueda usadas	42
Tabla 5 Criterios de selección de documentos	43
Tabla 6 Participación de países por publicaciones.....	46
Tabla 7 Instituciones con mayor participación de publicaciones	48
Tabla 8 Evaluación productiva de autores más destacados	51
Tabla 9 Revistas con mayor número de publicaciones	52
Tabla 10 Ejemplos de tecnologías avanzadas en el deporte	71

Lista de figuras

Figura 1 Finalidades de un estado del arte.....	20
Figura 2 Metodología de Kitchenham y Charles	23
Figura 3 Metodología de Tranfield.....	24
Figura 4 Jerarquía de la IA	30
Figura 5 Machine learning Vs Deep learning	31
Figura 6 Aprendizaje supervisado	32
Figura 7 Aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático	33
Figura 8 Ilustración de una red neuronal	35
Figura 9 Aprendizaje no supervisado	36
Figura 10 Fases del procedimiento investigativo	40
Figura 11 Publicaciones por año.....	45
Figura 12 Publicaciones por autor	49
Figura 13 Aduna de palabras clave.....	55
Figura 14 Proceso analítico a través de Deep Learning.....	65
Figura 15 Ejemplo de un modelo de análisis de estrategias defensivas	70
Figura 16 Flujo de decisión para movimientos de jugadores	73
Figura 17 Factores que afectan la condición deportiva	76

Figura 18 Componentes claves para la gestión de entrenamientos 80

Figura 19 Elementos en la relación de IA y deporte..... 87

Lista de Apéndices

Ver apéndices adjuntos y pueden ser consultados en la base de datos de la Biblioteca UIS

Apéndice A. Artículo científico

Resumen

Título: Estado del arte de la inteligencia artificial para la gestión deportiva. *

Autor: Miguel José Criado Torres **

Palabras Clave: Inteligencia Artificial, Aprendizaje Automático, Deporte, Rendimiento Deportivo, Revisión Sistemática.

Descripción:

El paso del tiempo nos ha dado a comprender la apremiante importancia que resulta de adoptar tecnología en actividades organizacionales y el beneficio que han otorgado los métodos automáticos para lograr resultados. La academia y la ciencia han tenido que salir de su zona de confort para hallar en la colaboración el siguiente paso a una nueva era, regida por el conocimiento y la comunicación, con un factor humano que busca hacerse más fuerte frente a un paradigma futurista que aún necesita de más años de trabajo. El presente estudio aborda los conceptos más conocidos y estudiados, según la ciencia, derivados de la tecnología precisada como inteligencia artificial en sus aplicaciones hechas a procesos deportivos, que han promovido el desarrollo de las operaciones en la gestión y la toma de decisiones de las directivas técnicas del deporte. Como resultado, el proyecto resuelve un estado del arte a través de un análisis bibliométrico de literatura científica sobre el momento que experimenta esta tecnología en el mencionado dominio. Estos, una vez categorizados según el área de mayor impacto, otorgan una perspectiva sobresaliente en el uso de redes neuronales y el análisis dinámico de datos para el planteamiento de estrategias que mejoren el rendimiento de los atletas involucrados. Asimismo, los aportes investigativos analizados, presentan una tendencia creciente y asertiva en la práctica que como consecuencia provocan muchas oportunidades de mejora para futuros trabajos y propuestas.

* Tesis de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edna Rocío Bravo Ibarra

Abstract

Title: State of Art of the Artificial Intelligence for Sport Management *

Autor: Miguel José Criado Torres **

Keywords: Artificial intelligence, Machine learning, Sport, Sport management, Systematic Review

Description:

Over time we had to understand the pressing importance that comes from adopting technology in organizational activities and the benefit that automatic methods have provided to achieve goals. The academy and science have had to leave their comfort zone to find in collaboration the next step to a new era governed by knowledge and communication, with a human factor that seeks to become stronger in the face of a futuristic paradigm that it still in the need for so many years of work to be completed. This study addresses the most well-known and studied concepts, according to science, derived from the technology specified as artificial intelligence in its applications made to sports processes, which have promoted the development of operations in the management and decision-making of the sport directives. As a result, the project solves a state of the art through a bibliometric analysis of scientific literature on the moment that this technology experiences in the domain. These, once categorized according to the area of greatest impact, provide an outstanding perspective on the use of neural networks and dynamic data analysis to propose strategies that improve the performance of the athletes involved. Likewise, the research contributions analyzed present a growing and assertive trend in practice which is consequently causing so many opportunities for improvement in future works and proposals.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director: Edna Rocío Bravo Ibarra

Introducción

La sociedad y la industria son testigos del creciente progreso que se ha impuesto en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) y que ha representado un enorme reto de adaptabilidad para todos desde mediados del siglo pasado, principalmente, no por la falta de acceso a ellas, sino por la significancia en la aplicación que estas aportan hoy en día, en una humanidad que despierta interés cada que se dan avances de tipo tecnológico, queriendo entender su funcionamiento y aplicación en búsqueda de resolver problemas y suplir necesidades. Si ahora mismo nos detuviésemos a pensar cuales han sido los cambios en la sociedad más impactantes que hemos podido presenciar a la edad que llevamos, sin duda alguna nuestros pensamientos no distarían de eventos sobre el desarrollo tecnológico y la capacidad del hombre para crear cosas antes no pensadas, ideas que en principio inspiradas por la ciencia ficción, se convierten en una realidad científica tangible y accesible para cualquier persona en el mundo. Una completa revolución que reúne el aporte de distintas ciencias trabajando en conjunto para promover cada vez un mejor estilo de vida.

El tiempo avanza y la envergadura entre el mundo actual y el completamente automatizado es menor en virtud al éxito que obtienen la ciencia y la tecnología, una alianza que acapara cada vez más atención en una sociedad que proporcionalmente se enfrenta a los cambios provocados por el fenómeno de la “revolución digital”, décadas de trabajo y mejoras tecnológicas que nos facilitan el acceso a información, a contenido en tiempo real, a plataformas, que nos conectan con cualquier persona en el mundo y se ha convertido en un activo de carácter personal que cada día aumenta su valor. (Jover, 1999) refiere que la importancia de la ciencia y tecnología aumenta exponencialmente con el paso del tiempo, en la medida que creamos una sociedad dedicada a

aplicar nuevos conocimientos a procesos productivos y de servicios, así como para la buena conducción de la vida personal.

Para el día presente la inteligencia artificial (IA), probablemente la rama de la informática que más invita a la reflexión en la tecnología moderna, no deja de ser un tema de desconocimiento para la población en general y, por el contrario, se ha vuelto un complemento vital en la vida ordinaria y para el caso actual, el dominio del deporte; la noción de la máquina que se hace de la naturaleza cognitiva del hombre, originada en la idea de comparar sus habilidades, ha levantado un sinnúmero de expectativas que hoy la hacen un elemento fundamental en el desarrollo de muchas actividades cotidianas, influyendo con su implementación en sectores como finanzas, transporte, medicina, educación, entre otras, incluso el deporte. Esta última, está adquiriendo gran relevancia gracias a esta tecnología, viéndose representada en mejoras no solo en la perspectiva misma del deportista, sino también en la experiencia del aficionado; y es que el deporte de la mano de la ciencia ha orientado a la comunidad a encontrar el mayor rendimiento integral, permitiendo alcanzar un nivel superior de eficiencia en acciones antes realizadas por el ser humano y por consiguiente promoviendo la investigación con fines a generar un deporte más seguro y armónico sin perder la objetividad del mismo. (Widarto, 2016) afirma que “la innovación es creatividad en tiempos de ejecución y el uso de la tecnología es claramente la nueva tendencia en el sector de deporte”. En otras palabras, una tecnología que evidencie una mejora para las competencias deportivas tiene también la habilidad para llevar a cabo un nuevo modelo de negocio que cree un producto o servicio que en consecuencia se transforme en desarrollo y crecimiento económico para un país.

La relación de tecnología y deporte es un bien inminente que ya lleva años desarrollándose, son aliados estratégicos en el desarrollo de actividades deportivas de nivel profesional como amateur

y ha enriquecido las labores de las directivas y cuerpo técnico, o entrenadores, en la búsqueda del mejor rendimiento a través de la toma de decisiones durante la ejecución de los procesos. “La inteligencia artificial es la disciplina que mejor se adapta a este escenario”, destaca Mario Garrido, directo de desarrollo empresarial de Olocip, compañía española dedicada a la investigación y aplicación de IA al fútbol profesional, quien explica que con esta tecnología se pueden abordar dimensiones predictivas “más allá de la mera descripción que ofrece la colección de datos” (Vellido, 2019). Ejemplo de ello, LUCA, un software que utiliza los beneficios del Big Data y la IA en provecho de los ciclistas, midiendo datos específicos de su rendimiento físico para dar retroalimentación al deportista en tiempo real y poder tomar decisiones asertivas ante cualquier situación en competencia (Telefónica Tech, 2019).

De la inteligencia artificial no se espera más de lo que ya nos ha podido sorprender por sus alcances en otras áreas, además del característico sentido evolutivo que nos impulsa a mejorar, ser usado para cambiar la dinámica de un bien cultural y económico tan valorado por cualquier nación como lo es el deporte, reconoce a sí misma el potencial que tiene de estar un paso adelante cada día más en su trabajo y aprendizaje, por ello, se espera con la presente investigación, lograr comprender y ampliar el foco visual sobre las prácticas llevadas a cabo en las gestiones deportivas de la mano de la ciencia característica de la Inteligencia Artificial.

Cumplimiento de Objetivos**Tabla 1***Cumplimiento de Objetivos*

OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Realizar una inmersión teórica en la conceptualización de los aspectos relacionados con la inteligencia artificial.	Capítulo 3
Hacer una revisión sistemática en bases de datos de carácter científico sobre inteligencia artificial con una óptica global en el deporte.	Capítulo 4
Realizar un estudio sistémico de las tecnologías basadas en inteligencia artificial emergentes para uso en análisis de gestión deportiva.	Capítulo 5
Ejecutar un análisis de resultados de la información obtenida que permitan compilar y clasificar los distintos avances, planteamientos y el desarrollo de las aplicaciones del tema en estudio.	Capítulo 6
Redactar un artículo publicable que exponga los resultados obtenidos de la investigación para una revista indexada.	ANEXO A

1. Planteamiento del problema

Históricamente, el deporte es entre pocos, uno de los sectores pioneros en darle participación a la IA, para finales del siglo pasado los jugadores de ajedrez ya sabían lo que era enfrentarse al potencial de la maquina capaz de pensar por sí misma y que tras cortas secciones de entrenamiento, llegó a superar el más alto nivel de competencia. Tanto el ajedrez, como otros deportes donde la destreza mental no estaba en el primer plano, el uso de la tecnología ha venido tomando prioridad en el proceso; pudiendo ser catalogado como un proyecto ambicioso, se ha dado prominentemente a entender como un paso de transformación necesario en la industria deportiva, con importantes instituciones del deporte invirtiendo en laboratorios de investigación y desarrollo, competiciones internacionales accediendo al uso de tecnologías para tomar decisiones, y entre otros escenarios que ya se han adaptado al cambio digital, que demuestran el autoritario dominio que propone esta transformación para las organizaciones del deporte, quienes buscan un solo objetivo, llevar al más alto nivel el rendimiento del deportista.

Pese a que aún se generan inquietudes por el uso de la IA en labores llevadas a cabo por personal humano, se ha esperado que exista un compromiso con el cambio disruptivo y a la vez inevitable que representa este campo científico para la cultura deportiva, porque en tanto que el tiempo transcurre, la capacidad de dominio del hombre irá menguando y la convivencia con los sistemas inteligentes será un elemento incesante para las directivas, los medios y el deporte en general.

Actualmente se identifica una brecha en el uso de la IA entre países de los distintos continentes, y esto pueda significar ventajas y/o desventajas en el ambiente competitivo, es necesario que los generadores de conocimiento adopten un enfoque proactivo es búsqueda de

fortalecer el desarrollo de las actividades en cada uno de los factores donde la tecnología y la ciencia juegan un papel fundamental al motivar, estimular y facilitar nuevas industrias y negocios que respondan a los requerimientos y necesidades que exige el argot deportivo (Martínez, 2018).

Como parte del desarrollo social, el aporte académico que se presenta estimula la atención en la temática favorecida queriendo llevar el conocimiento científico a una síntesis en la labor diaria de los interesados. Lo mencionado previamente fortalece la intención del presente estudio por sintetizar y analizar la información referente al uso que ha adquirido las tecnologías de IA y sus técnicas derivadas como lo son entre ellas el Machine Learning y el Deep Learning en la gestión del gremio y las prácticas que son tendencia para el desarrollo de las actividades propias de los distintos deportes, con el fin de producir un aporte investigativo unido a una visión de otros asuntos de interés asociados que se contemple en un artículo de carácter científico que capte la atención de la comunidad gestora de espacios y mejoras deportivas.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Construir un estado del arte mediante la revisión sistemática sobre el desarrollo de las nuevas técnicas de la tecnología en inteligencia artificial y su incursión en la gestión deportiva, con la finalidad de identificar oportunidades para la adopción de estos conocimientos en el progreso tecnológico de la cultura universal.

2.2. Objetivos Específicos

Realizar una inmersión teórica en la conceptualización de los aspectos relacionados con la inteligencia artificial.

Hacer una revisión sistemática en bases de datos de carácter científico sobre inteligencia artificial con una óptica global en el deporte.

Realizar un estudio sistémico de las tecnologías basadas en inteligencia artificial emergentes para uso en análisis de gestión deportiva.

Ejecutar un análisis de resultados de la información obtenida que permitan compilar y clasificar los distintos avances, planteamientos y el desarrollo de las aplicaciones del tema en estudio.

Redactar un artículo publicable que exponga los resultados obtenidos de la investigación para una revista indexada.

3. Marco teórico

3.1. Estado del arte

El estado del arte es una contribución científica de carácter crítico, que indaga, recopila y analiza información en torno a un tema en específico. Es una actividad informativa que se realiza en etapas tempranas a hacer una investigación, pues permite determinar cómo ha sido tratado un tema en concreto, cuál es su estado actual de conocimiento que se tiene sobre el tema, cuáles son los hechos a resaltar al momento en que se realiza la investigación, entre otros aspectos en el avance cronológico, con el fin de develar el dinamismo y la lógica con que se está tratando la temática de investigación (Londoño et al. , 2016). La idea de recopilación crítica de información de un área o disciplina, formaliza la finalidad de un estado del arte como un insumo para el investigador, a quien sirve de referencia, de modo que se evite duplicar esfuerzos o formular cosas ya dichas, así también, identificar errores o plantear actualizaciones en el desarrollo de una nueva investigación.

Dentro de las finalidades concebidas en la realización de estados del arte se identifican cuatro niveles. Ver figura 1.

El proceso de construcción de un estado del arte se segmenta de dos posturas filosóficas que definen la metodología en el estudio de un tema, así lo son, en primer lugar, el proceso heurístico y posteriormente el hermenéutico.

Figura 1

Finalidades de un estado del arte



Nota. El gráfico presenta los propósitos con los que se plantea la creación de un estado del arte. Adaptado de (Gómez et al. , 2015)

Ulteriormente, la hermenéutica implica la capacidad de análisis, interpretación y explicación de la información que describe el contexto que acontece en la investigación. (Londoño et al. , 2016) argumenta la necesidad de pasar de la fragmentación de la información a la síntesis del texto y de la pluralidad del pensamiento a la reflexión crítica.

3.2. Análisis bibliométrico

Alan Pritchard, quien acuñó el término por primera vez, habla de la estadística necesaria para entender los aportes escritos. (Pritchard, 1969) afirma:

La aplicación de las matemáticas y métodos estadísticos a libros y otros medios de comunicación [...] para arrojar luz sobre los procesos de la comunicación escrita y de la

naturaleza y el curso de desarrollo de una disciplina científica mediante técnicas de recuento y análisis de dicha documentación (p.348).

La ciencia como agente productor de información y conocimiento, publica resultados de investigaciones bajo una conducta de carácter científica y ética por brindar el acceso de dicha información a la comunidad en general, respetando sus derechos y de la forma más comprensible posible. Así, un análisis bibliométrico se caracteriza por ser un método documental fundamentado en el estudio del tamaño y la distribución de los documentos científicos, además de la observación de la estructura y dinámica con que la comunidad científica consume dichos contenidos e información (González de Dios & Hernandez, 1997).

La bibliometría se encuentra sumida en una amplia dimensión de características que abarcan tiempos distintos, tamaños, actividades, calidad, impacto, entre otras particularidades que hace imposible su evaluación mediante un indicador simple. Esta ciencia logra sus propósitos, según (Sancho R. , 1990), aportando información cuantitativa y cualitativa de las publicaciones como la productividad de los autores, el número de autores, la distribución de su producción científica, referencias, la cantidad de citas obtenidas, entre otras. Todo esto tratado como datos estadísticos, facilitan la comprensión de la información por parte del investigador y permiten clasificar los intereses que se desean consultar.

3.3. Revisión sistemática de la literatura

Una revisión sistemática de la literatura (SLR, por sus siglas en inglés) se toma como un diseño de investigación observacional y retrospectivo, que sintetiza los resultados de múltiples investigaciones primarias, que exige un método riguroso y explícito para la identificación, evaluación crítica y síntesis de la evidencia obtenida. (Beltran, 2005)

En otras definiciones se puede encontrar lo planteado por autores representativos en el análisis de documentos escritos:

Una revisión sistemática de la literatura es un medio para identificar, evaluar e interpretar toda la investigación pertinente disponible a una pregunta en particular de investigación, o temática de interés. Los estudios individuales que contribuyen a una revisión sistemática se llaman estudios primarios; una revisión sistemática es una forma de estudio secundario (Kitchenham et al. , 2009, p.7).

Identificar vacíos en investigaciones actuales, sugerir hipótesis para investigaciones futuras y proveer un marco de trabajo o antecedentes para posicionar nuevas actividades investigativas son algunas de las razones por la que una SLR juega un papel importante al momento de asentar bases en la realización de estados del arte, así también, catalogan estas revisiones como altos estándares de calidad de la información en muchos campos del conocimiento.

Las revisiones de la literatura, que pueden ser bajo un enfoque cualitativo o cuantitativo, declaran un prominente nivel de planeación que reduzca el nivel de error y la baja calidad en la información a usar, por tal razón, son contribuciones al conocimiento presente que ya se percibe sobre una temática que da luz a hallazgos únicos cuando los datos son analizados como un todo y no en la simple lectura de documentos aislados (Velasquéz, 2014).

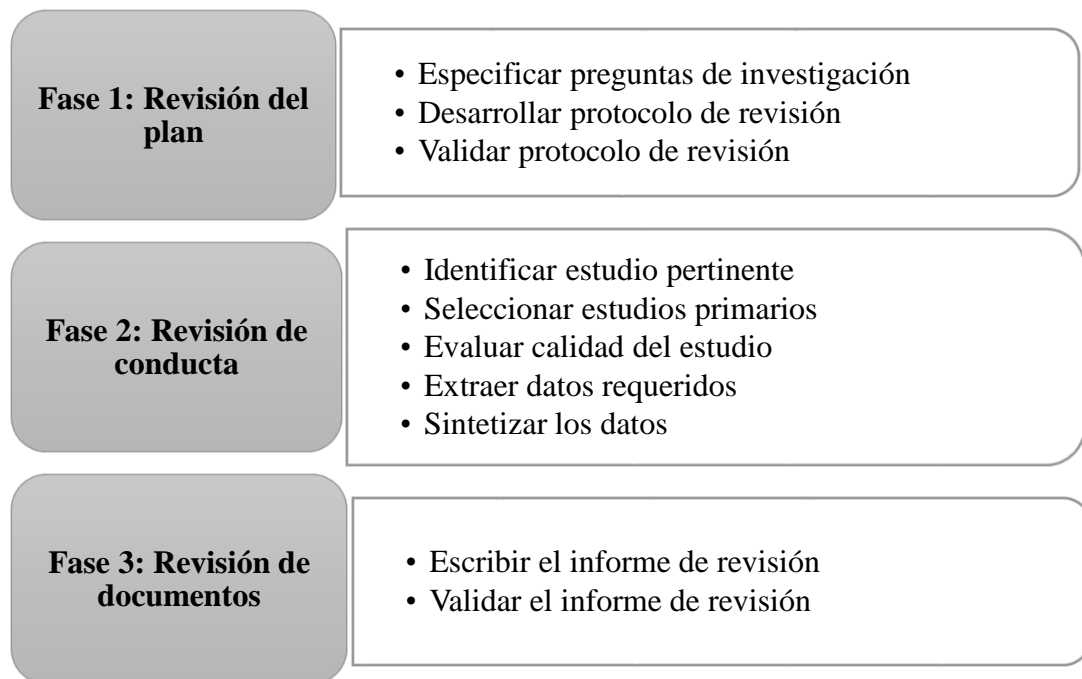
3.3.1. Metodologías para la realización de una revisión sistemática de la literatura

De entre las metodologías más destacadas al desarrollar una revisión a la literatura se presentan las de mayor relevancia teniendo en cuenta el carácter de la investigación presente.

3.3.1.1. Metodología de Kitchenham y Charters. Es una metodología basada en las guías existentes para el desarrollo de revisiones bibliográficas en las áreas de Ciencias Humanas y Medicina, que en últimos periodos se han propuesto adaptaciones para otros campos como la ingeniería. Ver figura 2.

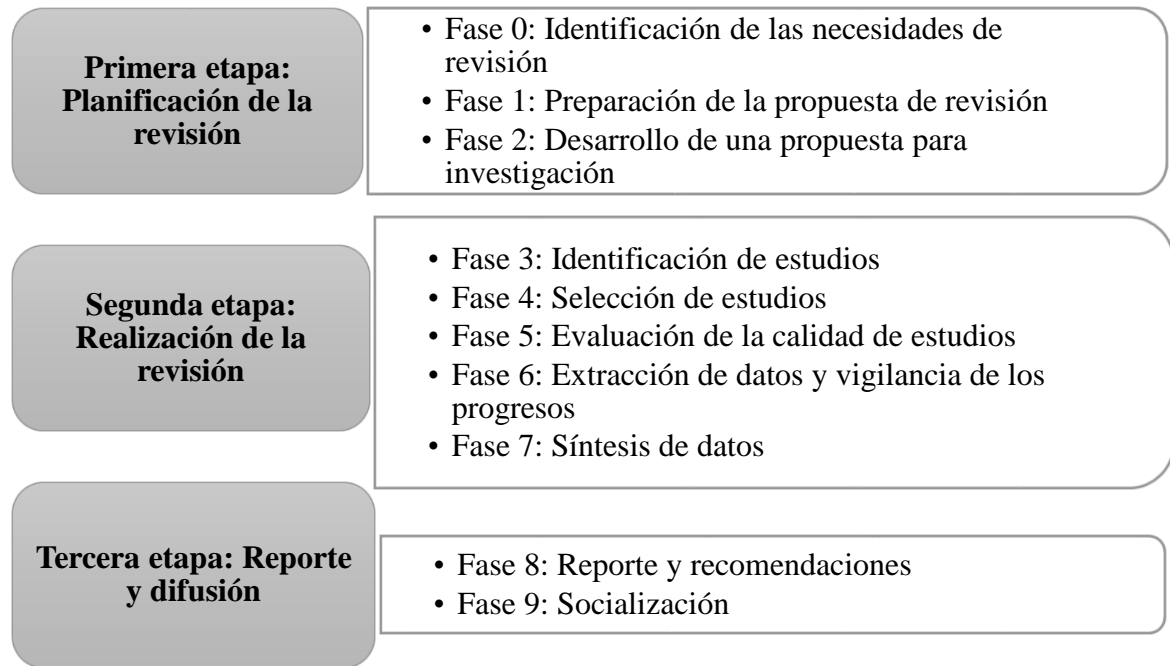
Figura 2

Metodología de Kitchenham y Charles



Nota. La ilustración refiere a la metodología planteada por Kitchenham y Charters para la realización de una revisión sistemática de la literatura. Adaptado de (Kitchenham et al. , 2009).

3.3.1.2. Metodología de Tranfield. Al igual que Kitchenham y Charters, el profesor David Tranfield planteó una adaptación al método original enfatizando su implementación en el campo del a gestión de las organizaciones. En su propuesta muestra una metodología con un orden por etapas bastante similar a la metodología anterior quienes han sido catalogadas como dos de las más representativas. Ver figura 3.

Figura 3*Metodología de Tranfield*

Nota. La ilustración refiere a las a que componen la realización de una revisión sistemática de la literatura según metodología planteada por Tranfield. Adaptado de (Tranfield et al. , 2003).

3.4. Conceptualización de la gestión deportiva

El término de gestión deportiva alude al conjunto de actividades o proyectos relacionados con la planificación, evaluación y acción de las labores del área del deporte. La finalidad de esta es dar dirección y las herramientas necesarias para el desarrollo de los deportistas, así también de dotar a las entidades subsecuentes de sistemas adecuados para hacerlas flexibles y ágiles ante cualquier situación que se presente en torno a ellos, ya sea desde una perspectiva interna de la institución como desde el exterior de esta (Amerike, 2019).

La gerencia deportiva tiene el propósito de crear un ambiente para el éxito por medio de programas que promocionen las habilidades del talento humano involucrado en sus actividades;

promover escenarios de entrenamiento y competencia que impulsen el rendimiento y la vinculación con demás instituciones del mismo dominio que apoyen al desarrollo del personal profesional y juvenil al mismo tiempo que se lleva un control de este, es uno de los campos de acción que generan mayor atención en este concepto; las responsabilidades que enmarcan la labor de esta, tienen su justificación en la toma de decisiones que han de ser fundamentales para el desarrollo de los fines deportivos planteados, funciones en áreas como el marketing y la comunicación, así también en la contratación y acceso a las nuevas metodologías que aumenten el crecimiento de sus instalaciones.

Así, se puede considerar que existen tres procesos principales en la gestión deportiva. La planeación de la actividad, del recurso y del producto deportivo, complementariamente, todo aquello relacionado con la ejecución de las actividades y finalmente el análisis de los resultados. Este último también con una conexión hacia la investigación en la gestión del deporte, en áreas como los efectos sociales, económicos, éticos y administrativos que surgen en el curso del tiempo (Damon et al. , 2011).

Con el paso de los años, se han gestado múltiples oportunidades en beneficio de las organizaciones deportivas para identificar la necesidad de adoptar criterios en el proceder de sus actividades. La gestión del deporte pretende una búsqueda, más que simplemente de rentabilidad económica, en toda su amplitud de entornos y el alcance, argumenta (Sancho J. A., 2013), así lo aspectos educativos, sociales, ambientales y políticos son también de interés para el actuar gerencial en los deportes. Un gestor del deporte o empresa gestora, es la encargada de tomar decisiones en base a conocimientos específicos y relativos al deporte que den resultados eficientes en los objetivos planteados; no obstante, las relaciones empresariales, la administración, las finanzas y la ética, son entre otros, parte del portafolio de conocimientos que involucran las

actividades gestoras del deporte. (Orb, 2004) afirma “la calidad de la labor de gestión deportiva está condicionada tanto por la actuación de los directivos como por la multiplicidad de factores que intervienen en el proceso de la tarea” (p.3). De esta manera es posible lograr una aproximación transparente en la actividad con una calidad prometedora.

La labor de la gerencia deportiva introduce también una serie de actividades que resaltan la importancia de esta área, que, aunque no se cuente con un modelo estandarizado en su diario proceder, son capaces de coordinar eventualidades de magnitud competitiva alrededor del mundo, ejemplo de ello son las competiciones mundiales, olímpicas, intercontinentales, entre otras, muchas de las que hoy día vemos a través de la televisión o de las que incluso como participantes y servimos de insumo para sus decisiones. Así mismo, sobre ella recae la responsabilidad de encaminar a un ambiente de investigación y estudio que permita el mejoramiento de sus propias actividades, como también, que fortalezcan el deber ser de su labor.

Como un apartado en la investigación, el término en América Latina ha sido de gran parecer recientemente para las entidades destinadas a promover espacios culturales y deportivos en los distintos países, las grandes organizaciones y departamentos gubernamentales son conscientes del impacto que ha generado el interés de las personas por los deportes desde hace un par de años, esparciendo un beneficio general a áreas como la educación y la ciencia. Así lo complementa un estudio del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que sostiene que pese a estar en un menor progreso que los países desarrollados, América Latina presenta una relación de difusión cada vez mayor en la implementación de nuevas tecnologías (UNINI, 2018).

3.5. Sustento teórico sobre inteligencia artificial

El presente apartado presenta un recurso conceptual para la comprensión del presente trabajo de investigación, partiendo de la complejidad y diversidad de algunos términos que se relacionan con la temática en estudio, se exponen las terminologías con mayor envergadura para la comprensión de la inteligencia artificial en cualquiera sea la disciplina que se esté aplicando.

A la fecha es difuso poder emitir un concepto que defina absolutamente lo que es la inteligencia artificial (IA) a razón del importante impacto que esta expresión ha consumado en los diferentes campos y/o disciplinas del conocimiento; esta, bien catalogada y estudiada por la ciencia, ha pasado de ser un concepto más a fascinar a muchos, hoy en día expertos, que convergen hacia el problema del cerebro y la conciencia (Hardy, 2002), un tema que ni aún el mismo hombre ha podido resolver en su totalidad sobre las maravillas que ocurren en el cerebro en la interacción diaria y todavía más cuando a procesos de aprendizaje se refiere.

Su definición se origina en la idea de la capacidad que puede llegar a tener máquina para pensar por sí misma. Un comentario que en primera instancia causó duda e interés en muchos científicos de la época, pero fue hasta 1956 cuando Jhon McCarthy en compañía de otros referentes como Marvin Minsky y Claude Shannon, acuñó una definición y la describió como *“la ciencia e ingeniería de hacer máquinas inteligentes”*, afirmación que causó un gran impacto en el ámbito tecnológico y ha producido gran cantidad de nuevos aportes y cuestionamientos. Adicionalmente, la IA ha motivado la aparición de teorías que aluden la relación natural del cuerpo con el espíritu a la relación entre la máquina y sus programas (Hardy, 2002).

La también definida rama de la informática que se ha dado por objetivo el estudio y análisis del comportamiento humano es actualmente una de las temáticas de mayor relevancia, no solo por

la condición tecnológica que representa sino también en lo ético y cultural; así mismo, ha permeado en la vida cotidiana de la sociedad por ende es un término que ha de ser conocido o al menos escuchado por todos. Cabe mencionar que el alcance de la IA no se limita simplemente a sacar el mayor provecho en la capacidad de las máquinas (computadoras) al procesar cantidades superiores de datos en tiempos mínimos o cualquier proceso mecánico en el que se requiera una persona. Su campo pretende imitar tantas capacidades mentales del ser humano como sea posible, e incluso, llegar a superar el ingenio humano en estos aspectos; esto da a entender que el mayor rival no es la suficiencia de las máquinas por adaptarse sino la incapacidad del ser humano por lograr aprovechar al máximo todos los recursos con los que cuenta (Torres, 2016).

Actualmente, la inteligencia artificial es la suma de muchos segmentos de conocimientos especializados, en su mayoría de carácter computacional, a los cuales debe su desarrollo y expansión multidisciplinaria. Sus estudios han sido concentrados en pilares fundamentales como son los algoritmos genéticos, mecanismos de optimización para el aprendizaje guiados por una serie de pasos, las redes neuronales artificiales como un sistema conexionista que imita el funcionamiento del cerebro orgánico por medio de la transmisión de señales y la lógica formal, que asemeja el pensamiento abstracto por naturaleza del hombre.

La inteligencia artificial es un término que podríamos catalogar como “de moda”, sin un dictamen universal, que expande su alcance a todo lo que pueda ser relacionando con procesos automatizados que aprenden con el tiempo y no requieren, o en muy poco, de la intervención humana. Más específicamente, muchos autores se refieren a la IA como débil o fuerte. Por un lado, la IA débil, particularmente con la que más interactuamos y conocemos hasta la fecha, es una inteligencia de máquina destinada a la elaboración de tareas específicas, gran parte de sus labores ha traído un beneficio para el hombre al lograr automatizar procesos que naturalmente consumen

tiempo y recursos, así, esta ha sido mayormente desarrollada y usada por las organizaciones. Como ejemplo de ellos son algunos de los asistentes virtuales que usamos en nuestros dispositivos móviles para los quehaceres diarios, del mismo modo, son catalogados los más avanzados desarrollos de algoritmos de inteligencia artificial que los investigadores científicos usan para resolver problemas; su capacidad de resolución esta finitamente definida por las capacidades del hombre de modo que no puede, en teoría, superarse en gran medida para lo que ha sido creada desde un inicio. Por el otro lado, la IA fuerte, también conocida como inteligencia artificial general, relaciona un punto “futurista” donde se crea un sistema con capacidades cognitivas humanas, capaces de desarrollar una inteligencia suficiente que le permita dar soluciones a problemas desconocidos, tanto como pueda realizar un desempeño humano natural ligado a una mejora artificial que lo hace mejor. A todo esto, Felipe Tobar, investigador de del Centro de Modelamiento Matemático de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de Chile afirma lo siguiente (Ramirez, 2020):

estrictamente hablando la IA fuerte no la hemos logrado y parece imposible con la tecnología actual. La débil también, porque es imposible hasta ahora construir una máquina que interactúe tú a tú con un humano, por lo que la única forma de que existan es reducir el espacio en el que son evaluadas a una sola actividad, no a los miles que son propias de un día cotidiano de una persona (p.1).

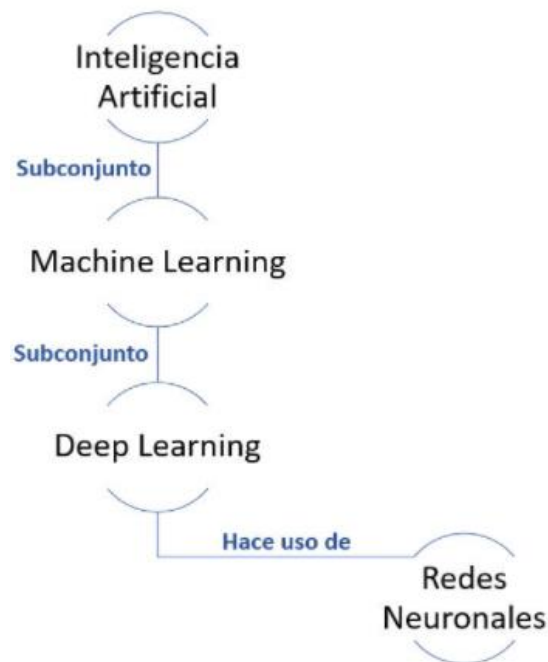
A continuación, algunos de los ejemplos de inteligencia artificial que han logrado un mayor interés en la comunidad:

Machine Learning, o aprendizaje automático, es la disciplina científica que busca conseguir que un sistema actúe por sus propios medios sin la necesidad de ser programado o interferido por la mano del hombre. Esta rama de la IA se encarga de suministrar a las

computadoras la habilidad de identificar patrones entre masas de datos para poder tomar decisiones o hacer predicciones por sí misma. Entre algunos ejemplos no encontramos con los asistentes de recomendación digital, motores de búsqueda, redes sociales, coches autónomos, programas de diagnóstico médico, etc. Además, sobresale de su capacidad para adaptarse a los cambios en los datos a medida entran al sistema (BBVA, 2019). El vínculo existente entre el machine y el Deep learning se presenta gráficamente en la figura 4.

Figura 4

Jerarquía de la IA



Nota. Estructura general que compone la inteligencia artificial. Tomado de (Tecnologías disruptivas, s.f.).

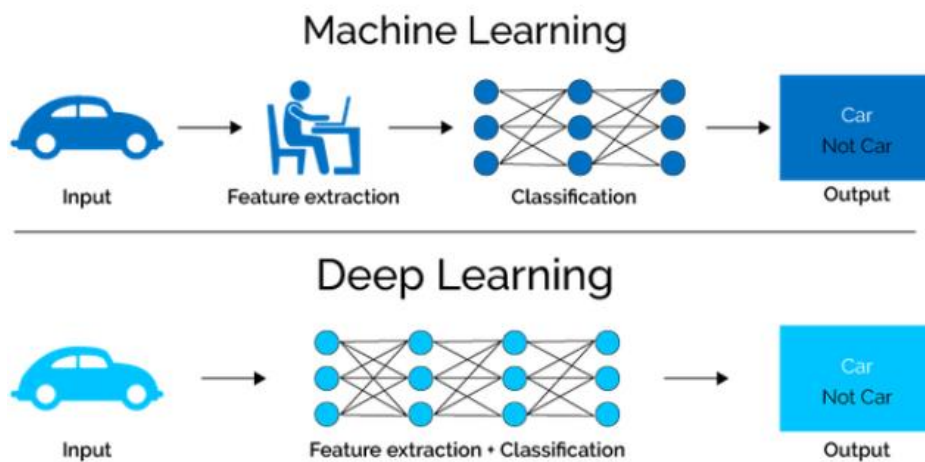
Deep Learning, o aprendizaje profundo, es un subconjunto del aprendizaje automático que puede ser calificado como la automatización de la analítica predictiva o como la idea de imitar el comportamiento humano por medio de software y hardware para crear una IA pura (Arteaga, 2015). Es utilizado comúnmente en problemas más sofisticados donde los métodos tradicionales

de aprendizaje no logran el desempeño esperado. A través de este se crean sistemas con gran número de capas compuestas de redes neuronales encargadas cada una de un nivel de abstracción de información diferente, así, un conjunto de capas ocultas logra hacer un proceso de reconocimiento que brinda la información necesaria a la capa final para poder emitir una decisión con éxito.

Gran parte de las técnicas de aprendizaje automático tradicionales son caracterizadas debido a que su funcionalidad es reducida por un experto en el dominio al menor nivel de complejidad de modo que puedan ser comprendidas rápidamente por los algoritmos que se usan, sin embargo, y como la mayor ventaja del aprendizaje profundo, estos no requieren que interfiera experiencia externa ya que aprenden de manera incremental sobre los datos que se les presentan, tal como lo describe la figura 5.

Figura 5

Machine learning Vs Deep learning



Nota. La figura presenta un comparativo entre ambos derivados de la IA en el procesamiento de la información.

Tomado de (Cruise, 2019)

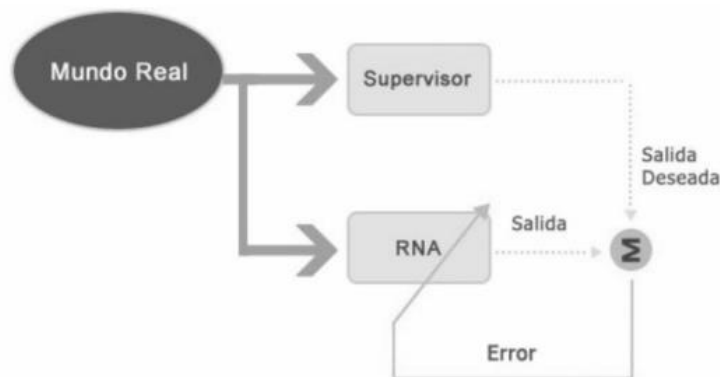
3.5.1. Tipos de aprendizaje

Las técnicas de aprendizaje automático se dividen en tres categorías:

3.5.1.1. Aprendizaje supervisado. Son algoritmos con un aprendizaje previo a través de una metodología de datos etiquetados que le permite hacer diferenciación al momento de tomar decisiones y hacer predicciones (p. ej., detector de spam, fraudes). Comúnmente aplicado en procesos de predicción y clasificación general, requieren de dos conjuntos de información para ser aplicados: un set de entrenamiento y uno de prueba, este último utilizado para aprender las características de diferenciación que validen el rendimiento de estos algoritmos (Alhojely, 2016).

Figura 6

Aprendizaje supervisado

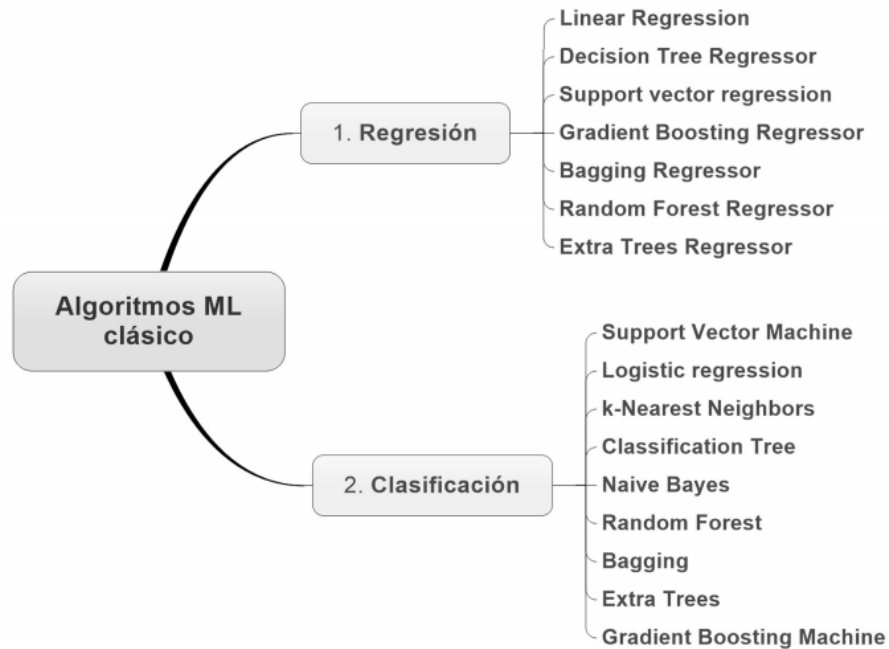


Nota. El gráfico muestra el flujo de información en las técnicas de aprendizaje supervisado. Tomado de (Caicedo Bravo & Lopez Sotelo, 2009)

Un aspecto importante para tener en cuenta, resalta el desempeño que tienen estos algoritmos para ser usados en la clasificación o la predicción. Aquí, la variable de salida que esté ligada al problema a resolver, ya sea de carácter cualitativo o cuantitativo, determinará el uso de un modelo de aprendizaje específico para su resolución. (Mora, 2020) lo representa en la figura 7.

Figura 7

Aplicaciones de técnicas de aprendizaje automático

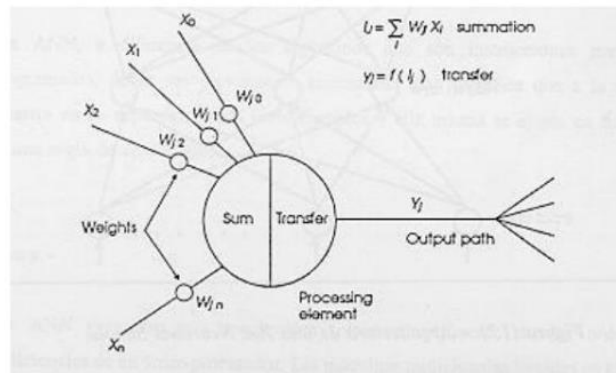


Nota: El gráfico presenta algunos algoritmos mayormente usados en aplicaciones para ingeniería. Tomado de (Mora, 2020)

Algunas técnicas de aprendizaje supervisado destacan por sus aplicaciones son:

- Redes KNN (K-Nearest Neighbor): su idea principal está en que el valor o la clase de una observación nueva se determina por los valores que lo rodean. Es decir, almacena objetos de entrenamiento y extrae los elementos más parecidos al nuevo objeto para clasificarlo (TUDELA, 2016).
- Regresión logística: algoritmo de clasificación binaria que estima la probabilidad que una observación pertenezca a un conjunto específico. Haciendo uso de la función logística (Sigmoid) estos algoritmos estiman la relación existente entre variables dependientes e independientes al problema (Pico, 2018).

- Support Vector Machine (SVM): es un algoritmo clasificador que transforma los datos para encontrar un límite diferenciador entre los posibles resultados. Un clasificador discriminativo formalmente definido que garantiza un resultado óptimo a través de una frontera de decisión (Gamarra Torroledo & Ríos Beltrán, 2018).
- Árboles de decisión y bosques aleatorios (Random Forest): modelos formados por árboles de decisión descompuestos o profundos, que aprenden de muestras aleatorias de datos y características numéricas o categóricas con el objetivo de aumentar la predicción por medio de los nodos de decisión.
- Clasificadores Bayesianos: algoritmos clasificatorios que usan el teorema de Bayes para determinar probabilidades de estados futuros bajo el supuesto de que cada variable es independiente en el problema. Estos a su vez son rápidos de entrenar y eficientes para estimar resultados pues no están influenciados por parámetros iterativos para realizar pronósticos (Catanzarite, 2018).
- Redes neuronales: son un conjunto de unidades elementales conectadas por una estructura de red concreta que lleva y procesa la información desde una capa de entrada hasta una de salida. Es el concepto que fundamenta la mayor parte de las técnicas programadas para aprender automáticamente. El elemento procesador es la unidad principal de una red neuronal donde cada una está definida por parámetros y funciones matemáticas como lo presenta la figura 8.

Figura 8*Ilustración de una red neuronal*

Nota. El gráfico ilustra los componentes de la unidad de procesamiento de una red neuronal. Tomado de (Olabe, 2008)

3.5.1.2. Aprendizaje no supervisado. Algoritmos sin previo conocimiento, entrenados a través de la observación y la capacidad misma para identificar patrones en el conjunto de datos que se le proveen (p. ej., campañas de marketing, redes sociales). Algunas técnicas de aprendizaje no supervisado destacan:

- K- means Clustering
- Principal Component Analysis
- Mapas autoorganizados (SOM, por sus siglas en inglés)

Figura 9*Aprendizaje no supervisado*

Nota. El grafico muestra el flujo de información en las técnicas de aprendizaje no supervisado. Tomado de (Caicedo Bravo & Lopez Sotelo, 2009)

3.5.1.3. Aprendizaje por refuerzo. Algoritmos de IA planteados para definir estrategias por medio de la experiencia misma en la interacción con los datos, así mismo, después de cada acción realizada el sistema recibe retroalimentación (p. ej., reconocimiento facial). Entre las técnicas que más destacan:

- Procesos de decisión de Markov (MDP, por sus siglas en inglés)

4. Metodología de investigación

El presente estudio adopta la metodología propuesta por (Tranfield et al. , 2003) para la realización de revisiones sistemáticas de la literatura en el análisis de la gestión. Haciendo uso de este método se da cumplimiento a los objetivos en la identificación, síntesis y análisis de la información encontrada de la siguiente forma. Ver tabla 2.

Tabla 2*Metodología del proceso investigativo*

Objetivos específicos	Actividades	Descripción
Realizar una inmersión teórica en la conceptualización de los aspectos relacionados con la inteligencia artificial.	Contextualizar en un marco teórico preliminar.	Abordar conceptos básicos para la interpretación de la temática de investigación y entender la aplicabilidad de la IA.
	Fase 0: Identificación de necesidades de revisión.	Reflejar la situación actual de la temática para identificar los aspectos claves de estudio y justificar la necesidad de una investigación en el tema.
<p>Planeación de la revisión</p> <p>Hacer una revisión sistemática en bases de datos de carácter científico sobre inteligencia artificial con una óptica global en el deporte.</p>	Fase 1: Preparación de una propuesta para revisión.	Llevar a cabo una revisión preliminar de la literatura, logrando una perspectiva de la temática que aclare el enfoque mediante la definición de las preguntas de investigación, así como las palabras claves para la consulta de estudios científicos.
	Fase 2: Desarrollo de una propuesta para investigación.	Establecer los protocolos y criterios bajo los cuales se desarrollará la consulta y análisis de estudios primarios que soportarán la revisión de la literatura.

Continuación Tabla 2

Objetivos específicos	Actividades	Descripción
	Fase 3: Identificación de estudios.	Realizar la consulta de documentos a través de la ecuación de búsqueda implementada en las bases de datos seleccionadas con sus respectivos criterios de inclusión y exclusión.
	Fase 4: Selección de estudios.	Extraer un primer filtro de publicaciones que cumplan los requisitos planteados para ser posteriormente evaluados de carácter individual en sus aportes.
Realización de la revisión Realizar un estudio sistémico de las tecnologías basadas en inteligencia artificial emergentes para uso en análisis de gestión deportiva.	Fase 5: Evaluación de la calidad de los estudios.	Determinar la calidad de cada estudio seleccionado mediante la lectura crítica de resumen, título y objetivos con la finalidad de recopilar los estudios definitivos que soporten con información relevante los objetivos de la investigación.
	Fase 6: Extracción de datos y vigilancia de los progresos.	Hacer uso de software de análisis para la examinación precisa de la información definitiva (para este caso se usó VOSviewer) y de herramientas ofimáticas para hacer el análisis bibliométrico de la información obtenida.

Continuación Tabla 2

Objetivos específicos	Actividades	Descripción
Realización de la revisión	Fase 7: Síntesis de los datos.	Sintetizar y organizar la información extraída de las referencias científicas y reconocer las relaciones entre los estudios de forma sistémica para dar cabalidad a los objetivos y preguntas planteadas.
Realizar un estudio sistémico de las tecnologías basadas en inteligencia artificial emergentes para uso en análisis de gestión deportiva.		
Reporte y difusión	Fase 8: Reporte y recomendaciones	Se presentan los resultados de la actividad analítica incluidos los aportes científicos, aplicaciones y las tendencias en el uso de IA a la labor gestora del deporte, así también, el análisis bibliométrico, conclusiones y respectivas recomendaciones de la presente investigación.
Redactar un artículo publicable que exponga los resultados obtenidos de la investigación para una revista indexada.		

5. Desarrollo investigativo

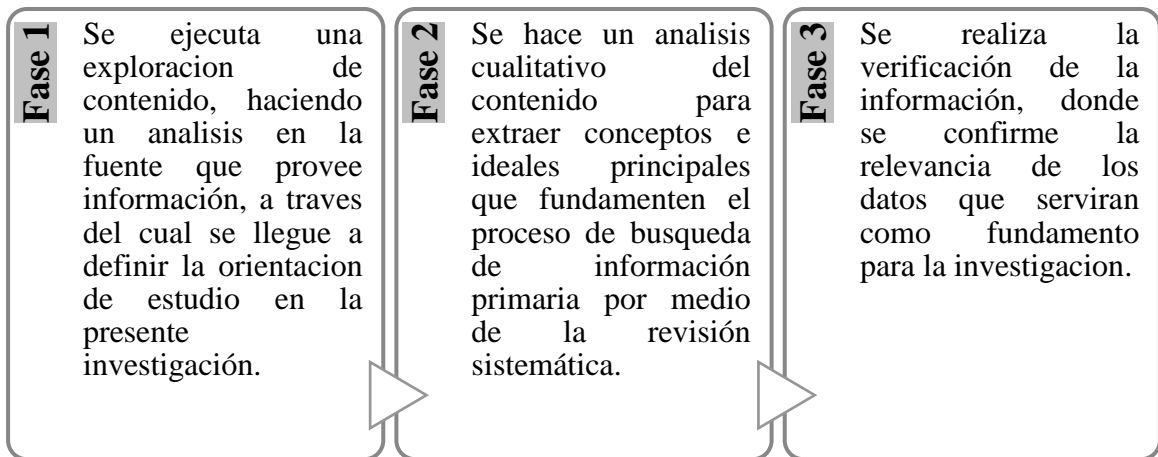
5.1. Identificación y preparación de la propuesta de investigación

Partiendo del proceso de investigación preliminar que se realizó para el planteamiento del presente estado del arte, fue necesario una exploración a través del contenido de carácter no científico o investigaciones primarias, que permitieran ampliar el panorama actual de la inteligencia artificial en la gestión del deporte, es así, como se logran fijar las terminologías de mayor relevancia para precisar el actuar con rigurosidad al momento de elegir la información base

y medir la calidad en el contenido de esta que fuese útil para los propósitos del estudio. En la figura 10, se contempla el procedimiento realizado.

Figura 10

Fases del procedimiento investigativo



Seguidamente, se formula una ecuación de búsqueda que permita una inmersión literaria limitada a la inteligencia artificial para el deporte, logrando identificar mediante criterios de calidad, estudios científicos que soporten esta investigación y por consiguiente le den la validez competente al estudio para poder formalizar los objetivos definidos. Por lo anterior, se precisó definir la pregunta de investigación que guíe la estructura del contenido así: ¿Cuál es el estado actual en el uso de técnicas de inteligencia artificial a los procesos dedicados a la gestión del deporte?

5.2. Protocolo de investigación

En la definición de la muestra documental para garantizar la suficiente identificación y validación de los resultados planteados, se ha realizado una observación previa a través de la web, así también haciendo uso de algunas editoriales científicas y bases de datos referenciales

suministradas por la comunidad científica como son EBSCO Host, Scopus y Web of Science (WoS) para definir las características y criterios de búsqueda como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Protocolo de búsqueda inicial

Criterio	Descripción
Base(s) de datos	Scopus, Web of Science, EBSCO Host
Periodo de tiempo	2016-2020
Idioma	Inglés
Campos de búsqueda	Tema, Título, Palabras clave
Terminología de búsqueda	Artificial intelligence, Automated intelligence, Sport, Sport management, Performance

A partir de las diferentes búsquedas preliminares realizadas, se logra identificar términos mayormente referenciados en las consultas, que permiten proceder a la construcción de la ecuación de búsqueda que otorgue resultados con información relevante. Por la capacidad de análisis que presentan en su plataforma, se optó por aplicar la ecuación a las bases de Scopus y Web of Science (WoS) con el fin de obtener los aportes científicos primarios más notables.

La propuesta de esta ecuación está basada en los términos principales que describen los componentes esenciales de esta investigación, como lo es la inteligencia artificial y la gestión deportiva, introduciendo a su vez las combinaciones con los respectivos operadores booleanos que segmentaron la búsqueda. Ver tabla 4.

Tabla 4*Ecuaciones de búsqueda usadas***Ecuación de búsqueda aplicada a Scopus**

TITLE-ABS-KEY (("artificial intelligence" AND "sport* management") OR ("neural network" AND "sport* management") OR ("machine learning" AND "sport* management") OR ("deep learning" AND "sport* management") OR ("artificial intelligence" AND "sport* performance*") OR ("neural network" AND "sport* performance*") OR ("machine learning" AND "sport* performance*") OR ("deep learning" AND "sport* performance*") OR ("artificial intelligence" AND "sport* analy*") OR ("neural network" AND "sport* analy*") OR ("machine learning" AND "sport* analy*") OR ("deep learning" AND "sport* analy*") OR ("artificial intelligence" AND "sport*") OR ("neural network" AND "sport*") OR ("machine learning" AND "sport*") OR ("deep learning" AND "sport*"))

Ecuación de búsqueda aplicada a WoS

TS=(("artificial intelligence" AND "sport* management") OR ("neural network" AND "sport* management") OR ("machine learning" AND "sport* management") OR ("deep learning" AND "sport* management") OR ("artificial intelligence" AND "sport* performance*") OR ("neural network" AND "sport* performance*") OR ("machine learning" AND "sport* performance*") OR ("deep learning" AND "sport* performance*") OR ("artificial intelligence" AND "sport* analy*") OR ("neural network" AND "sport* analy*") OR ("machine learning" AND "sport* analy*") OR ("deep learning" AND "sport* analy*") OR ("artificial intelligence" AND "sport*") OR ("neural network" AND "sport*") OR ("machine learning" AND "sport*") OR ("deep learning" AND "sport*"))

Los resultados encontrados a partir de la ecuación aplicada a cada base de datos fueron, 582 documentos en Web of Science y 3.251 documentos en Scopus, para un total de 3.833

documentos contenidos como fuente de información; es necesario mencionar que hay la probabilidad que existan publicaciones contenidas en ambas bases de datos por igual debido a que cada resultado puede estar relacionado a diversas áreas de estudios contenidas en las fuentes.

5.3. Selección de estudios

Seguido al procedimiento de consulta de artículos se define como herramienta definitiva el uso de la base de datos de Scopus, una vez identificado que los artículos contenidos en la búsqueda realizada a través de la WoS están incluidos dentro de los resultados presentados en la base de Scopus. Finalmente, a estos 3.251 documentos encontrados se les aplican los criterios de inclusión y exclusión que dan como resultado una cantidad de 692 documentos, los cuales son evaluados según los criterios de calidad, por medio de la lectura crítica de título, resumen y conclusiones para seleccionar los documentos que satisfacen los requisitos necesarios para ejecutar la presente investigación y son los tomados en cuenta para el análisis bibliométrico de la literatura consultada. A continuación, se presentan los criterios aplicados para el proceso de selección. Ver tabla 5.

Tabla 5

Criterios de selección de documentos

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
✓ Documentos de tipo artículos y artículos de conferencia.	✓ Documentos que no cumplan los criterios de inclusión.
✓ Documentos publicados entre 2016-2020.	✓ Excluir artículos publicados antes del 1 enero de 2016.
✓ Únicamente artículos en idioma inglés.	✓ Excluir documentos publicados en fechas posteriores al inicio del proceso de consulta de estudios (2020)
✓ Etapa de publicación terminada.	✓ Excluir artículos que no presenten relación con temáticas de IA en el área deportiva.

Continuación Tabla 5

Criterios de calidad
✓ Documentos que proporcionen un aporte de información significativo a la investigación como fundamentación teórica, prácticas, tendencias y metodologías de aplicación de la tecnología de inteligencia artificial en el campo deportivo.
✓ Documentos que contribuyan a la integración de las técnicas de inteligencia artificial con las diferentes actividades que competen a la gestión deportiva.
✓ Documentos que identifiquen y sustenten las condiciones en las que se encuentran los avances de esta tecnología aplicados en el deporte.
✓ Documentos que expongan mejoras en la gestión de actividades deportivas a través del uso de inteligencia artificial.
✓ Documentos que presenten o especifiquen beneficios adquiridos en el rubro deportivo por la implementación de técnicas de inteligencia artificial.

En la última parte de etapa de clasificación y categorización de la información, tras lo propuesto anteriormente se han seleccionado 61 artículos finales que componen la estructura literaria de la presente investigación.

6. Reporte y diseminación de resultados

6.1. Análisis bibliométrico

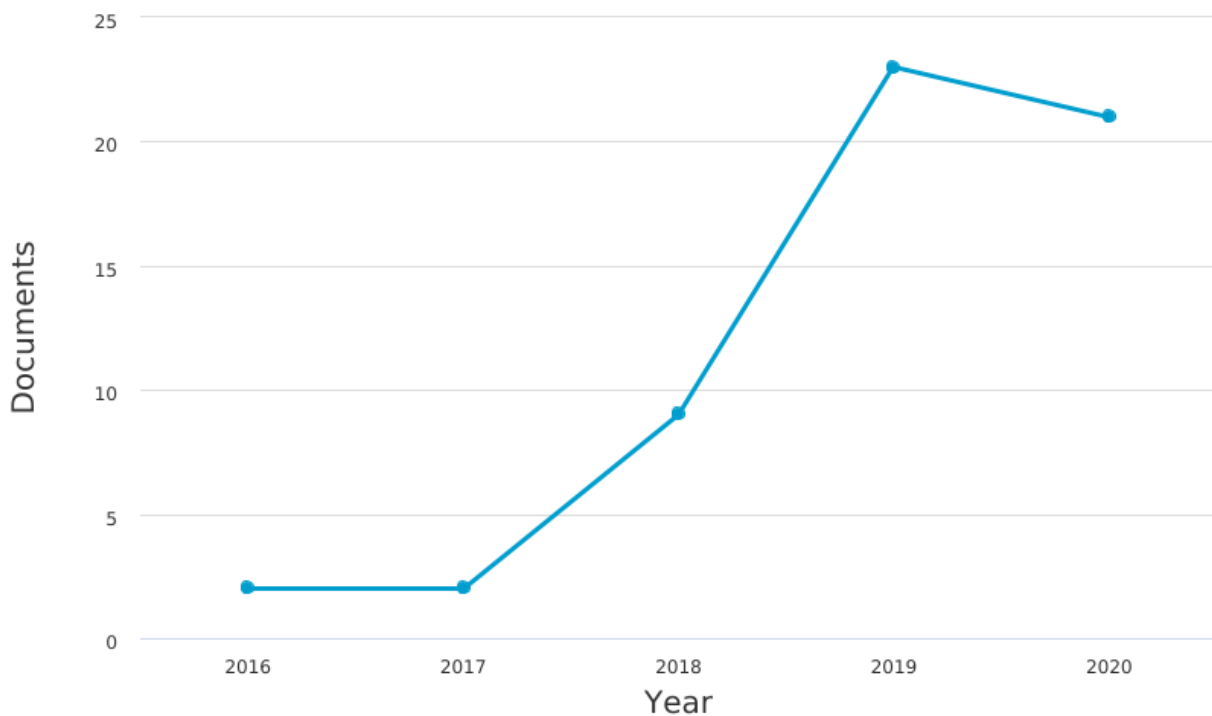
6.1.1. Publicaciones por año

En la Figura 11, se puede apreciar que en la ventana de tiempo definida para la búsqueda se ha presentado un crecimiento en el aporte de conocimiento e información que es relevante para la investigación presente. Es válido afirmar que el trayecto inicial del siglo presente ha contribuido con herramientas cada vez más útiles en la exploración de la inteligencia artificial, y en particular con el énfasis en la gestión deportiva. Al año 2019 se puede apreciar un pico de publicaciones con

23, pero sin duda alguna el año 2020 aprueba el amplio interés que se tiene hacia esta temática con un total de 21 publicaciones, teniendo en cuenta el espacio de tiempo definido hasta el mes de junio del año en cuestión, lo cual ha de resaltar que se espera que la tendencia investigativa hacia este campo siga aumentando. Se puede apreciar que durante el periodo 2016-2017 la cantidad de publicaciones en relación con la investigación no destaca tanto, manteniendo un nivel muy inferior con los demás periodos, así también en los años anteriores a 2016, donde se encuentran algunas producciones literarias relacionadas con las seleccionadas para el estudio y que pueden constituirse como una versión desactualizada a los aportes científicos que se vienen haciendo recientemente, esto debido a el potencial de aplicación que tiene la inteligencia artificial y que sigue tomando firmeza globalmente.

Figura 11

Publicaciones por año



Adaptado de Analyze Search Result. Scopus

6.1.2. Publicaciones por territorio nacional

La Tabla 6, muestra los países donde se han realizado publicaciones sobre la temática en cuestión. Se destaca sobre todo el aporte que China ha hecho, no habiendo duda de que es una potencia mundial cuando a tecnología se refiere y otros como Australia, Estados Unidos e India; países que, debido a su alto grado de desarrollo económico y tecnológico, destinan gran parte de recursos y esfuerzo humano como parte fundamental para el desarrollo socio-económico del país, así también en su interés por encontrar soluciones a procesos cotidianos a través de la aplicación de tecnologías emergentes. De la misma manera se destaca la participación de países latinos como Argentina y Perú en aportes a la ciencia de estas temáticas de esta tecnología importante como lo es la inteligencia artificial.

Tabla 6

Participación de países por publicaciones

País	Numero Publicaciones	País	Numero Publicaciones
China	17	Irán	1
Australia	6	Hong Kong	1
Estados Unidos	5	Irlanda	1
India	5	Noruega	1
Malasia	4	Perú	1
Taiwán	3	Polonia	1
Alemania	2	Portugal	1
Italia	2	Rusia	1

Continuación Tabla 6

País	Numero Publicaciones	País	Numero Publicaciones
Singapur	2	Eslovenia	1
Suiza	2	Corea del sur	1
Reino Unido	2	España	1
Argentina	1	Tailandia	1
Canadá	1	Turquía	1
Croacia	1	Ucrania	1
Egipto	1	Vietnam	1
Grecia	1		

Nota. Muy constante existen colaboraciones entre países para la publicación de un artículo. Adaptado de Online Anlyze Search Result. Scopus

6.1.3. Instituciones con mayor relevancia en publicaciones

Como se observa en la Tabla 7, las instituciones más destacadas en su participación investigativa son pertenecientes a los países líderes previamente analizados. La Universidad de Victoria con mayor participación hace destacar su capacidad científica en la temática tecnológica, pues si bien, de un total de 13.146 publicaciones realizadas a la fecha, alrededor de un 25% de sus producciones son temáticas directamente relacionadas con tecnologías de computación.

Tabla 7*Instituciones con mayor participación de publicaciones*

Institución	Numero publicaciones	País
Universidad de Victoria	4	Australia
Universidad tecnológica de Malasia	3	Malasia
Universidad La Trobe	2	Australia
Universidad de Pisa	2	Italia
Instituto de ciencias de la información y tecnología A. Faedo	2	Italia
Universidad de policía forestal de Naijing	2	China
Escuela de ingeniería de la universidad de Osmania	1	India
Instituto de ingeniería KIET-II	1	India
TransWorld University	1	Taiwán
Instituto de Educación Física de Hebei	1	China

Nota. Instituciones con mayores aportes para el presente arte. Adaptado de Online Anlyze Search Result. Scopus

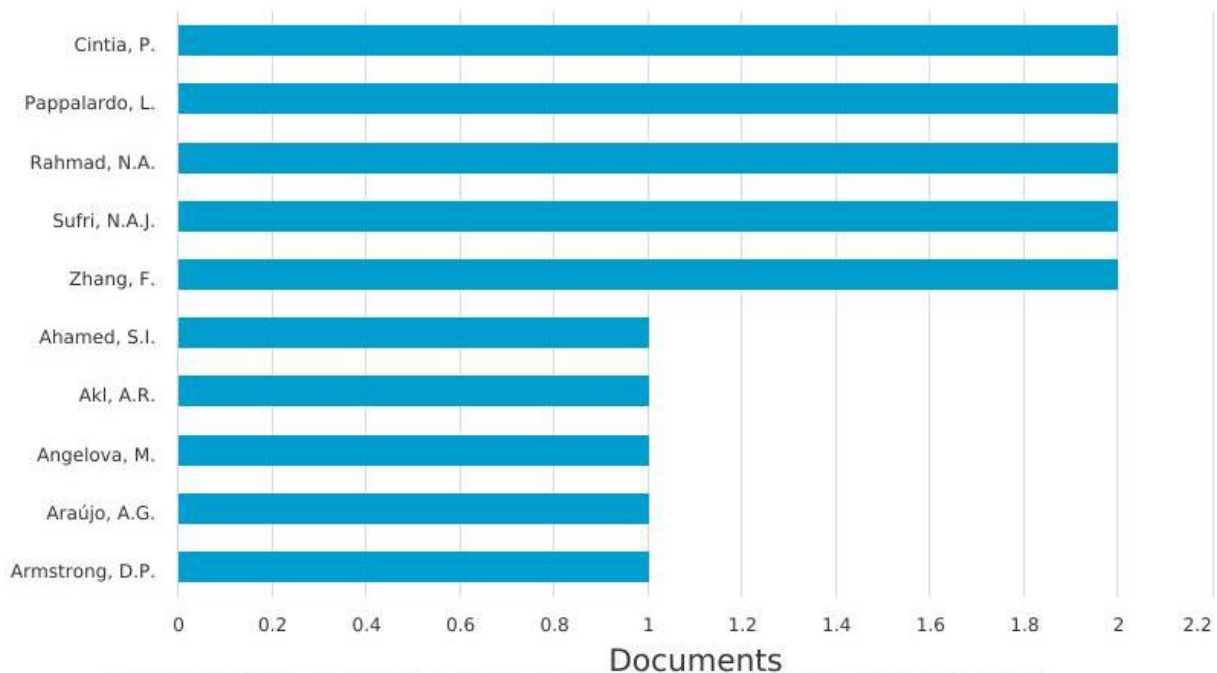
Tanto como Australia, la participación de países asiáticos es importante, entre ellos, China, que gracias a su amplia gama tecnológica y capacidad científica se ha permitido conformar diversas instituciones y centros de investigación especializados alrededor de su territorio nacional, quienes desde su propia instancia han logrado consolidar grandes aportes al conocimiento desde sus actividades individuales. A esto, se puede destacar que, como China, en donde aún es un proceso, son muchos los países que buscan expandir su portafolio científico alrededor de cada

continente, promoviendo este como una práctica académica de interés en búsqueda no solamente de riqueza en materia de conocimiento, sino también en el carácter social de cada país.

6.1.4. Publicaciones por autor

Figura 12

Publicaciones por autor



Nota: Autores más representativos en la publicación de artículos para la presente investigación. Adaptado de Online Analyze Search Result. Scopus

En la Figura 12, se aprecia que son 5 los autores con mayor participación en el aporte científico de los artículos que son representativos para la investigación presente, cada uno de ellos con dos aportes a la literatura seguido claramente de los demás autores con una participación de publicaciones. Se analizó también la trascendencia individual de estos autores a través de algunos indicadores para así inferir en la calidad de la labor investigativa que estos han realizado en su trayecto. Para este análisis se tuvo en cuenta la trayectoria de aportes de cada autor durante el

periodo de tiempo definido inicialmente para la realización del análisis bibliométrico, teniendo en cuenta que existen autores con una antigüedad significativa como también otros que han realizado sus primeros aportes en esta temática.

Adicionalmente, en la Tabla 8, se aprecian algunos descriptores individuales de estos autores que permiten realzar una vez más la participación de los países líderes, y se hace uso de dos indicadores de impacto para estimar la calidad del trabajo científico que ha surgido de cada autor. En primer lugar, el índice de productividad (IP), una métrica bibliométrica que destaca la capacidad productiva de un autor en la comunidad científica y es regida por La Ley de Lotka, así también en segunda instancia el índice-h, una medida de impacto de la calidad de las producciones científicas de autores en base a las citas obtenidas. En el análisis se detecta que estos autores, presentan una relación directa en cuanto a las áreas de investigación en las que se desempeñan, lo que permite dar efectividad a las observaciones realizadas teniendo en cuenta que cada área tiene un comportamiento diferente en su desarrollo científico. Se aprecia que la mayoría de los autores tienen un IP de 1 o cercano al mismo, por ejemplo, Pappalardo, Luca, quien con un 1.397 describe su alta participación en publicaciones científicas durante los últimos 5 años con 25 artículos, así también la relevancia que estas publicaciones han tenido para la comunidad científica presentando un índice-h de 8, lo cual alude a sus 151 citas en estos últimos años y lo ubica como un autor con alta relevancia para la literatura científica. En otro caso como el de Zhang, Fan, quien, por ser un autor reciente en aportes a la literatura, no presenta índice de citas que aclaren su impacto, pero aun así en poco tiempo ha sido participe de múltiples aportes al conocimiento. Sobre esto, es necesario aclarar que el análisis es comprendido en función a la información que está contenida en la base de datos de Scopus y que, a pesar de comprender una amplia gama de colección

bibliográfica, es posible que en algunos casos no se vean reflejadas algunas citas hechas a los autores.

Tabla 8

Evaluación productiva de autores más destacados

Autor	País	Área	IP (Índice productividad)	h-index (índice H)
Cintia, Paolo	Italia	Ciencias computacionales, Ingeniería, Ciencias sociales	0.954	3
Pappalardo, Luca	Italia	Ciencias computacionales, Ingeniería, Matemáticas	1.397	8
Rahmad, Nur Azmina	Malasia	Ciencias computacionales, Matemáticas, Ingeniería	0.845	2
Sufri, Nur Anis Jasmin	Malasia	Ciencias computacionales, Ingeniería	0.698	2
Zhang, Fan	China	Ciencias computacionales, Ciencias sociales	1.113	0
Ahamed, Sheikh Iqbal	Estados Unidos	Ciencias computacionales, Ingeniería	1.85	6
Akl, Abdel Rahman	Egipto	Física y Astronomía, Ingeniería	0.30	1
Angelova, Maia	Australia	Física y Astronomía, Ciencias computacionales	1.230	3
Araújo, André Gonçalves	Portugal	Ciencias computacionales, Ingeniería	0.77	1
Armstrong, Daniel P.	Canadá	Medicina, Ciencias Sociales, Ingeniería	1	2

Nota. Autores con mayores aportes para el presente arte. Adaptado de Online Anlyze Search Result. Scopus

6.1.5. Publicaciones por revista

De un total de 39 revistas que fueron el canal de publicación de la literatura usada para esta investigación, se analizan las mismas con mayores contribuciones; se tomó como referencia el uso del factor de impacto (FI) y el ranking de revistas Scimago (SRJ, por sus siglas en inglés) como métricas que permitieran comprender la significancia de estas revistas a nivel global.

Compartiendo la información en la Tabla 9, y teniendo en consideración una vez más que las áreas de investigación son muy comunes en la mayoría de las revistas científicas que constantemente emiten este tipo de aportes a la ciencia, al realizar comparaciones se destaca el aporte de la revista *Sensors*, de origen suizo, siendo de carácter multidisciplinario con una trayectoria de casi 20 años en el aporte literario, destacada según el ranking SJR siendo ubicada en el cuartil uno (Q1) como una de las más importantes a nivel mundial y el impacto que abarcan sus publicaciones ha sido sin duda significativo para la comunidad científica. Así también la colaboración que hace la revista *IEEE Access*, perteneciente al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, estadounidense de origen y especializada en ciencia y tecnología como un referente más de calidad en la literatura científica.

Tabla 9

Revistas con mayor número de publicaciones

Fuente	Áreas de investigación	Artículos	FI	SJR
Applied Sciences	Ingeniería general, Química, Ciencias Computacionales	3	2.4	Q1

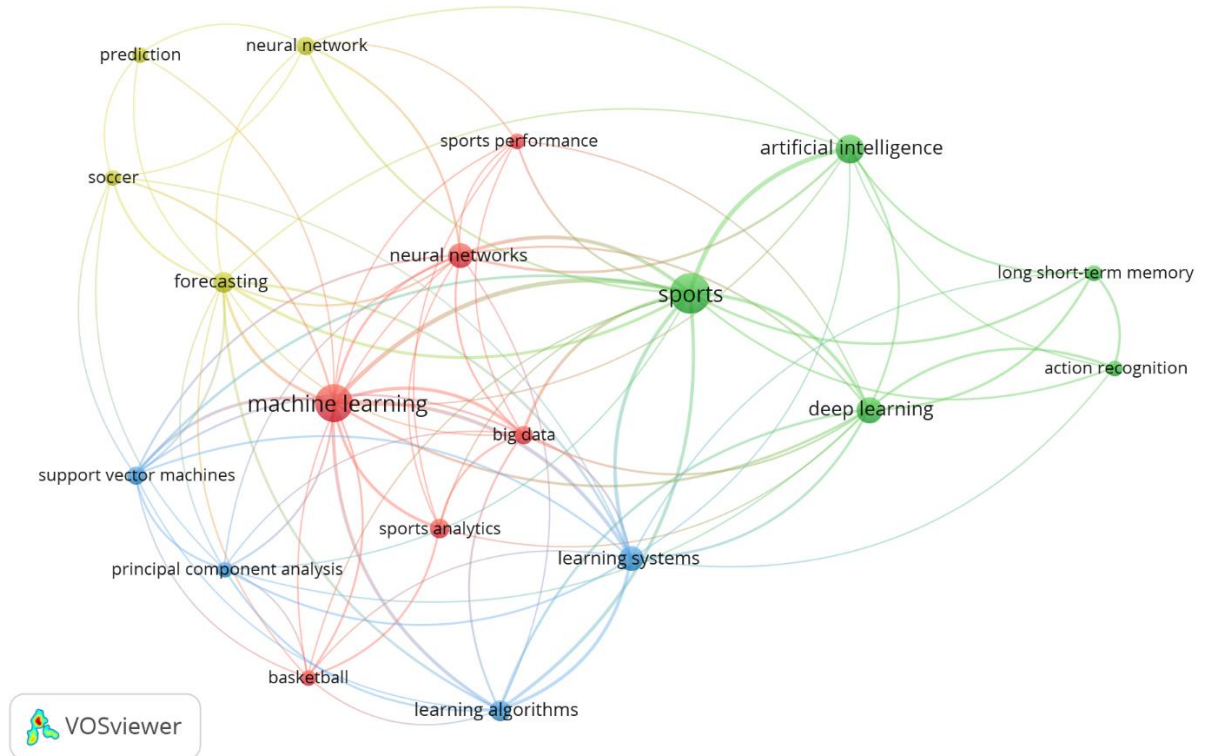
Continuación Tabla 9

International Journal of Computer Science in Sport	Ciencias Computacionales, Ingeniería	3	1.2	Q2
Sensors	Física y Astronomía, Ingeniería, Ciencias Computacionales	3	5.0	Q1
IEEE Access	Ciencias Computacionales, Ingeniería, Ciencias Matemáticas	2	3.9	Q1
Cluster Computing	Ciencias Computacionales	2	2.0	Q2
Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science	Matemáticas, Ciencias Computacionales, Ingeniería	2	1.4	Q3
ACM International Conference Proceeding Series	Ciencias computacionales	2	0.8	-
Journal of Sports Sciences	Profesiones de la Salud, Medicina	2	4.8	Q1

Nota. La clasificación SRJ es tomada de (Scimago Lab, s.f.). Adaptado de Online Anlyze Search Result. Scopus

6.1.6. Aduna de palabras clave

Evaluando la concurrencia de las palabras claves destacadas en cada publicación, en la Figura 13 se puede observar que los términos con mayor cantidad de apariciones son: Machine learning y Sport. Ambos tienen conexiones similares y entre sí mismos que permiten relacionarlos directamente con la temática de investigación que se pretende abarcar en este estudio; si bien se aprecia que la Inteligencia artificial aparece como un término con menor densidad que el Machine learning y esto puede atribuirse a que actualmente es el Machine learning la técnica a más destacar en el campo de la IA, en pocas palabras, la esencia conceptual de esta tecnología emergente. Los demás términos que se aprecian en el gráfico permiten también dar validación a la ecuación de búsqueda planteada inicialmente para la inmersión en la base de datos, contemplando la terminología usada en la ecuación y algunos otros que no se tuvieron en cuenta, pero han de ser destacados en las publicaciones. A todo, se le tiene en consideración que cada aporte científico enmarca un objetivo muy específico con temáticas muy delimitadas, de modo que se expande la terminología que se haya en la investigación.

Figura 13*Aduna de palabras clave*

Nota. Aduna de palabras claves más usadas en las publicaciones de IA para la gestión deportiva. Adaptado de VOSviewer

El presente análisis bibliométrico, pese a comprender una temática muy limitada que aún se encuentra en un estado algo inicial, permite evidenciar la relevante que resulta el interés de aplicación por la inteligencia artificial para ayudar con los procesos que comprenden la gestión del deporte. El análisis realizado induce a que esta faceta de la realidad tecnológica presenta muchas áreas de oportunidad y que es todavía muy limitado poder establecer una dirección clara hacia donde esta encamine sus futuras investigaciones. Se logra apreciar que la tendencia es positiva a la exploración de este híbrido entre ambos conceptos, muy amplios en su naturaleza, que comparten una alta significancia en la sociedad actual. Por último, consideremos que el estudio sistémico expande en gran medida las posibilidades de encontrar una literatura científica coherente

y potencial para futuras investigaciones. Se conoce por muchos autores que la versatilidad de la IA es extensa y es motivo de exploración en búsqueda de respuestas claras.

6.2. Análisis literario

6.2.1. La inteligencia artificial y su relación con el deporte

La tecnología es uno de los elementos sin duda más prometedores del tiempo presente y que ya ha causado impacto en el mundo del deporte. A la fecha es usada para la toma de decisiones como una ayuda para jueces de juego, en dispositivos de análisis de rendimiento real para los atletas e incluso se ha expandido a los espacios multimedia brindando contenidos de calidad a la audiencia; afirmar que estamos presenciando el más alto nivel de competencia en el deporte, es argumentar contra una fuerza de cambio inamovible que ha dado un choque tremendo en los últimos veinte años. En efecto a lo anterior, podemos evidenciar que los espectáculos que el deporte brinda alrededor del mundo seguirán tomando mayor relevancia en la atención de las personas y compañías, dado que se descubren nuevas formas de realizar actividades físicas que necesariamente toman en cuenta los aspectos comerciales de esta disciplina, en búsqueda de mejoras al desempeño personal de quien practica actividad deportiva como también de proveer un valor agregado a través del entretenimiento. Estos dos últimos, como pilares fundamentales que no pueden ser considerados por separado en la industria.

(Ding, 2019) resalta tres puntos notables en la relación que se ha concebido entre los métodos de inteligencia artificial y el deporte, en primer lugar, representado por el profesionalismo que este último ha adoptado desde entonces, que se resume en el aporte científico que promueve la personalización de entrenamientos y por consiguiente el incremento de la competitividad, a lo que se le suma la eficiente perspectiva de desarrollo que adopta el sector más concurrente de la

industria en búsqueda de un fuerte poder deportivo. En segundo lugar, por el fortalecimiento a la transformación que le ofrece a un sector que se ve favorecido tanto por beneficios económicos como ecológicos, y que vela por la mejor utilización de capitales, la inversión en innovadores modelos de negocio y la mejora de la experiencia al público. A todo esto, se puede garantizar que la IA puede moldear una industria del deporte inteligente con fundamentos básicos de alta calidad. Finalmente, esta relación es la puerta al aprendizaje personalizado en el ecosistema deportivo, con organizaciones guiadas por un carácter científico, que siendo apoyado por otras tecnologías de la información como el big data, faciliten la comunicación con las escuelas y la sociedad en general.

Todo este valor agregado que la IA aporta a la industria deportiva es parte de una etapa de adaptación, pues si bien, en algunos países, la mayoría de estos con políticas eficientes en la implementación de nuevas tecnologías a procesos, son más avanzados los esfuerzos por contener un ambiente de constante aprendizaje que los hace potencialmente preparados para superar cualquier obstáculo que interponga en los procesos de inteligencia artificial deportiva, mientras otros países se encuentran en una etapa prematura de apertura a la ciencia y el conocimiento aplicado, de modo que falla la conducta independiente que poseen por no brindar confianza a estas nuevas tecnologías en sus campos. (Joshi, 2019) refiere que todo lo que pueda ser cuantificado podrá ser precedido con exactitud gracias a la IA, y el mundo del deporte es un campo lleno de información, por lo que lo hace ideal para su aplicación. Adicionalmente, se han identificado tantas oportunidades como retos en el desarrollo de esta relación entre disciplinas, a lo que instituciones han tenido que optar por planes de acción asertivos en el uso de herramientas para alcanzar los objetivos en un entorno que produce inmensas cantidades de datos y escenarios que necesitan ser evaluados eficazmente para la toma de decisiones, al mismo tiempo que se hace necesario clarificar las responsabilidades de los entes gubernamentales y deportivos como agentes facilitadores en la

creación de condiciones favorables que permitan estandarizar los procesos de aplicación de inteligencia artificial en el deporte de una manera holística; todo esto genera magnitud de información que toma tiempo en ser examinada para fines específicos, a lo cual, las técnicas de machine learning son un producto perfecto para los resultados esperados, pero se requiere de evaluar qué modelos pueden ser usados y por cuanto tiempo (Padala & Gandhi, 2019)

(Wei, 2020) propone que el propósito del deporte competitivo está en ser a un nivel elevado, ser rápido y fuerte, con condiciones instauradas en la mentalidad de los atletas cualesquiera sean los deportes y escenarios en que se desenvuelvan alrededor del mundo; es una representación al desafío personal que cada profesional o amateur se plantea antes de realizar una cadena estricta de entrenamiento para obtener un galardón, donde también el aporte de las metodologías científicas de entrenamiento son importantes y efectivas en las mejoras de rendimiento. Considerando la flexibilidad que tiene la aplicación de la IA en variados sectores, y este caso el deporte, hemos pasado de un sistema muy empírico jerarquizado, a crear uno dinámico y analítico donde la prioridad se basa en el entendimiento de la información que nos ofrece los mismos escenarios de la disciplina, consiguiendo así que un futuro muy cercano se regulen correctamente las disputas deportivas, se agregue valor y reconocimientos a los eventos y por sobre todo, se provea dirección y guía para la investigación científica del deporte (Ding, 2019).

Se ha dado a entender, y expertos lo resaltan, que la importancia del rol que juegan la ciencia de datos y otras tecnologías de la información para completar labores de análisis más rápido, más eficiente y sin errores manuales es otra tendencia con bastante proyección. Así, el énfasis de las organizaciones del deporte por lograr una ventaja sobre la competencia, en la manera más legal posible, se ha sustentado en la ayuda de los científicos de datos y encargados de

investigaciones deportivas, una subdisciplina mejor conocida como la analítica deportiva (Latheef, 2017).

Ahora bien, con el tiempo, a la fecha ya percibimos y entendemos algunas mejoras en las técnicas de IA que son implementadas en actividades deportivas en búsqueda de resultados sobresalientes, no obstante, aún hay gran parte de la comunidad y centros competitivos, dedicados al mejoramiento de rendimiento, que obran sobre un manual de operaciones muy tradicional (Shen, 2020), lo que provoca un déficit en el cumplimiento de objetivos debido al incompleto manejo de la información, teniendo en cuenta que la intensidad de la labor es alta para la recolección y procesamiento de datos, la velocidad a la que se realizan los procesos decae constantemente y los recursos materiales han sido consumidos.

Adicionalmente, el sistema tradicional genera grados de pérdida en la mano de obra y los recursos destinados no son usados coherentemente, todo esto causado por el flujo lento de la información en las organizaciones, la falta de intercambio de recursos y el no uso de toda la información generada (Xiao-wei, 2019, p.3).

La clave de todas estas tecnologías enfocadas a la industria deportiva son los datos. El analizar las masas de información se espera que no solo sea para recrear una imagen en varias dimensiones o para recolectar datos estadísticos de lo que ya pasó, sino, en adición a ello, como una medida de aseguramiento que toma en cuenta combinaciones infinitas de parámetros, también externos, para ser instigados en aspectos sobresalientes en las decisiones tomadas para la gestión.

Por su puesto la ciencia no había sido un factor esencial para tener en cuenta en el proceso de crecimiento de un deportista, hasta hace un par de décadas atrás cuando aparecieron herramientas tecnológicas capaces de brindar una medida en el rendimiento, es decir, “no teníamos

nada porque no se podía medir” (Smith, 2020) y por lo tanto controlar o aportar mejoras. Sin embargo, por hoy día con tantos avances en el campo, no todos los equipos de trabajo deportivo disponen de personas o directores capacitados para compilar información relevante en la toma de decisiones, sobre todo en tiempo real. Adicionalmente, los costos de implementación representan una inversión al largo plazo, como, por ejemplo, las ganancias que prosperan del trabajo realizado en los centros de entrenamiento que incorporan atletas con perfiles potenciales para ser llevados a su más alto nivel y obtener ganancias en el mercado por dichos talentos, una práctica ortodoxa que tiene valor en los objetivos medibles planteados por las organizaciones del deporte alrededor del mundo. La tendencia en la aplicación de la IA a este campo es positiva y como muchos expertos describen, es inevitable que el poder de esta tecnología no sea usado con fines lucrativos, desde predicciones, volubilidad en el mercado, apoyo estratégico y entre otras, lo que se busca es permanecer casi de manera omnisciente y lograr revolucionar el deporte.

6.2.2. Implementación de inteligencia artificial en la gestión del deporte

En el desarrollo del presente arte a través del análisis de los artículos, se hallaron comunes denominadores en los aportes científicos que permitieron clasificar el conocimiento en distintas categorías donde la implementación de inteligencia artificial es crucial para la labor gestora del deporte. Con base en lo mencionado, los aportes han sido agrupados según las siguientes tres temáticas: la participación de la IA en procesos estratégicos, médicos y de infraestructura deportiva.

Se exponen las más recientes contribuciones considerando que las actividades de un área se encuentran estrictamente relacionadas con otras y es muy común reconocer las diferentes adaptaciones que cada deporte ha hecho sobre los métodos de aprendizaje automático para analizar

y resolver situaciones particulares de interés. Indiscutiblemente esta nueva tecnología abre paso a un amplio repertorio de procesos y técnicas con aplicaciones volátiles que todavía presentan muchas oportunidades de mejora. Gran parte de la literatura ha dejado dudas que son a su vez motivo de estudio para otros, aunque su interés refiere más a saber cómo se relacionan entre sí, ya que, teniendo en cuenta que es aún desconocido todo el potencial de esta tecnología, los investigadores solo usan una parte de ella para centrarse en tipos muy específicos de problemas que son solo una pequeña parte de este campo.

6.2.2.1. Inteligencia artificial en procesos estratégicos del deporte. El presente apartado muestra las distintas áreas de estrategia donde se involucra el uso de la inteligencia artificial:

Preparación de estrategias de juego. Las contribuciones concentradas en este segmento se caracterizan por explicar y llevar a la práctica el uso de aprendizaje automático para analizar tácticamente las dinámicas de juego en los diferentes deportes. Esta tendencia ha tomado un valor positivo cuando de querer ser el mejor se trata, ya sea en deportes de naturaleza individual como también grupal, poder identificar y clasificar una estrategia de juego y hasta realizar análisis en tiempo real con eficaces métodos de respuesta, representa una virtud para alcanzar el mayor estado de rendimiento. Como estos, son muchos los aportes de la IA que sobresalen en el deporte competitivo desde que hemos comprendido el funcionamiento de esta tecnología y su aplicación en las diferentes disciplinas. Por su puesto, nos referimos a una idea en proceso de perfeccionamientos cuyo propósito aún está lejos de la comprensión del público general, que es en su mayoría un espectador de resultados, pero, aun así, es parte fundamental en el desarrollo de las actividades deportivas como también en la toma decisiones gerenciales. Las ciencias de la información han pasado a ser un sistema de apoyo decisivo que sustenta los cambios y las mejoras en los rendimientos del deportista tanto como la organización en general.

En estos se muestra cómo la estrategia en un juego se ha convertido en cadenas de datos, más y más cada vez, que inducen a una serie de acciones que siendo estudiadas transforman la forma en que se toman decisiones. (Tian et al. , 2019) destacan que el análisis de datos en los deportes en búsqueda de ventajas competitivas es un tema de interés para cualquier club, organización deportiva e incluso el deportista en sí, y que consecuentemente influye en el éxito económico del mismo, así, analizar el deporte implica una logística y continuo seguimiento que posibilite el traslado de la información desde un escenario en tiempo real o pasado, a un plano modelado basado en datos que incluya factores como el rendimiento físico y mental de un atleta, condiciones ambientales del juego, que den como resultado un discernimiento acertado de las estrategias usadas en la actividad en juego, la capacidad de formular escenarios posibles como respuesta, entre otras; como complemento de ello, (Peterson & Evans, 2019) sostiene que es importante entrenar un enfoque inductivo en la aplicación, de modo que a partir de la observación, se logre discernir un patrón desarrollado que posteriormente integre niveles avanzados de decisión para así crear sistemas con capacidades de pensamiento complejo.

Actualmente, para lograr el máximo nivel de desempeño en la competencia, es muy común que entrenadores y la directiva en general sustenten su toma de decisiones en la experiencia y la opinión de los expertos en el dominio. Muchos de ellos con años en el sector y otros quizá con mucha suerte, logran dar un salto a favor en los resultados, no obstante, tomar decisiones tácticas es una adaptación a las demandas de una competencia y al uso constante de la información priorizando así los objetivos de resultados y utilizando generadores de opciones como respuesta al corto tiempo de decisión y la carente información relevante con la que se cuenta. Gran parte de las decisiones que se toman implica el uso de técnicas heurísticas en la concentración de dicha información, lo cual hace adecuado el apoyo de protocolos y herramientas automatizadas que

eviten ignorar detalles valiosos en los datos, al mismo tiempo que mitiguen los sesgos cognitivos instigados por el factor humano en un intento por tomar las mejores soluciones basados en hechos anteriores.

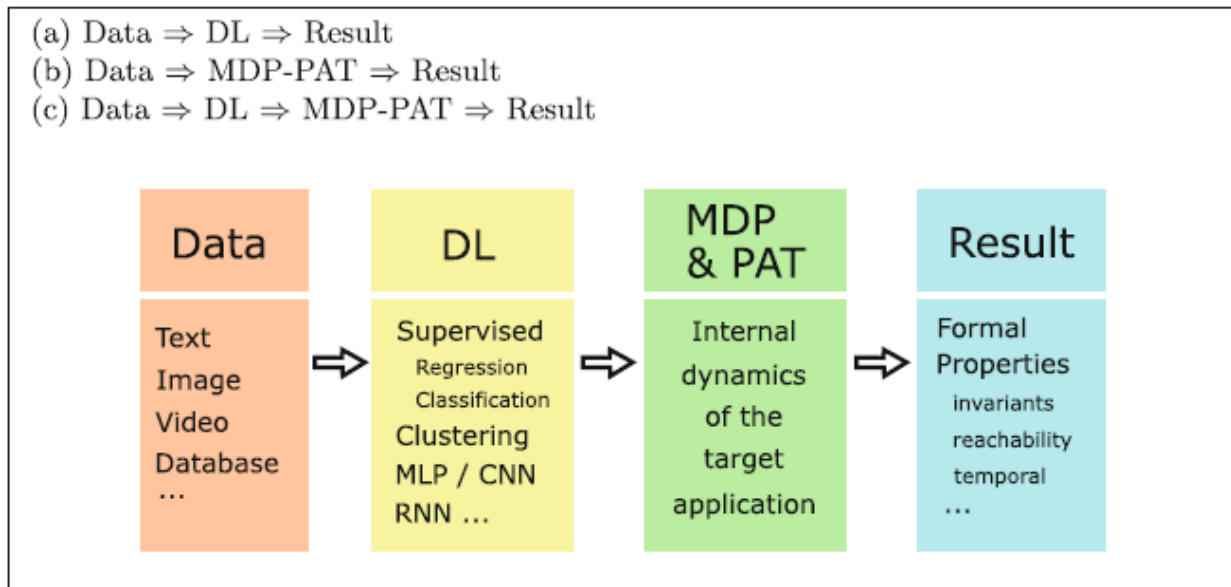
El uso de Redes Neuronales Recurrentes, RNN por sus siglas en inglés, tiene una participación sobresaliente al ser una técnica que puede ser enseñada y puesta en prueba con bastante rapidez en la recopilación de secuencias de imágenes para un posterior reconocimiento. El uso de algoritmos jerarquizados en diferentes capas de aprendizaje firma un hito clave en el análisis de estrategias de juego (Tian et al., 2019), cuando estos son enseñados con entradas de datos de seguimiento y capturas de movimiento y trayectoria de jugadores en el campo, se logran percibir fortalezas que traen ventajas competitivas a los equipos al conocer a sus oponentes al tiempo que idean estrategias novedosas para contrarrestar ciertas metodologías de juego, analizar la frecuencia de ocurrencia y de manera similar, para evaluar y enriquecer los factores que influyen la efectividad de los eventos que se dan en un escenario competitivo, por ejemplo, lanzamientos, puntos, regates, faltas, errores no forzados, etc. Con el tiempo se ha comprobado que los datos de seguimiento de los deportistas, sus posiciones y estilos de juego, son el recurso más práctico al implementar técnicas de aprendizaje automático por su facilidad al permitir mapear tales estrategias.

Decidir sobre la táctica más conveniente para ganar un partido varía mucho de un deporte a otro, teniendo en cuenta que hay cantidad de factores que aportan peso al veredicto final, desde aquellos que son fácilmente perceptibles en el tiempo real como la cantidad de jugadores disponibles o las debilidades rival, como aquellos que se alejan del foco principal de juego como el ambiente y sus condiciones, que una vez evaluados correctamente pueden dar un giro inesperado al resultado final en una competencia. Lograr sobreponerse a los distintos contextos

que se pueden presentar, requiere primeramente que las directivas enfrenten el problema de interpretabilidad de las ideas obtenidas por el uso de IA que restringe la capacidad de ser eficientes en el tiempo oportuno.

Vale la pena resaltar las conclusiones descritas en la investigación sobre la combinación de métodos probabilísticos y el Deep learning de (Jiang, 2018), quien argumenta que el enfoque analítico que tradicionalmente se usa en el deporte no es suficiente para lograr resultados esperados debido a la falta de comprensión de los “insights”, o ideas, adquiridos del Deep learning. Así, como se muestra en la figura 14, donde a manera de ejemplo la información que entra a ser procesada por un modelo automático es una caja negra de datos con información limitada del contexto a resolver, como las estadísticas de un atleta, las condiciones del terreno, su promedio de victoria, entre otras, y una posibilidad como resultado final. A la par, el autor propone una oportunidad de combinar modelos probabilísticos en el flujo analítico de los datos, haciendo uso de procesos decisivos de Markov (MDP), de manera que se lleven a cabo análisis dinámicos procedentes de un conjunto de distribuciones de probabilidad previamente organizadas, así la salida o resultado será una posibilidad de éxito más clara y entendible para las directivas y aún para los mismos deportistas.

Como se muestra en la Figura 14, se destaca de la relación formada por la conexión entre las técnicas de aprendizaje automático y los modelos de probabilidades (p. ej, modelos de Markov y generativos), la particularidad que adquieren para modelar escenarios dinámicos que pueden ser controlados modificando factores aleatorios por medio de ciertas variables de decisión en tiempo real (Amaya, 2018).

Figura 14*Proceso analítico a través de Deep Learning*

Nota. El gráfico presenta el paso del flujo de datos en un modelo que combina DL y métodos de probabilidad de Markov. Adaptado de (Jiang, 2018)

Estos mismos modelos han generado un interés maduro en la comunidad investigativa del deporte para predecir los resultados en los juegos competitivos, pues, predecir el rendimiento futuro de un deportista no basta únicamente con sumar su desempeño individual en eventos pasados o estimar un rendimiento promedio en base a un factor único. El impacto que genera la naturaleza de cambio a través del tiempo, así como la influencia de factores de carácter fisiológicos y psicológico, también deben ser tomados en consideración para resolver futuros cuestionamientos en la práctica y anteceder a resultados inesperados no deseados.

En la actualidad, anteposarse a eventos en un juego sigue siendo un tema complejo de investigación para la comunidad científica en los diferentes deportes. Gran parte de la literatura encontrada que propone métodos de predicción dejan claro el desafío que introduce tratar de

anticiparse a escenarios futuros y tener éxito. “no es preciso saber si las limitaciones de las predicciones son debido a la calidad de los datos o a la incertidumbre inherente del dominio deportivo” (Beal et al. , 2019, p.28). La importancia de realizar un análisis de sensibilidad en las técnicas que los diferentes investigadores usan para poder alcanzar un nivel de comprensión más alto en cuanto a qué factores son aquellos que determinan la precisión de un modelo predictivo es un proceso que muchos recomiendan para obtener resultados claros y de mucha utilidad.

Es posible detectar que muchos son los factores que los científicos ignoran en sus investigaciones primarias al querer resolver problemas a través de metodologías de predicción, como ya se ha mencionado, controlar la precisión de un modelo demanda un exhaustivo proceso por compilar eventos y detalles de coincidencia clave que sustenten una base sólida en el entrenamiento del modelo automático. Pese a ello, se puede llegar a encontrar métodos para cuantificar el efecto que dicha serie de incertidumbres, por ejemplo, la forma del equipo, estados de ánimo, lesiones, la moral, clima, cambios en la administración, entre otras circunstancias, que extienden la complejidad proceso predictivo. Se estima que el uso de redes bayesianas o el razonamiento abductivo son técnicas para tener en cuenta. Adicional, el peso relativo que un investigador otorga a la información nueva y antigua en el planteamiento de sus modelos predictivos, es un área que también requiere de ser definida con cuidado. Los autores Ganguly y Frank en su investigación “The Problem with Win Probability” argumentan que los problemas que se presentan al intentar predecir el rendimiento de un equipo radican en que las probabilidades de obtener un resultado positivo carecen de contexto suficiente y esto como consecuencia de que no se incorporan procedimientos de medición para el conjunto de factores que causan incertidumbre a la predicción. A demás, resaltan la falta de acceso a grupos de datos o modelos disponibles

públicamente con lo que los investigadores puedan comparar resultados o realizar pruebas (Sujoy & Nathan, 2018).

Como es bien conocido en el mundo gerencial, todo aquellos que no se puede medir, no se puede controlar y por consiguiente tampoco mejorar. Esta premisa en el mundo del deporte ha dejado de ser un descontento gracias a la tecnología, al aprendizaje supervisado y no supervisado, en especial las técnicas de análisis predictivo, que son también un concepto de interés para los medios de comunicación y no solamente a los miembros de una directiva y su talento. Igualmente, para alcanzar los objetivos, es necesario tener en cuenta que la implementación de un método puede estar ligada a muchos errores y deficiencias en el proceso, y no únicamente por los datos que se agruparon, sino la misma estructura del modelo.

(Tian et al. , 2019) desarrollaron un modelo analítico por medio del cual identificar los cambios de estrategias dinámicas defensivas durante un juego de baloncesto y posteriormente clasificarla fuese posible para plantear la mejor defensa. Para cumplir el propósito de su estudio en contrarrestar con mejores tácticas los efectos de jugadas ofensivas como el famoso Pick and Roll, haciendo uso del “Switch/Trap”, los autores analizaron una serie de jugadas proporcionadas por la NBA (National Basketball Association) de un total de 630 juegos. Tomando en cuenta que se estudió el comportamiento de todos los deportistas involucrados en el campo de juego y su influencia al momento de defender, Tian, Caine y Swanson, ubicaron tres atributos esenciales para entrenar el algoritmo que fueron: los datos de ubicación en cada espacio de tiempo, distancia entre jugadores y la zona defensiva de cada jugador.

Los autores resaltan que a menudo, analizar esta clase de problemas de estrategia trae ineficiencias al no tomar en cuenta el estado de todo el equipo y solo evaluar condiciones

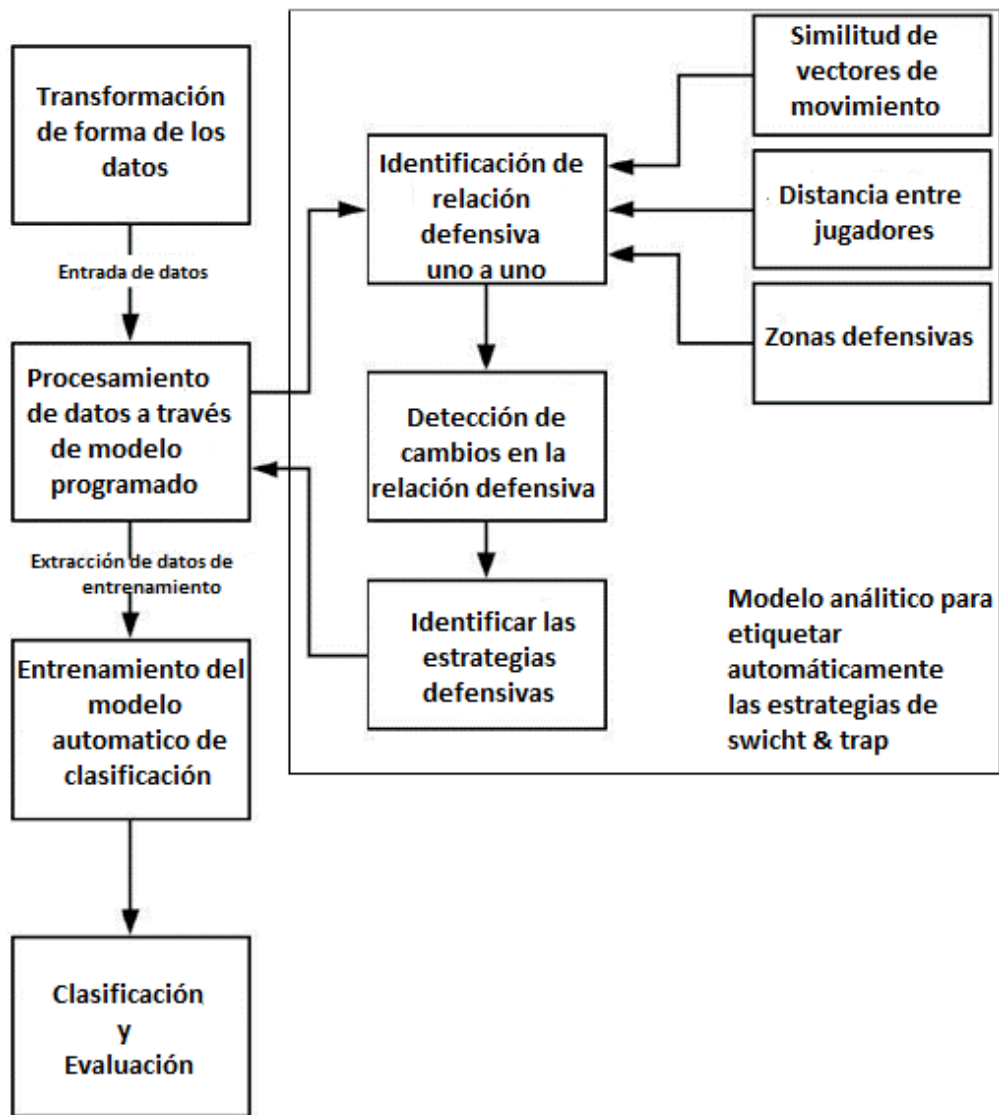
individuales; sin embargo, a manera general, sea en deportes grupales o individuales, el no reconocer con claridad los factores que actúan sobre el comportamiento de una estrategia, se pueden ver comprometidos los resultados de un análisis por la inevitable interferencia de factores indefinidos. Cabe mencionar que el análisis cuantitativo del deporte es una rama de la ciencia que inicialmente no contaba con apoyo académico pero que se ha dado a conocer en la última década. Volviendo al problema analizado, se propuso una estructura básica para la identificación de los escenarios a resolver y guiados por un aprendizaje supervisado, se crea un sistema cuya secuencia se refleja en la figura 15.

Finalmente, se introdujo un algoritmo KNN (K-Nearest Neighbors) para clasificar la información etiquetada del proceso anterior y se obtuvo un porcentaje precisión en el modelo del 69%. Sirve mencionar que evaluar el método clasificador juega un papel clave para el análisis y debe ser sometido a múltiples sesiones de confiabilidad con entrenamientos a través de matices de confusión como en (Horvat & Job, 2019). Si bien, y como los autores lo afirman, en este caso el modelo se entrenó para evaluar la precisión de clasificar determinado escenario deportivo, y se obtuvo un resultado prometedor que da paso a muchas oportunidades de implementación en diferentes tácticas y deportes y así prolongar el interés un paso más hacia la obtención de información contextual del juego a la que no se puede acceder fácilmente a través de fragmentos secuenciales de acciones.

La implementación de redes neuronales recurrentes (RNN) ha sido muy importante para analizar movimientos dinámicos en las actividades deportivas y para clasificar los diferentes tipos de acciones y su desempeño (Wilton et al. , 2018). Como muestra de ello, su capacidad de aprender y reterner información, gracias a las redes LSTM (Long Short Term Memory), las hacen una

pieza clave en los procesos de decision donde la retroalimentación es también parte en el proceso de mejora.

En el proceso de personalizar los regímenes de entrenamientos para los deportistas de elite y los juveniles también, se usan otras tecnologías complementarias que facilitan el traslado de la información desde el deporte en sus características naturales a los modelos de aprendizaje, como son el caso de dispositivos inteligentes para el reconocimiento de condiciones fisiológicas o también llamados sistemas de reconocimiento automático de actividad deportiva (SAR, por sus siglas en inglés).

Figura 15*Ejemplo de un modelo de análisis de estrategias defensivas*

Adaptado de (Tian et al. , 2019)

En la práctica se ha visto que los espectáculos deportivos cada vez más se rodean o podríamos decir que se controlan con avanzados dispositivos de monitoreo en tiempo real, cámaras, sensores, pantallas interactivas, medios de comunicación y demás ejemplares que aportan por, sobre todo, datos e información, que no debe ser ignorada aun cuando se crea que a primera impresión no es relevante. En la tabla 10 se aprecian algunos de los ejemplares que resaltan las

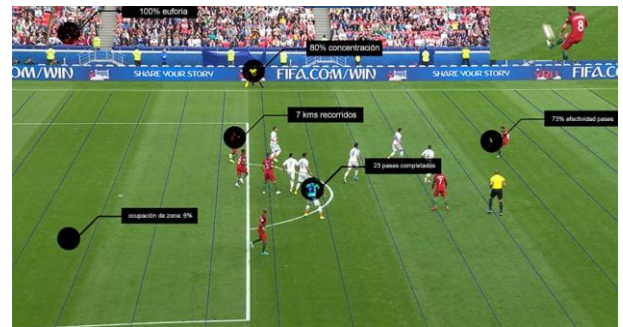
características que estos dispositivos tienen para la selección y análisis de la información generada durante las competiciones.

Tabla 10

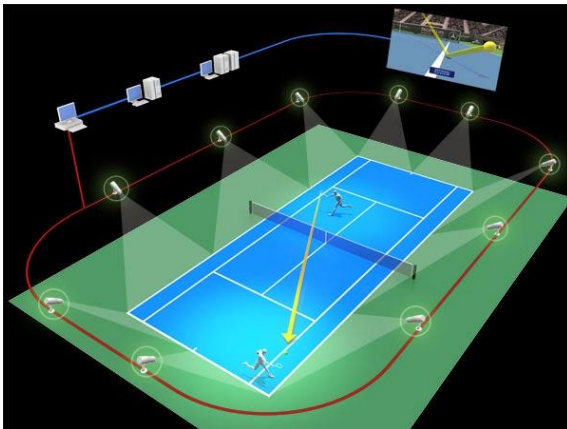
Ejemplos de tecnologías avanzadas en el deporte



FullBasket (2019). Cuando la tecnología llegó al baloncesto [Figura]. Recuperado de <https://fullbasket.es/2019/07/29/cuando-la-tecnologia-llego-al-baloncesto/>



Holden (2018). Fútbol y tecnología: una relación alimentada por el debate [Figura]. Recuperado de <https://www.holded.com/es/blog/futbol-y->



Jeibros (2018). Sistema de cámaras en el Ojo de Halcón [Figura]. Recuperado de <https://naukas.com/2018/07/20/por-que-no-se-usa-el-ojo-de-halcon-en-el-futbol/>



Rubio, Alberto (2016). Avances basados en ciencia y tecnología [Figura]. Recuperado de <https://beisbolredes.blogspot.com/2016/02/avanza-el-beisbol-con-ciencia-y.html>

Nota. Ejemplos generales de tecnologías avanzadas para el análisis de información en los escenarios deportivos de la actualidad. Información tomada de la web

Transferencias en mercados de jugadores. Por otra parte, y cada vez con mayor ímpetu, se ha visto como un aliciente el uso de técnicas de inteligencia artificial en los procesos de decisión para los mercados de transferencias deportivas. En otras palabras, el adquirir talento, o en su efecto, cederlo en compensación, representa una circunstancia fundamental en los planes de acción para las grandes directivas. Esto significa que evidentemente son necesarios estudios críticos a priori que otorguen varias perspectivas cuando se quiere hacer cambios en el personal o las plantillas de jugadores, de modo que cada entrada o salida sea proyectada como un beneficio a la rentabilidad de un proyecto, el éxito de la organización y en consecuencia cambiar la forma en que se opera. La acción específica que se hace notoria en las investigaciones científicas que se han realizado está relacionada con la predicción de eventos. Así como en otras industrias, el anticiparse a datos futuros ha despertado la disposición de los entes deportivos para prepararse a futuros escenarios que puedan contribuir a los intereses corporativos.

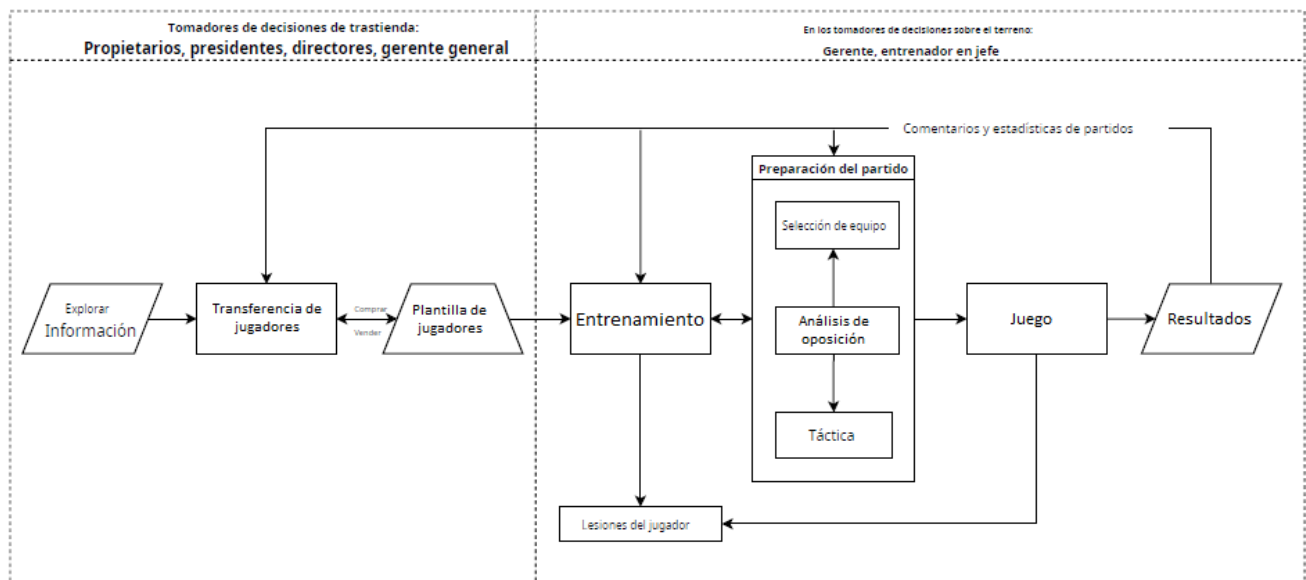
Para comprender mejor este punto, en utilizar modelos basados de datos históricos para llevar a cabo decisiones sobresalientes, se considera la figura 16, donde (Beal et al. , 2019) exponen un marco secuencial sobre el cual se basan las decisiones claves que se toman en los deportes grupales y la conexión que se genera entre sí de una interacción continua de datos. Aquí, cada parte tiene un rol específico en la generación de información, así como la naturaleza misma del proceso que conecta distintas actividades a través de la retroalimentación. De esta manera, un proceso de reclutamiento que involucra dos o más partes, con un interés común en asegurar la mejor adquisición, requiere de comprender el valor del vínculo que da por la labor realizada entre la máquina y el hombre al emitir un juicio.

Sin embargo, para los autores esto también representa un problema decisivo en búsqueda de tales beneficios, principalmente, al presupuesto de un equipo, pues, en el común proceder, cada

parte interesada busca obtener el mejor talento que se adapte a sus necesidades y así pues suplir el valor invertido y genere oportunidades de mejora en un plazo no muy lejano. Una vez se asegura la mejor adquisición, los jugadores son llevados al más alto nivel de sus habilidades a través de procesos de formación y entrenamiento. Lo siguiente es aumentar las posibilidades de ganar en competencia, por medio de análisis de información interna y externa que converjan en tácticas eficientes, esto incluye también el aporte de las directivas y finalmente el estudio de la retroalimentación generada por los resultados esperados y los obtenidos.

Figura 16

Flujo de decisión para movimientos de jugadores



Nota. La figura muestra cómo es la participación del personal que interviene en el flujo de información para la toma de decisiones claves en el deporte. Adaptado de (Beal et al. , 2019)

La razón arriba mencionada fortalece la idea de que el mercado de transferencias o fichajes en los diferentes deportes ha tomado un papel de investigación también académico para el tiempo actual. La disponibilidad de los datos influencia positivamente estas fases de investigación ya que atraen la inversión corporativa de muchos clubes por adquirir una ventaja sobre otros en las

decisiones, así mismo, aumentan sus probabilidades de no fallar en las transferencias, pues siempre se debe tener en cuenta los efectos contraproducentes que puedan surgir al mover un jugador de una plaza a otra.

Estudios recientes han mejorado la comprensión de la relación que se ha dado entre el mercado de transferencias y el rendimiento posterior en un equipo. (Matesanz, et. al, 2018) estudian el mercado de fichajes europeo de las principales ligas de fútbol en veintiún (21) países durante un periodo comprendido por veinte (20) años de datos. En su objetivo por analizar la relación entre las actividades el mercado de fichajes de los clubes y el rendimiento deportivo, hallan que existe correlación de ambos bastante positiva, con resultados que afirman que el rendimiento en algunas competiciones europeas está impulsado por el recurso económico. Basados en técnicas de mapas autoorganizados (SOM, por sus siglas en inglés) para analizar información multivariante de cada club, pudieron concluir que el efecto del gasto en transferencias es una variable dominante y directamente proporcional en los resultados deportivos. Aun así, se abre un espacio a incertidumbres multidimensionales que subjetivamente infieran en el rendimiento de los equipos para futuras investigaciones.

Análisis de movimientos. En este apartado, quizás uno de los de mayor interés en la investigación, los aportes se caracterizan por el estudio de los principales causantes del déficit en el desempeño de los deportistas, razón que motiva la propuesta de fundar modelos capaces de entender las mecánicas de los diferentes deportes con el fin de enriquecer las técnicas de entrenamiento que se emplean en la realidad de los clubes o centros de preparación deportiva.

En su mayoría, los investigadores concuerdan que la evaluación objetiva del rendimiento de un deportista en formación y de elite requiere de estrictas técnicas capaces de dar información

que no es perceptible ante el ojo humano por más experto que se halle. Sin lugar a duda la imposición de los métodos de reconocimiento automatizados para movimientos físicos en el deporte ha superado las limitaciones asociadas a los métodos manuales. Estos, resaltan el potencial que tienen los dispositivos de reconocimiento automático de actividad deportiva (SAR), mencionados anteriormente, como técnicas que proporcionan mediciones y análisis objetivos de alto valor; no obstante, los sistemas de visión, a través del uso de cámaras y sensores son también una fuente principal de información y análisis a pesar del elevado costo que representan. Un estudio sistemático (Cust et al. , 2018) reveló que de 52 metodologías más recientes empleadas para la detección y reconocimiento de movimientos automáticamente en distintas actividades deportivas, 29 hicieron uso de unidades de medición inerciales y 22 enfocaron su desarrollo a través de medios visuales. Adicional se encontró un método híbrido.

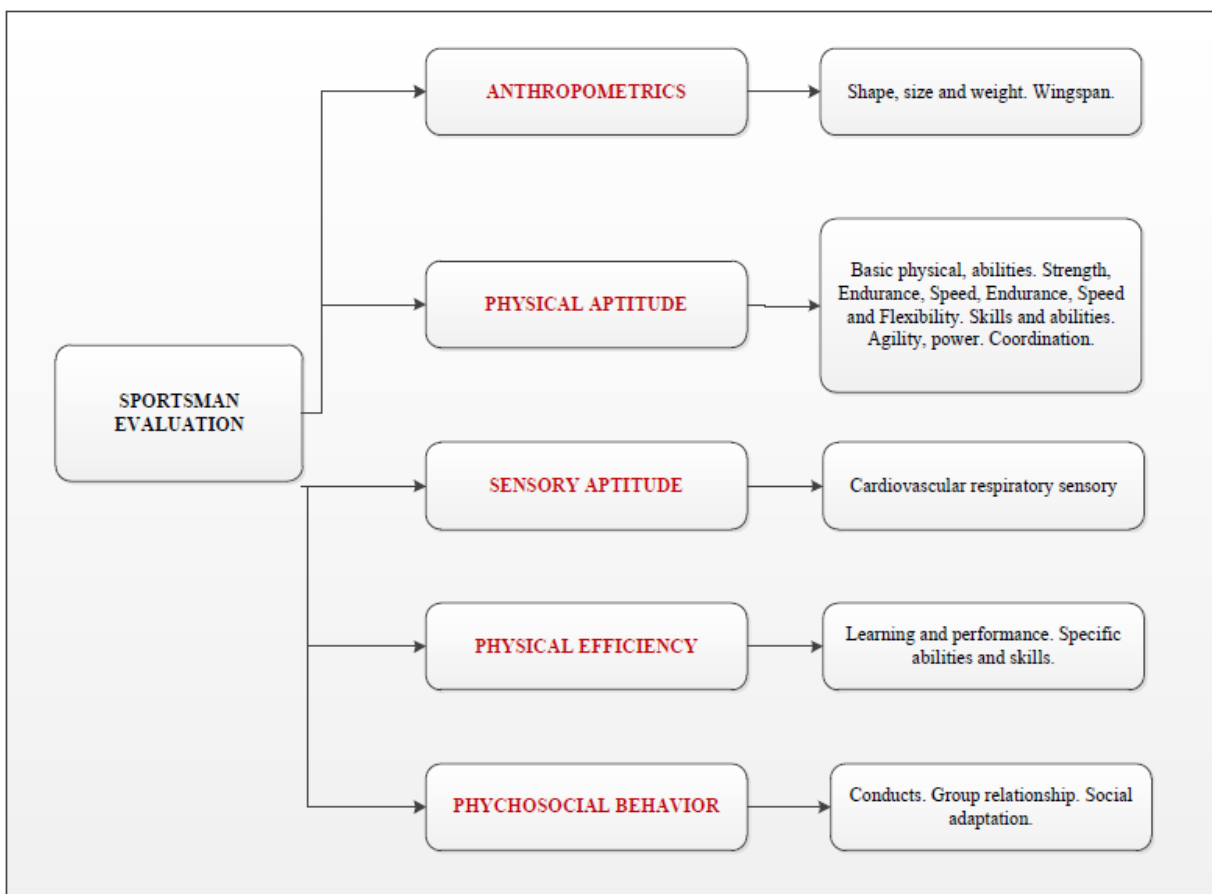
El enfoque de reconocimiento automatizado ha estado dirigido hacia la detección de la inercia de los movimientos. El internet de las cosas (IoT) y la minería de datos son dos pilares para que estos procesos logren la eficiencia esperada en la aplicación. Los dispositivos de reconocimiento motriz usados comúnmente están adaptados con sensores giroscópicos lineales y angulares que registran el desplazamiento de las extremidades durante la actividad deportiva, así mismo, cuentan con pegatinas que proveen lecturas de electrocardiograma incluidos el ritmo cardíaco, la frecuencia respiratoria y otra información fisiológica que es muy importante hacia la prevención de lesiones, muchas relacionada con la mecánica inadecuada y la fatiga (Cheng-Chung et al. , 2019). Sobre esto, la figura 17, ilustra cinco (5) niveles que evalúan la condición de un deportista.

Un aporte más a destacar fue a través del uso de redes neuronales convolucionales (RNC) para clasificar diez tipos de actividades deportivas en una muestra de 10 personas aleatorias para

diferentes tipos de deportes a través del uso de información de señales de movimiento portátil y segmentación de datos. Los autores (HSU et al., 2019) lograron una precisión superior al 95% en la clasificación de actividades, pese a ser solamente 10 previamente entrenadas el método propuesto promete tener un alcance a considerar en futuras aplicaciones. Otros métodos comunes que incluyen redes recurrentes son vistos en los estudios de (Wilton et al. , 2018), máquinas de vectores de soporte o Support Vector Machine, (SVM) por sus siglas en inglés, (Zhao & Chen, 2019), LSTM Networks (Cai et al. , 2020), Arboles de decisiones y entre otras más (Soto et al. , 2020).

Figura 17

Factores que afectan la condición deportiva



Adaptado de (Cheng-Chung et al., 2019)

6.2.2.2. Inteligencia artificial en los procesos médicos del deporte. A continuación, se datan la información más relevante que se obtiene de la aplicación de IA en la medicina deportiva:

Existe un énfasis común en los estudios de medicina deportiva que se tienen a la fecha por anteponerse a los causantes de daños físicos o lesiones durante las prácticas de deporte. En primer lugar, predecir una lesión es una ventaja en el juego que requiere de coordinación en el trabajo propio del atleta y el uso adecuado del conocimiento científico por parte de las directivas. No es muy extraño ver la gran cantidad de pruebas o exámenes físicos que se le practican a un atleta de alto rendimiento previo a la preparación para una competencia, lo que denota un sentido de urgencia por mantener al máximo potencial las cualidades del deportista.

(Zhou & Zhou, 2019) y (Peterson & Evans, 2019) coinciden en sus investigaciones que el ambiente competitivo genera estados de sobrecarga sobre la mentalidad y la fisiología de los deportistas. El estrés inducido subjetivamente por la presión y el desafío son circunstancias que deben ser monitoreadas con mayor rigurosidad, siendo también factores que impactan mucho la salud integral de los atletas y aumenta riesgos de posibles lesiones dentro y fuera de los escenarios de juego. Esto compete una labor importante para los profesionales de la medicina deportiva al ser los encargados de predecir con qué frecuencia una persona es más o menos propenso un deportista a sufrir un daño físico e incluso mental que afecte proporcionalmente a su desempeño deportivo, en aras de mitigar cualquier posibilidad desfavorable. Los mismos (Peterson & Evans, 2019) investigaron la capacidad que tiene el método dinámico de redes bayesianas (DBN) para modelar la ocurrencia de lesiones en una extensión dinámica en la realidad de juego. Los autores llevaron a cabo un seguimiento completo durante una temporada a un equipo de jóvenes futbolistas de la universidad de Iowa para encontrar los posibles causantes de perturbaciones en la salud y bienestar

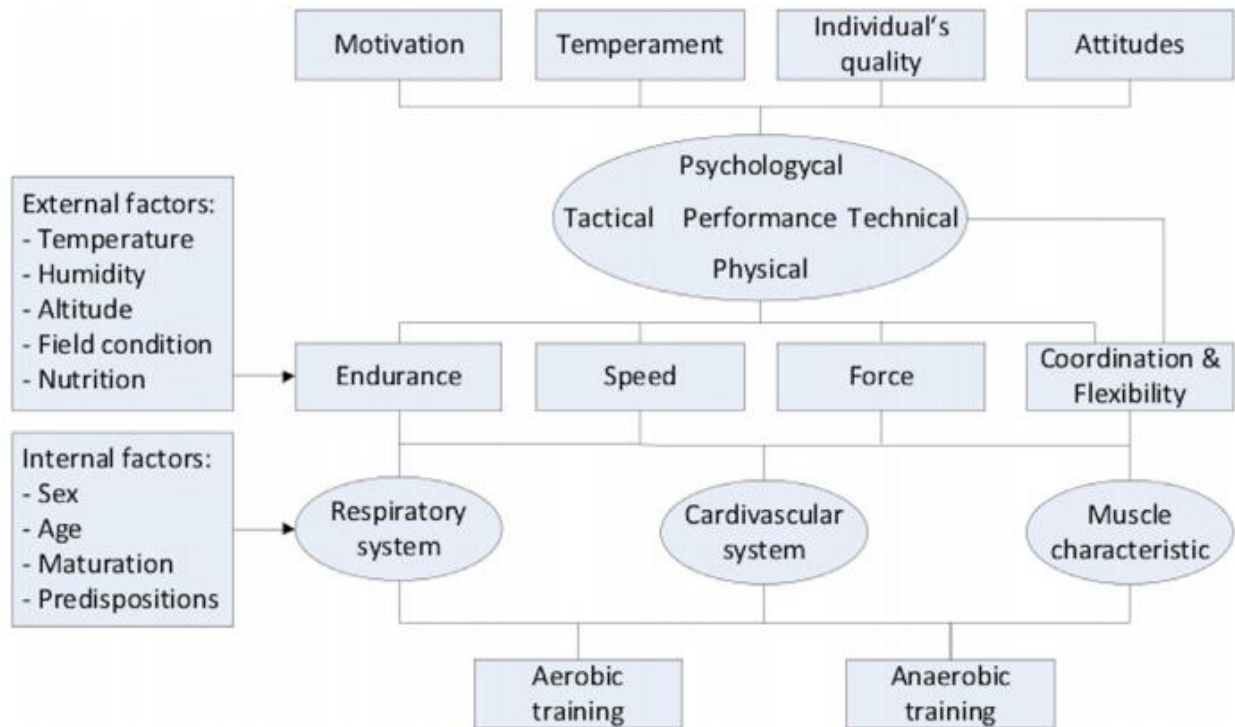
de estos. El proceso concluyó con una efectividad de previsibilidad del 96.53% para el algoritmo dinámico, permitiendo identificar el estrés subjetivo generado en días previos al evento competitivo es de las métricas más impactantes hacia las manifestaciones de lesión; sin embargo, se deja una puerta abierta para trabajos futuros que quieran complementar estos sistemas de apoyo decisivo, ya que, pudiendo ser vista como una prueba piloto, la precisión predictiva encontrada es bastante prometedora. Adicionalmente, concluyen que el éxito de este es gracias al enfoque inductivo con que el modelo es capaz de comprender las adaptaciones de las actividades surgidas en tiempo real sin dar paso a procesos de dudas que sesguen las decisiones tomadas.

Cualquier factor que pueda interferir en la salud de un deportista es de vital importancia para los profesionales médicos del deporte. Por mucho tiempo los expertos médicos han reconocido de la existente correlación que existe entre la forma en que un atleta se mueve y los riesgos de lesión (Sacristán, 2021). Para ellos, un portafolio completo y actualizado del estado actual de un atleta es el recurso base para realizar su trabajo diario y el uso de la tecnología, desde sus inicios aplicativos hasta lo que ahora vemos con técnicas automatizada, ha forjado una alianza permanente que promete resultados coherentes y superlativos. Como discute Ramon Gomis, director de Ciencias de la Salud de la Universidad Oberta de Catalunya, la IA no solo será útil para procesar masas de datos sino también, facilitará notablemente las decisiones diagnósticas y terapéuticas (LOS PLEYERS, 2020).

Esta rama de la ciencia de la inteligencia artificial empieza a tomar tendencia en los aportes académicos y la literatura científica, que al mismo tiempo aumentan el poder influenciador que las investigaciones primarias tienen en la comunidad interesada. Y es que, en el apoyo del aprendizaje automático se alojan emocionantes expectativas para esta área de aplicación, por ejemplo, trabajos como los hechos por (Fuller, 2018) para modelar la relación de cargas de trabajo con las

probabilidades de lesión en deportistas de modo que se puedan prevenir alteraciones al cuerpo de los atletas cuando realizan sus actividades, o (Rossi et. al, 2019) haciendo uso de clasificadores regresivos y redes KNN para relacionar las tasas de esfuerzo y las cargas de entrenamiento que permitan la creación de modelos capaces de comprender qué dosis de entrenamientos deben ser aplicadas a cada deportista individualmente y qué cargas deben ser estudiadas sobre este para potenciar sus fortalezas, son contribuciones que impulsan futuros estudios complementarios que puedan dar una perspectiva más amplia en la prevención y desarrollo de la fisiología atlética. Alternativamente, (Syed et al. , 2019) proponen una observación al desempeño del ritmo cardiaco de los atletas, identificando factores de riesgo que degraden la frecuencia cardiaca y como consecuencia el rendimiento en sus actividades; monitorear habilidades individuales está directamente relacionado con el desempeño grupal y conocer las limitaciones de cada uno posibilita mejores planes de entrenamiento. Los autores aluden que la frecuencia respiratoria limita el desempeño fisiológico y este es un tema principal en la gestión de equipos, así, conocer las alternancias de las condiciones individuales adjunto con otros componentes, como se ve en la figura 18, representan un activo informativo principal en los reportes diarios que necesitan los directores para triunfar, sobre todo, cuando el alto rendimiento de uno puede apremiar los objetivos de las organizaciones.

El propósito de un entrenamiento no es más que maximizar el talento individual y su eficiencia es medida por la capacidad que tenga el atleta de lograr acciones específicas repetidamente. (Rossi et al. , 2019) (Syed et al. , 2019).

Figura 18*Componentes claves para la gestión de entrenamientos*

Nota. La figura expone aspectos individuales y externos que deben ser tomado en cuenta para promover el buen entrenamiento de los atletas según (Syed et al. , 2019)

Los profesionales de la medicina deportiva tienen hoy día un rol con una alta responsabilidad en el cuidado de la integridad de los atletas, y su labor de “predecir o pronosticar” cada día toma más retos por ser efectivo. En la búsqueda de mitigar cualquier evento desafortunado, los expertos se han topado con eventos inherentes que han imposibilitado las interpretaciones de las investigaciones por conocer la etimología de los infortunios deportivos (Peterson & Evans, 2019)

6.2.2.3. Inteligencia artificial en la infraestructura deportiva. Aquí, como parte adicional en el estudio se analizan los aportes que vienen tomando importancia en la colaboración científica de la IA en las actividades relacionadas con el acondicionamiento y preparación de escenarios para la ejecución de actividades físicas.

En esta sección se datan algunos de los proyectos que se han tratado en la búsqueda de crear sistemas capacitados para gestionar, no solo el flujo de información, sino las condiciones que influyen en la calidad de los escenarios deportivos. Para este punto las contribuciones de los autores destacan la importancia de adecuar espacios con estándares de autocontrol habilitados para responder al mejoramiento de las condiciones de vida tanto de los deportistas involucrados directamente como del público en general, quienes también personalizan un elemento clave en la planeación deportiva. Las investigaciones se muestran como una crítica a la capacidad que tienen la mayoría de los sistemas actuales con que se controlan estos espacios, que para autores como (Shi, 2015) carecen de estabilidad en el uso de la información y por lo tanto no realizan trabajos eficientes, más que su apoyo al tomar decisiones es muy escaso. El enfoque tradicional es un gasto de tiempo para las compañías por su complejidad, baja eficiencia, tiempos de respuesta largos y acumulación de información irrelevante. Para que las decisiones de la gerencia deportiva tengan validez en estos aspectos, deben causar una sensación positiva en sus miembros, así como lo grupos interesados que no hacen parte directa de ese equipo de trabajo, para lo cual los investigadores apuntan a la implementación de redes avanzadas de análisis y procesamiento de datos como una respuesta al tiempo y la maximización de las funciones estos centros culturales y deportivos.

El uso de inteligencia artificial para la creación de sistemas de información más sofisticados y eficientes tiene importantes aportes a mencionar que han dado un valor agregado a

muchos de los escenarios más prestigiosos de la cultura deportiva alrededor del mundo. Los estadios y los centros de preparación física son elementos claves en la formación y el alcance de mejores resultados, adecuando espacios más razonables, seguros, cómodos y convenientes.

De entre la información encontrada se trae a mención el aporte de (Xiao-wei, 2019) en su investigación sobre la aplicación de métodos de aprendizaje automático combinados con tecnología de big data para su uso en los sistemas inteligentes de los centros deportivos. El autor resalta la importancia que ha adquirido el mundo del software en la gestión de la información, así como el reto que introduce estas ciencias aplicadas para mejorar los servicios que provee la actual estructura tradicional. En su desarrollo encuentra que la lentitud en la transmisión de la información, la mala distribución de los recursos y el no aprovechamiento al máximo de los datos generados son los causantes de una gestión ineficaz en los centros de acondicionamiento. Afirma claramente que “la capacidad de éxito de los escenarios se basa en un excelente personal, la innovación como fuente, las instalaciones como base y los clientes como soporte” (Xiao-wei, 2019, p.4).

Conocer los niveles de satisfacción general en los espacios deportivos es también un criterio decisivo para directores y gobernantes que toma mayor relevancia conforme se hace frente con una sociedad atraída por los múltiples beneficios de los deportes, y para ello, se crean sistemas de evaluación del servicio deportivo que soporten el manejo de datos importantes para actuar en un objetivo común. El mundo ya es consciente del poder que tienen los deportes para mejorar la economía de un país o incentivar a la inversión extranjera, por lo tanto, ha sido necesario llegar a la comunidad científica para apoyar la descripción de los indicadores que evalúan las condiciones específicas necesarias, en la ciudad, país o región misma, para tener un ambiente fuerte en materia de instalaciones. Aunque no sea un proceso sencillo por el enfoque amplio que implica estudiar

todo un territorio para conocer sus necesidades y oportunidades de mejora, las redes artificiales han proporcionado pequeños avances en estos censos. Se necesita de una jerarquía analítica para analizar concretamente las condiciones de una ciudad y los diferentes factores que afectan la construcción de escenarios completos para el desarrollo de actividades y la óptima gestión integral; así lo presenta (Jin, 2019) mediante el uso de redes neuronales prealimentadas o feed-forward neural networks (FNN), en determinar los coeficientes de ponderación para los índices de evaluación de los servicios deportivos públicos en estadios urbanos, y en ese sentido poder estudiar el peso de influencia de las condiciones urbanas en estos escenarios. El autor destaca que aún hay limitaciones en estos análisis debido a la variabilidad enorme que presenta cada territorio al ser estudiado; Jin, encuentra que tomando como ejemplo para una pequeña ciudad (Shenyang) ubicada en la república de China, los resultados de evaluación se ven estrictamente afectados por la ubicación de los centros deportivos, la economía y la cultura del territorio. El aporte de expertos también es un insumo necesario que fue aquí tomando en cuenta y que, tras un proceso iterativo por medio del algoritmo, denotan un grado medio para esta ciudad en materia de evaluación al servicio deportivo público que ofrece.

De todo esto se puede concluir que el tiempo es también un factor de éxito que define la incidencia de los espacios deportivos en la comunidad, pese a estar ligado también a la inversión económica y costos deportivos, mantenerse apenas en un punto de equilibrio no es algo que los dirigentes quieran, pues, a diferencia de otros lugares públicos inteligentes, los estadios y demás espacios competitivos responden a las necesidades de gran cantidad de personas al tiempo que cumplen requisitos especiales para el desarrollo de las actividades.

6.2.3. Desafíos que propone el uso de inteligencia artificial en la gestión deportiva

Algo que indudablemente promete el uso de técnicas de inteligencia artificial en el dominio deportivo son resultados constantes. Este híbrido entre una ciencia en proceso formación y una disciplina enriquecida por masas de datos, espera ser uno de los ejemplos científicos más atractivos en próximos años para la comunidad académica y la sociedad interesada en el deporte. La tecnología, generalmente hablando, se ha vuelto un suministro teórico y práctico para muchas ciencias, en especial aquellas que ya cuentan con un reconocimiento mundial; el mundo hoy en día apremia el conocimiento alcanzado por el hombre y su capacidad de aplicarlo a dominios tan versátiles y dinámicos como lo es el deporte. Aprender de los datos y saberlos usar para tomar decisiones se convierte en un reto más que un problema. Para el tiempo actual, los múltiples usos que se le dan a las técnicas de aprendizaje automático nos han dado a determinar que ambas disciplinas requieren de adaptación la una con la otra para obtener resultados efectivos, así lo demuestra la literatura científica donde los datos son solamente útiles cuando estos están basados en aspectos supremamente específicos, sin embargo, los mismo investigadores admiten del enfoque parcial que se le dan a estos estudios y resaltan las oportunidades de mejora como un incentivo a futuros proyectos. Como muchas otras áreas, la inteligencia artificial aun requiere de mayor desarrollo y trabajo humano, así como de escenarios de aprendizaje en actividades del deporte, para ello, la importancia de modelar sistemas que incorporen multiplicidad de parámetros internos y extrínsecos al mismo deportista, de esta manera garantizar cobertura en el análisis de información que será importante para los entrenadores en la toma de decisiones (Peterson & Evans, 2019). Las habilidades básicas dejan de ser un factor discriminatorio y se hace necesario apresurar la capacitación en el conocimiento y aplicación de estas nuevas tendencias.

El análisis de literatura permite reconocer que las aplicaciones que se le han dado al entorno deportivo por medio de la inteligencia artificial no son perfectas aún y requieren de mucho estudio avanzado, esto es, que las técnicas de aprendizaje automático son hasta la fecha muy delimitadas a la resolución de problemas específicos de modo que en muchos casos se omiten componentes claves del entorno que podrían mejorar los criterios de decisión para las directivas; tanto los algoritmos entrenados como los métodos probabilísticos para la predicción son herramientas útiles y prácticas para los analistas, sin embargo, representan una parte débil de lo que realmente se quiere tener para ser implementado como un producto final. Por lo tanto, la previsibilidad de eventos es todavía más un reto enorme para las disciplinas como el deporte donde la naturaleza dinámica de la actividad se compone de múltiples dimensiones que son necesarias de ser estudiadas. Todavía se está lejos de reposar toda la responsabilidad sobre la tecnología actuando por sí misma, pero la esperanza puesta en el elemento humano provoca razones potenciales para expandir la demanda de conocimiento y acción que requiere la habilidad de analizar información completa y el uso de un poder computacional robusto que acompañe efectivamente estos métodos.

Hasta ahora, la tecnología es un gadget más en la mochila de las directivas, que cumple un propósito fundamental y que busca incorporarse como un pilar base en la evolución del deporte a nivel mundial. En el objetivo de tomar decisiones basadas en la evidencia y no corazonadas o adivinanzas producto de la atesorada “experiencia” atrae el poder de estos modelos automáticos de aprendizaje para mejorar la gestión del juego, así, ser disruptivo se convierte en una norma en lugar de una excepción para los directores y entrenadores, reclama Sam Seddon, jefe de asociación deportiva de IBM en asociación con Wimbledon (Telegraph Group, 2020).

Otro de los aspectos desafiantes que propone la IA para la gestión deportiva, radica sobre lo mucho que se ha buscado comprender los sistemas avanzados, la interfaz entre los datos y la

maximización de la información, y de lo poco que se ha tomado en consideración para optimizar el aprendizaje de los atletas. Si bien, estos últimos no son parte directa del proceso analítico, pero resulta también necesario mantener una cadena de conocimiento con todos los miembros involucrados que podrán ser ventajas en tiempos futuros.

Discutir sobre la relación entre el deporte y la tecnología (IA), es lanzar hipótesis sobre el inicio de un capítulo de evolución más en la historia. El talento de las personas sigue y seguirá siendo un componente importante para completar el rompecabezas de esta relación, como lo muestra la figura 19, y esto rompe el paradigma común de despojar a los humanos su participación en los negocios debido a los avances de la inteligencia artificial. Todo lo contrario, no debe existir el uno sin el otro. Por el momento, el verdadero reto está en evitar que exista un solo ganador, donde el acceso a la información y la tecnología de punta sea dado injustamente solo por tener el más alto presupuesto. El deporte es un dominio lo suficientemente complejo que cautiva la mirada de los investigadores de informática y las demás ciencias de la información, pero de ninguna manera es simple, y la IA apenas empieza a indagar en los conceptos que surgen de estudiar los deportes modernos.

Figura 19

Elementos en la relación de IA y deporte



Adaptado de (Telegraph Group, 2020)

7. Artículo científico

Para concluir con el proceso investigativo se procede a la elaboración y publicación de un artículo de carácter científico que recopile el conocimiento presentado en esta investigación, así mismo en dar cumplimiento al objetivo específico número cinco planteado

La revista indexada seleccionada para iniciar el proceso de publicación de la información es la revista INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN de la Universidad Nacional de Colombia (UNAL), la cual cuenta con una óptica de divulgación y difusión de investigaciones caracterizadas por desarrollos tecnológicos en las diferentes disciplinas que generen un aporte al conocimiento. Así también, esta presenta una estructura definida para la realización de artículos a ser publicados la cual se tomó como referencia para la redacción del presente.

8. Conclusiones

El presente trabajo sustentado en la metodología de revisiones propuesta por Tranfield et al., (2003) y con base a la literatura encontrada se logra dar cumplimiento al objetivo general formulado inicialmente en la construcción del estado del arte sobre la inteligencia artificial para la gestión deportiva. Con el propósito de indagar en el dominio de investigación sobre técnicas de inteligencia artificial aplicadas en las actividades deportivas, los artículos evaluados en el proceso sistemático fueron categorizados de acuerdo con el tema que cubrían en relación con los demás, de este modo se consolidó la información basada en la similitud de aplicaciones que cada aporte científico representa.

Es posible establecer que, en los últimos años, la tecnología ha cambiado la forma de operar en muchos sectores incluido el deporte y las organizaciones mismas han notado que hay gran cantidad de conocimiento inexplorado que es valioso para adquirir ventajas sobre la competencia y aportar un grado superior de profesionalidad a los procesos. Con esto en mente, el presente estado del arte cubre los últimos cinco años de aportes científicos primarios y a su vez, contando con contribuciones complementarias, mencionar las fuentes externas a la academia que permitieron validar conceptos y clarificar ideas donde la tecnología de inteligencia artificial ha intervenido. Para el estudio de esta temática tan recién emergida, es importante tener en cuenta su versatilidad para ser adecuada e implementada en un sinnúmero de entornos, todos con finalidades distintas en la resolución de situaciones generales como específicas, más aún en un dominio deportivo que va adquiriendo mayor interés y admiración por el público en general y las instituciones. Esta relación deporte-tecnología comienza a presentar ideas y un compromiso fascinante que promete dar respuestas y elevar el nivel de expectativa hacia muchas irregularidades que actualmente vemos en la práctica del deporte.

El desarrollo de nuevas tecnologías ha disminuido el escepticismo por esta ciencia, permitiendo que desde el más temprano momento se tenga acceso a ella y se transformen los métodos de operación. El poder de influencia que ha traído la inteligencia artificial descentraliza los campos de aplicación en los que esta puede ser usada y en los deportes su mayor provecho ha sido tomado para resolver inquietudes que años atrás no eran posible resolver en tan poco tiempo, como es el poder predecir escenarios y tomar decisiones futuras basados en datos históricos o en tiempo real. Por consiguiente, se ha promulgado un ambiente de seguridad y confianza para avanzar en búsqueda de mejores formas de implementación.

El análisis de artículos da a conocer la diversidad de aplicación que poseen las técnicas de aprendizaje automatizado realzando así, la oportunidad que genera y simboliza cada idea individual de las investigaciones hechas por los autores independientemente del problema en específico que pretendían resolver. De las técnicas artificiales la que mayor participación representa y sobresale en su uso son las adaptaciones que se les dan a las redes neuronales en su concepto primitivo, así como sus derivados. Sin embargo, como se hace notar en los aportes primarios, las técnicas individuales en muchos casos son ineficientes cuando se quiere dictar una decisión final, puesto que aún convivimos con una IA débil que requiere de experiencia para mejorar, por tanto, sigue siendo clave la participación del intelecto humano para acoplar diferentes técnicas, algunas de naturaleza no artificial, para concretar decisiones finales.

La flexibilidad que está en los componentes de la inteligencia artificial para analizar diferentes escenarios con mínimos márgenes de error atrae cada vez más la atención de la gerencia deportiva, haciendo que la información necesaria para la toma de decisiones sea clara y se hagan en el tiempo oportuno. Como se mencionó anteriormente, la alta capacidad que yace del uso de capas de conocimiento, es decir, el uso de redes neuronales ha constituido un factor importante

para la extracción y el análisis de información relevante, capaz no solo de procesar datos sino de memorizarlos para futuros escenarios de estudio.

Se hace necesario partir de conocimientos previos que anteceden esta tecnología con el fin de tener mayor comprensión a cada proyecto llevado a cabo combinando estas dos disciplinas. Si bien es una etapa temprana la que estamos presenciado con la inteligencia artificial que nos brinda la oportunidad al talento humano de estudiarla y mejorarla para ponerla en práctica cuanto antes. Ciertamente hay mucho trabajo futuro por verse, así destacan gran parte de los autores, dejando sus iniciativas al conocimiento de la comunidad para ser llevadas a otro nivel de colaboración. Se espera tener nuevas expectativas y experimentaciones en los próximos años, pero sobre todo que se impulse el buen manejo de la información a través de la minería de datos que son el recurso principal para todas estas técnicas de aprendizaje automático.

Por último, el aporte de la literatura científica revela que la implementación de inteligencia artificial a procesos deportivos es aún una temática en desarrollo constante, con bastantes ofertas tanto de carácter lucrativas como de progreso científico por todo el mundo y una demanda de conocimiento que se esparce entre la comunidad. De esta manera, no solo se espera, sino que como ya es aclamado, estamos presenciado cambios significativos en la realización de actividades deportivas.

9. Recomendaciones

Algunas de las recomendaciones que se pueden formular para otros investigadores en la línea de trabajo del presente estudio, están:

La revisión llevada a cabo en el presente documento, analiza y argumenta sobre los distintos tipos de tecnología de inteligencia artificial que han sido aplicados en un ambiente deportivo, considerando los aportes que separadamente han emergido de la ciencia en investigaciones primarias muy diferentes de otras en la resolución de problemas específicos, da como resultado una extensión en el estudio de las múltiples ramificaciones y técnicas que surgen de hacer uso de inteligencia artificial en la gestión del deporte, asimismo, el pasar del tiempo trae consigo mejoras continuas en las técnicas de aplicación, para lo cual se recomienda ser más objetivo en la tecnología de estudio en búsqueda de obtener un análisis completo de los avances más prominentes de la unión de estas dos industrias, así también, y en búsqueda de dar un valor agregado a los niveles de información, se recomienda tener presente el uso y la exploración en bases de datos exclusivas en su contenido con relación a esta temática de estudio.

Por otra parte, es de utilidad tener en cuenta el estudio del marco legal en que se puede incurrir por la aplicación de dichas técnicas artificiales en el argot deportivo y contar con un panorama acertado de cómo se proyecta esta unión de conocimientos para un futuro próximo.

La futuras investigaciones deben estar orientadas en la definición de las técnicas principales que generan mayor impacto y que maximicen los beneficios para la comunidad del deporte en general, así también, todo riesgo y oportunidad de mejora deben seguir siendo evaluados para dar cumplimiento a los objetivos y actividades en los procesos existentes de las organizaciones de ambas partes, tanto el deporte como la ciencia artificial, así, podrán contar con

sólidos argumentos en la planeación de acciones que generen soluciones a la actividad deportiva en todos sus sectores a través de la Inteligencia Artificial en un marco de gestión de calidad.

Por último, y no menos importante, resulta interesante y convincente establecer una estructura de análisis concreta para investigaciones relacionadas, de modo que se entienda la jerarquía que abarca la inteligencia artificial y una vez entendido su concepto se pueda definir una línea de trabajo delimitada e indagar profundamente en ella, que traiga un resultado significativo al conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Alhojely, S. (2016). Sentiment Analysis and Opinion Mining: A Survey. *International Journal of Computer Applications*, 150(6), 22-25.
- Amaya, Ó. V. (2018). Una introducción a los procesos de decisión markovianos con costo promedio. *Miscelánea Matemática*, 37-56.
- Amerike. (25 de Junio de 2019). ¿Qué es la gestión deportiva? (I. U. Amerike, Ed.) Zapopan, Jalisco, Mexico: Instituto Universitario Amerike. Obtenido de <https://amerike.edu.mx/que-es-la-gestion-deportiva/>
- Arteaga, G. J. (2015). *APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE PROFUNDO (“DEEP LEARNING”) AL PROCESAMIENTO DE SEÑALES DIGITALES*. Universidad Autónoma del Occidente. Santiago de Cali: Universidad Autónoma del Occidente.
- BBVA. (8 de Noviembre de 2019). 'Machine Learning': ¿qué es y cómo funciona? BBVA Communications. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/machine-learning-que-es-y-como-funciona/>
- Beal, R., Norman, T., & Ramchurn, S. (2019). Artificial intelligence for team sport: A survey. *The Knowledge Engineering Review*, 34(24), 1-37.
doi:<https://doi.org/10.1017/S0269888919000225>
- Beltran, Ó. (2005). Revisiones sistemáticas de la literatura. *Revista Colombiana de Gastroenterología*.
- Cai, J., Hu, J., Tang, X., Hung, T.-Y., & Tan, Y.-P. (2020). Deep Historical Long Short-Term Memorys for Action Recognition. *Journal Pre-proof*.

- Caicedo Bravo, E. F., & Lopez Sotelo, J. A. (2009). *Una aproximación práctica a las redes neuronales*. Cali: Editorial Universidad del Valle.
- Catanzarite, J. (14 de December de 2018). *towardsdatascience*. Obtenido de The Naïve Bayes Classifier: <https://towardsdatascience.com/the-naive-bayes-classifier-e92ea9f47523>
- Cheng-Chung, W., Chou, W.-Y., Ahamed, S., & Hsiung, P.-A. (2019). Artificial Intelligence of Things in Sports Science: Weight Training as an Example. *IEEE Computer Society*.
- Cruise, N. (2019). *Quora*. Obtenido de <https://www.quora.com/What-is-deep-learning-Why-is-this-a-growing-trend-in-machine-learning-Why-not-use-SVMs>
- Cust, E., Sweeting, A., Ball, K., & Robertson, S. (2018). Machine and deep learning for sport-specific movement recognition: a systematic review of model development and performance. *Journal of Sports Sciences*.
- Damon, A., Pedersen, P., & McEvoy, C. (2011). *Research Methods and Design in Sport Management*. Champaign, IL: Human Kinetics Library. doi:<https://doi.org/10.5040/9781492596417>
- Ding, P. (2019). Analysis of Artificial Intelligence Application in Sports. *Journal of Physics: Conference Series*, 1302.
- Fuller, C. W. (2018). Modeling the impact of players' workload on the injury-burden of English Premier League. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* , 28(6) 1715–1721.
- Gamarra Torroledo, C., & Ríos Beltrán, M. (2018). *APLICACIÓN DE TÉCNICAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO PARA LA CLASIFICACIÓN Y RECONOCIMIENTO DE*

- OBJETOS EN IMÁGENES*. Universidad Santo Tomás. Bogotá D.C.: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10680/2018gamarracamilo.pdf?sequence=1>
- Gómez Vargas, M., Galeano Higueta, C., & Jaramillo Muñoz, D. (2015). El estado del arte: Una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- González de Dios, M. M., & Hernandez, M. (1997). Indicadores bibliométricos: Características y limitaciones en el análisis de la actividad científica. *An Esp Pediatr*, 47, 235-244.
- Hardy, T. (23 de Junio de 2002). Inteligencia Artificial. (C. d. (CISPO), Ed.) Santiago de Chile. Obtenido de <https://journals.openedition.org/polis/7970>
- Horvat, T., & Job, J. (2019). Importance of the training dataset length in basketball game outcome prediction by using naive classification machine learning methods. *ELECTROTECHNICAL JOURNAL*, 86(4), 197-202.
- HSU, Y.-L., CHANG, H.-C., & CHIU, Y.-J. (2019). *Wearable Sport Activity Classification Based on Deep Convolutional Neural Network*. Feng Chia University, Department of Automatic Control Engineering. Taiwan: IEEE.
- Jiang, K. (2018). *Combining Deep Learning and Probabilistic Model Checking in Sports Analytics*. Singapore: School of Computing, National University of Singapore.
- Jin, Z. (2019). Research on evaluation of public sports service in stadiums based on FNN algorithm. *Cluster Computing*, 22, 13835–13842. doi:<https://doi.org/10.1007/>

- Joshi, N. (15 de Marzo de 2019). Here's How AI Will Change The World Of Sport! Forbes. Obtenido de <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/03/15/heres-how-ai-will-change-the-world-of-sports/?sh=355e7be7556b>
- Jover, J. N. (1999). *LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA COMO PROCESOS SOCIALES: Lo que la educación no debe olvidar*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Jover/publication/328413184_LA_CIENCIA_Y_LA_TECNOLOGIA_COMO_PROCESOS_SOCIALES_Lo_que_la_educacion_cientifica_no_deberia_olvidar/links/5bcc4e23299bf17a1c649e56/LA-CIENCIA-Y-LA-TECNOLOGIA-COMO-PROCESOS-SOCIALES-Lo-
- Kitchenham, B., Brereton, P., Budgen, D., Turner, M., Bailey, J., & Linkam, S. (2009). Systematic literature reviews in software engineering – A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 51. 7-15.
- Latheef, N. A. (21 de Julio de 2017). The Number Games — How Machine Learning is Changing Sports. Medium. Obtenido de https://medium.com/@nabil_lathif/the-number-games-how-machine-learning-is-changing-sports-4f4673792c8e
- Londoño Palacio, O. L., Maldonado Granados, L. F., & Calderón Villafañez, L. C. (2016). *Guía para construir estados del arte*. Bogotá: International Corporation of Network of Knowledge.
- LOS PLEYERS. (7 de Julio de 2020). ¿Cómo ayuda la Inteligencia Artificial a la medicina deportiva? Los Pleyers. Obtenido de <https://lospleyers.com/noticias/inteligencia-artificial-nfl-medicina-deportiva-deporte-prevencion-lesiones/>

- Martínez, C. I. (24 de Julio de 2018). El rol de la ciencia, la tecnología y la innovación en el deporte. Bogotá D.C.: Portafolio. Obtenido de <https://www.portafolio.co/innovacion/el-rol-de-la-ciencia-la-tecnologia-y-la-en-el-deporte-519376>
- Matesanz, D., Holzmayer, F., Torgler, B., Schmidt, S., & Ortega, G. (2018). *Transfer market activities and sportive performance in European first football leagues: A dynamic network approach*. Universidad Nacional de Quilmes, Bernal. doi:<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209362>
- Mora, A. H. (2020). *Algoritmos de aprendizaje supervisado utilizando datos de monitoreo de condiciones: Un estudio para el pronóstico de fallas en máquinas*. Bogotá, D.C.: División de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad Santo Tomás.
- Olabe, X. B. (2008). *REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y SUS APLICACIONES*. Bilbao: Escuela Superior de Ingeniería de Bilbao, EHU .
- Orb, M. G. (2004). *Gestión Deportiva. Tres Ejes de la Calidad, más allá de las personas y de los gobiernos*. Ñuñoa: Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación Chile.
- Padala, S., & Gandhi, K. (2019). Machine learning: the new language for applications. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 8(4), 411-421. doi:10.11591
- Peterson, K., & Evans, L. (2019). Decision Support System for Mitigating Athletic. *International Journal of Computer Science in Sport*, 2019(1), 45-63. doi:10.2478/ijcss-2019-0003
- Pico, M. E. (2018). DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE MINERÍA DE DATOS PARA EL ANÁLISIS DE INFLUENCIA DE CUENTAS AUTOMATIZADAS EN TEMAS DE TENDENCIA SOBRE LA OPINIÓN DE LOS USUARIOS DE TWITTER

- EN ECUADOR. Quito: UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK. Obtenido de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3023/2/Tesis%20Mario%20Gordon.pdf>
- Pritchard, A. (1969). Statical bibliography on bibliometriccs. *Journal of Documentation*, 25(4), 348-349.
- Ramirez, F. (2020). *Inteligencia artificial débil: qué es y de qué manera ha impactado en la sociedad*. Universidad de Chile. Santiago de Chile: Prensa - Universidad de Chile. Obtenido de <https://www.uchile.cl/noticias/164364/inteligencia-artificial-debil-que-es-y-como-ha-impactado>
- Rossi, A., Perri, E., Pappalardo, L., Cintia, P., & Iaia, M. (2019). Relationship between External and Internal Workloads in Elite Soccer Players: Comparison between Rate of Perceived Exertion and Training Load. *Applied Science*, 9, 5174.
- Sacristán, M. (2021). *Barça Innovation Hub*. Obtenido de FAN ENGAGEMENT & BIG DATA: <https://barcainnovationhub.com/ai-challenge-in-sports-obtaining-data-to-learn/>
- Sancho, J. A. (2013). Components of sports management. An approximation. *Revista de Educación Física. Universida de Antioquia*, Vol 2.
- Sancho, R. (1990). Indicadores bibliométricos utilizados en la evaluación de la ciencia y la tecnología. *Revista Española de Documentación Científica*, 13(3-4), 842-865.
- Scimago Lab. (s.f.). *Scimago Journal & Country Rank*. Obtenido de <https://www.scimagojr.com/>
- Shen, M. (2020). Sports Game Management Method Based on Intelligence Computer Computing. *Cyber Security Intelligence and Analytics* (págs. 775-786). Warsaw: Springer.

- Shi, H. (2015). Application of Artificial Intelligence Technology in the Information Management of Sports Venues. *Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 150-161.
- Smith, C. S. (8 de April de 2020). Want to Be Better at Sports? Listen to the Machines. The New York Times. Obtenido de The New York Times: <https://www.nytimes.com/2020/04/08/technology/ai-sports-athletes-machine-learning.html>
- Soto, B., Vega, H., Guzmán, Y., Rodriguez, C., & Quinto, D. (2020). Classification Algorithm Based on Machine Learning to Optimize Athletes Talent Detection. *TEST Engineering & Management*, 13464 - 13471.
- Subashka , R., Nadeem , H., Anushka, K., Ritwiz , K., & Sonal , G. (2019). Analytics and Machine Learning Approaches to Generate Insights for Different Sports. *International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)*, Vol 7. Iss 6.
- Sujoy, G., & Nathan, F. (2018). The Problem with Win Propability. *e 12th MIT Sloan Sports Analytics Conf*. Boston: 42 Analytics.
- Syed Ahmad, S., Yusoff, Y., Zain, A., Samsudin, R., & Ghazali, N. (2019). AI for Heart Rate Measurements for Sport Performance: A review. *Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 551.
- Tecnologias disruptivas. (s.f.). *Tecnologias disruptivas*. Obtenido de <https://tecnologiasdisruptivas.com/blog/inteligencia-artificial/5-conceptos-importantes-sobre-inteligencia-artificial/>

Telefónica Tech. (7 de Octubre de 2019). Datos e Inteligencia Artificial: clave en la estrategia deportiva. Madrid, Madrid, España. Obtenido de <https://empresas.blogthinkbig.com/big-data-estrategia-deportiva/>

Telegraph Group. (2020). Technology & sport a glimpse into the future. (J. Bruce-Ball, Ed.) Telegraph Media Group. Obtenido de <https://www.telegraph.co.uk/tennis/artificial-intelligence/frontiers-are-breaking-down/>

Tian, C., De Silva, V., Caine, M., & Swanson, S. (19 de December de 2019). Use of Machine Learning to Automate the Identification of Basketball Strategies Using Whole Team Player Tracking Data. *Applied Science*.

Torres, B. G. (4 de Septiembre de 2016). El verdadero padre de la inteligencia artificial. OpenMind BBVA. Obtenido de <https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/inteligencia-artificial/el-verdadero-padre-de-la-inteligencia-artificial/#:~:text=John%20McCarthy%2C%20padre%20de%20la,para%20ayudar%20a%20su%20familia.>

Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management*.

TUDELA, J. P. (2016). *AGRUPAMIENTO VIA CLASIFICACIÓN*. Tlanguistenco, Estado de México: Universidad Autónoma del estado de México.

- UNINI. (20 de Julio de 2018). Obtenido de Universidad Internacional Iberoamericana:
<https://blogs.unini.org/tecnologias/2018/07/20/unini-implementacion-inteligencia-artificial-america-latina/>
- Velasqu ez, J. (2014). *Una gu a corta para escribir revisiones sistematicas de la literatura*. Medell n: DYNA.
- Vellido, L.  . (2019). La Inteligencia Artifficial Revoluciona el Mundo Deportivo. *byzness*. Obtenido de byzness:
<https://byzness.elperiodico.com/es/innovadores/20190420/inteligencia-artificial-deporte-7412556>
- Wei, W. (2020). Three-Dimensional Human Motion Simulation and Video Analysis System for Physical Training. *Cyber Security Intelligence and Analytics* (p ags. 807-813). Warsaw: Springer.
- Widarto, I. (2016). Innovation in sport has technology as an ally. *The Johan Cruyff Institute*.
- Wilton, F., Louis, C., & Carol, C. (2018). *Artificial Intelligence for Sport Actions and Performance Analysis using Recurrent Neural Network (RNN) with Long Short-Term Memory (LSTM)*. Hong Kong: The University of Hong Kong.
- Xiao-wei, X. (2019). Study on the intelligent system of sports culture centers by combining machine learning with big data. *Personal and Ubiquitous Computing*, 3. doi:<https://doi.org/10.1007/s00779-019-01307-z>

Zhao, L., & Chen, W. (2019). Detection and Recognition of Human Body Posture in Motion Based on Sensor Technology. *IEEJ TRANSACTIONS ON ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING*.

Zhou, Y., & Zhou, F. (2019). COGNITIVE NEURAL MECHANISM OF SPORTS COMPETITION PRESSURE SOURCE. *Translational Neuroscience*.