

# USO DE LA TECNOLOGIA EN EL DEPORTE

[Juan C. Salavarieta](#), Consultor en Innovación Tecnológica (COLINNOVACION)

**Resumen** — En la actualidad, el mundo del deporte ha mostrado como el poder de la tecnología y la innovación ha llevado al ser humano a desarrollar mayores y mejores habilidades físicas. Entre ellas se encuentran: correr más rápido, saltar más alto, soportar mayores presiones atmosféricas, etc. Inclusive, no es necesario ser un deportista de alto rendimiento para aprovechar las bondades y beneficios que brinda la tecnología. Hoy en día en gimnasios y entrenamientos personalizados se ven progresos exponenciales mediante el uso de dispositivos portátiles inteligentes (relojes inteligentes, ciclo computadores, monitores cardíacos, etc.) los cuales monitorean y registran las actividades físicas y mediante el análisis de datos dan recomendaciones y programas específicos para cada necesidad del atleta o del deportista ocasional. Esto ha mejorado las condiciones de salud y de bienestar en la sociedad, y ha motivado a una serie de investigaciones en el campo de las ciencias del deporte, que buscan mejorar el rendimiento deportivo, independientemente de las capacidades biológicas de cada individuo; en la actualidad, el manejo y análisis de datos al igual que el uso de datos precisos y herramientas tecnológicas son de gran utilidad al momento de hacer actividades deportivas.

**Palabras Clave** — Big Data Analysis, Ciencia del deporte, Análisis de Juego, Rendimiento Deportivo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la ciencia del deporte se ha basado en conceptos fundamentales tales como: fisiología, psicología, control motor y biomecánica, los cuales son aplicados de manera individual al estudiar el desempeño y funcionamiento en cualquier participación deportiva del ser humano. Al comprender cómo se desempeñan el organismo a nivel fisiológico, los científicos del deporte y el ejercicio pueden diseñar, monitorear y evaluar programas de entrenamiento para ayudar a los atletas y entrenadores a alcanzar su máximo potencial (Ohio University, 2016).

De manera complementaria se pueden estudiar las respuestas fisiológicas al ejercicio desde una perspectiva de salud; los beneficios psicológicos y las barreras del ejercicio en personas sedentarias, las habilidades psicológicas utilizadas por los campeones olímpicos, los patrones de movimiento de un niño que aprende a caminar o las dinámicas de movimiento de un salto mortal completo en gimnasia. Además, muchos científicos del deporte y el ejercicio se especializan en aprender cómo la actividad física puede ayudar a prevenir y tratar las principales enfermedades crónicas como la artritis reumatoide, la enfermedad cardiovascular, la obesidad, la diabetes, el cáncer y la osteoporosis (Ibis).

En la actualidad se considera la integralidad de las ciencias al momento de monitorear, evaluar y dar recomendaciones en el campo de la ciencia del deporte. Es por eso que no solo consideraría la dinámica biomecánica de un movimiento, sino también los requisitos fisiológicos y psicológicos de un deportista (Bangor University. UK, 2017). Ninguna de las disciplinas puede proporcionar la mejor solución a un problema aislado y los equipos deportivos más avanzados tienen todo el espectro de científicos deportivos que trabajan juntos para apoyar al equipo (Ibid).

Este artículo pretende dar una descripción sobre cómo la tecnología está revolucionando la ciencia del deporte, la relevancia que tiene en la actualidad el análisis de datos en el deporte y cómo esta práctica ha cambiado el desempeño de deportistas en general. También se dan ejemplos de los tipos de innovaciones tecnológicas en el campo deportivo, tanto para las actividades deportivas como para quienes las practican. Con la implementación de ayudas tecnológicas se presentan riesgos en el manejo de información, tema al que también se hace referencia en el presente artículo.

## 2. USO DE ANÁLISIS DE DATOS EN EL DEPORTE

El análisis de gran cantidad de datos (Big Data) está cambiando la naturaleza de la ciencia deportiva.

Estudios iniciales parten de la posibilidad de registrar los movimientos exactos de los jugadores en juegos de equipo como fútbol o baloncesto y se parte de la siguiente pregunta ¿cómo pueden los algoritmos procesar estos datos para proporcionar una perspectiva de desempeño deportivo significativa?

El objetivo es medir el desempeño de un deportista utilizando un enfoque basado en la evidencia científica que proporcionan los datos en lugar de una tradición dominada por la anécdota y la intuición (MIT Technology Review, 2016).

Es por eso que los científicos del deporte han intentado mejorar este enfoque en deportes de equipo como el baloncesto, futbol, el fútbol americano, etc. Esta ciencia es impulsada por la capacidad de recopilar grandes cantidades de datos sobre los jugadores y el juego mientras este está en progreso (ibid). Esta práctica ha tenido un gran crecimiento gracias a nuevas tecnologías e innovaciones en el campo de captura y visualización de datos.

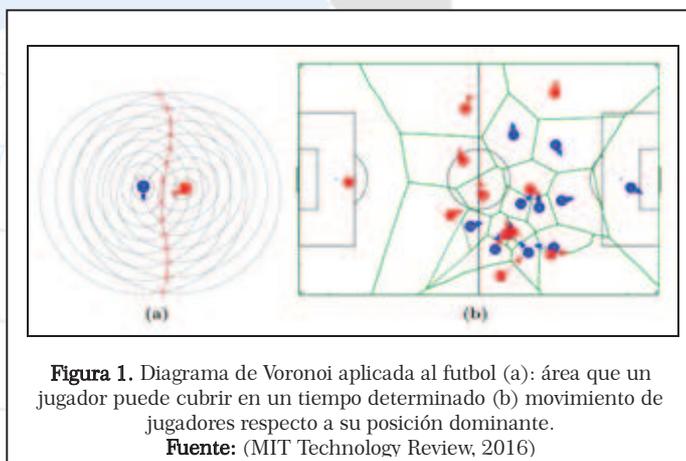
Sin embargo, en muchos de estos deportes, la capacidad de recopilar datos no ha sido igualada por la capacidad de procesarlos de manera significativa, ya que depende de la dinámica de juego de cada deporte y las características biofísicas de los jugadores (Ohio University, 2016). Este escenario propone una pregunta que desafía las ciencias del deporte respecto al nivel evolutivo de la toma y el análisis de datos. La ciencia del deporte los reconoce como “juegos de invasión”. Todos consisten en dos equipos que compiten por la posesión de una pelota en un área de juego restringida. Cada equipo tiene el objetivo simultáneo de anotar poniendo el balón en la “portería” opuesta y al mismo tiempo, defender su propia meta. El equipo que marque el mayor número de puntos al final del juego es el ganador.

Los datos recopilados generalmente consisten en trayectorias de jugador y pelota a lo largo del juego y registros de eventos, o movimientos que describen pases, tiros, tacleadas, entre otros. En la actualidad, los sistemas de rastreo de objetos más modernos tales como cámaras de alta definición o rastreadores de movimiento digitales en cámara lenta producen trazas espacio-temporales de las trayectorias de los jugadores con alta definición y alta frecuencia, lo que a su vez, ha facilitado una variedad de esfuerzos de investigación entre muchas disciplinas, que permite obtener información de las trayectorias durante el juego (Liebermann, y otros, 2002).

El gran desafío que presenta la ciencia del deporte es

utilizar estos datos para obtener una ventaja competitiva, preferiblemente en tiempo real durante el juego o para ayudar en el entrenamiento, la preparación o el reclutamiento de deportistas. Sin embargo, si bien los investigadores han logrado avances significativos, también existen importantes obstáculos que impiden mayores avances (Gudmundsson & Horton , 2016).

Uno de los más significativos implica en comprender cómo los jugadores pueden dominar partes del campo cerca de ellos. En ciencias del deporte, la región dominante de un jugador es aquella a la que puede llegar antes que cualquier otro jugador. Una forma sencilla de calcular esto es dibujar un diagrama Voronoi, que divide geoméricamente las regiones más cercanas a cada jugador Figura 1. (b) (MIT Technology Review, 2016).



**Figura 1.** Diagrama de Voronoi aplicada al fútbol (a): área que un jugador puede cubrir en un tiempo determinado (b) movimiento de jugadores respecto a su posición dominante.

**Fuente:** (MIT Technology Review, 2016)

Calcular el diagrama de Voronoi para cada jugador en el campo es computacionalmente costoso. En la actualidad han sido pocos los casos en los que se ha hecho con éxito en tiempo real, y no en la duración de un juego completo. Para sortear esta dificultad, los investigadores calculan una propiedad diferente (la región que cada jugador puede alcanzar en un tiempo determinado, Figura 1 (a) y luego buscan superposiciones que luego se resuelven lo que presenta una pérdida de precisión del 10 por ciento.

Pero incluso entonces, este enfoque ignora una serie de factores cruciales. Quizás lo más significativo, es que no tiene en cuenta el impulso de los jugadores. Claramente, un jugador en movimiento puede dominar una región más grande que un jugador estacionario.

Esto puede llevar a subdivisiones complejas de la cancha. Cuando el jugador A corre contra un jugador oponente B que está parado, cada uno puede tener más de una región dominante, y estos pueden no estar conectados entre sí. Por ejemplo, el impulso del jugador “A” da mejor acceso a algunas, pero no a todas, de la región detrás de “B”.

Por lo tanto, un problema importante en la ciencia del deporte, es cómo calcular las regiones dominantes en tiempo real. Esta es una de las muchas problemáticas que representa el análisis de gran cantidad de datos en el deporte (Gudmundsson & Horton , 2016).

Para complementar el ejemplo analítico anterior, se encuentra un área cada vez más importante del análisis deportivo conocida como la ciencia de redes complejas (*network science*). Esta técnica trata a cada jugador como un nodo y traza una línea entre ellos cuando la pelota viaja de uno a otro (pases). Ha sido un área de investigación que ha tenido grandes avances porque se ha desarrollado una amplia gama de herramientas matemáticas para analizar las redes que se forman (IBM Big Data & Analytics Hub, 2016).

Por ejemplo, es sencillo calcular los nodos más importantes de la red utilizando una medida conocida como centralidad. En el fútbol, los porteros y delanteros tienen la centralidad más baja, mientras que los defensores y los mediocampistas tienen la más alta (Ibid).

La dificultad que se presenta con la ciencia de red es que hay muchas formas diferentes de medir la centralidad y determinar los grupos, y no siempre está claro por qué un método debería preferirse a otro. Por lo tanto, otro problema abierto es evaluar y comparar sistemáticamente estos métodos diferentes para determinar su utilidad y valor (MIT Technology Review, 2016).

Otra clase de problemas proviene del análisis de datos exclusivos de la dinámica del juego. Por ejemplo, dada la lista de trayectorias de jugadores y registros de eventos por un período durante el juego, ¿es posible determinar la formación del equipo (estratégicamente en fútbol 4-4-2) o el tipo de marcación utilizada por el equipo defensivo? Estas interrogantes hacen de la ciencia del deporte y de análisis de datos una fuente inagotable de estudio que involucra diferentes disciplinas, destacándose la matemática, y las ciencias de la computación (MIT Technology Review, 2016).

### 3. EJEMPLOS DE USO DE LA TECNOLOGÍA EN EL DEPORTE:

Era acostumbrado que el entrenamiento deportivo requería un extenso registro en formatos de papel, lo que representaba un esfuerzo posterior al entrenamiento e inclusive después del juego, tanto para el entrenador como para el deportista. Mientras el atleta practicaba, las notas y el video se tomaban con diligencia y luego se agrupaban en tablas y gráficos que representaban el desempeño de ese jugador. Después de la práctica, el entrenador y el atleta trabajarían juntos para discutir los dolores, las molestias y los pensamientos sobre los movimientos físicos ocurridos

durante el entrenamiento o juego. El sistema tenía bastante por mejorar, por muchos años fue la forma en las que se desarrollaba el deporte, hasta que la tecnología transformó el campo del entrenamiento deportivo (Isaac, 2015).

La tecnología asociada al deporte se ha vuelto más pequeña, más resistente y menos costosa en los últimos años, lo que permite avances en desempeños en varias disciplinas deportivas. En la actualidad, los deportistas usan sensores que transmiten información en tiempo real a la tableta de un entrenador, un GPS identifica con precisión el movimiento de un ciclista, los teléfonos inteligentes mantienen los deportistas ocasionales dentro de sus rangos de rendimiento y los dispositivos portátiles pueden prevenir lesiones (Liebermann, y otros, 2002).

Los avances en tecnología han tenido un profundo impacto en el deporte, incluyendo, de manera general los siguientes ejemplos (Queensland Academy of Sport, 2016):

- Análisis del rendimiento deportivo y habilitación de los entrenadores para mejorar en gran medida la calidad de los comentarios de los jugadores / atletas.
- Aumentar la precisión en las mediciones de tiempo del rendimiento deportivo.
- Permitir que los árbitros y oficiales deportivos tomen mejores decisiones sobre las infracciones a las reglas.
- Mejoras en el diseño de equipamiento deportivo y ropa.
- Proporcionar a los espectadores una mejor visión del rendimiento deportivo.

De igual manera se puede citar las siguientes tecnologías de transmisión de datos e imágenes que han estado presente en los últimos años en transmisiones deportivas (Wood , 2008).

El uso de dispositivos electrónicos controlados por computadoras se emplea para medir los tiempos de rendimiento de los atletas en una gran cantidad de deportes, como atletismo, ciclismo, esquí, trineo, triatlón y muchos más. En el caso de Atletismo, el tiempo electrónico también mide el tiempo de reacción del atleta a la pistola de arranque en caso de que el atleta se mueva demasiado temprano en los bloques.

Otro sistema informático conocido como "Hawkeye" fue utilizado por primera vez en 2001 para mostrar la trayectoria de una pelota de cricket, lo cual ha generado un gran avance para este y otros deportes que han adaptado este sistema. Hawkeye produce todo tipo de análisis estadístico, como la velocidad de la

bola, el lanzamiento de la bola en la ventanilla y la trayectoria de la bola después del rebote. Hawkeye ahora se usa en el tenis para ayudar a determinar si un disparo está "dentro" o "fuera". El análisis del rendimiento deportivo provisto por Hawkeye ha mejorado enormemente el conocimiento y la participación del espectador (Ibis).

Otro ejemplo de desarrollo tecnológico es el logrado con las cámaras de video en miniatura, los espectadores ahora también pueden presenciar el rendimiento deportivo de formas que antes no eran posibles. Las cámaras de video se pueden colocar en lugares como autos de carreras, tocones de cricket, postes de gol e incluso en el atleta (Ohio University, 2016).

También se encuentran materiales usados en diferentes equipos o implementos deportivos como objeto de constante investigación y desarrollo, para mejorar el rendimiento deportivo. Algunos ejemplos incluyen:

- Los trajes de baño de cuerpo entero, hechos de poliuretano, tuvieron un gran impacto en los Juegos Olímpicos de 2008 y se prohibieron un año más tarde porque hacía una diferencia evidente en el rendimiento de los nadadores.

- Fibra de kevlar (5 veces más fuerte que el acero pero más ligera) utilizada en la fabricación de velas, neumáticos de bicicleta, botas de fútbol, raquetas de tenis, cascos, chalecos antibalas y más.

- bicicletas de carreras y conchas de remo hechas de materiales ligeros pero resistentes que minimizan la resistencia al aire o al agua.

#### 4. RIESGOS DEL USO DE BIG DATA EN DEPORTES

Si bien se han logrado grandes avances en la recolección y manejo de datos en el deporte, existen riesgos asociados con la pertinencia y la importancia de los datos recolectados. En deportes de alto rendimiento, se deben tener en cuenta preguntas como: ¿qué pasa si la información de los atletas cae en manos equivocadas? o ¿qué tan valiosa es la información de un atleta, en términos de cuantas horas duerme, que tiempo tarda en recuperarse, etc? Esta información le dará mayor o menor valor en un mercado de jugadores / atletas y paralelamente a la ayuda que le permite a los entrenadores trabajar en zonas débiles del jugador (Marr, 2017).

Este tipo de interrogantes muestran dos riesgos al momento de recolectar y analizar datos, el primero, es el tipo de seguridad que se tiene al momento de toma y almacenamiento de datos. Esta situación se ve, por ejemplo, en la Formula 1, donde la ventaja la dan miles de millones de datos aportados por la telemetría que transmiten los autos en competencia y en entre-

namientos, los cuales, son transmitidos directamente a centrales de datos (como se ve en las transmisiones) cerca de la zona de pits, y en donde se pueden tomar decisiones que representan ganar o perder una carrera donde cada milésima de segundo cuenta. Los equipos de Fórmula 1 deben invertir grandes recursos en cuidar su información, pues gracias a ella es que se logran las victorias en grandes premios, en donde los avances en aerodinámica, tipo de manejo del piloto y ganancias marginales son esenciales (Gudmundsson & Horton, 2016).

Un segundo riesgo se presenta cuando la información recolectada es usada como ventaja por parte de entrenadores y manejadores de jugadores. Estos tienen un mayor conocimiento acerca del comportamiento físico de un jugador y pueden ocultar información clave al momento de hacer una transferencia o cualquier negocio en un mercado de jugadores.

Esta inequidad en la información genera un desbalance, en el cual se puede jugar con la salud del jugador, sometiéndolo a esfuerzos (por ejemplo, jugar por periodos extensos de tiempo o hacer movimientos de alta dificultad) que de antemano, los datos confirman que no puede realizar, favoreciendo el espectáculo o intereses privados, antes que la integridad del deportista.

Esta situación está presente en deportes como el fútbol, baloncesto o fútbol americano, en donde se realizan "subastas de jugadores" (drafts) y se contratan a los jugadores "más valiosos", en la mayoría de los casos, teniendo solo información circunstancial de su tipo de juego (vistas desde su juego en campo), entrevistas e información básica de su estado anímico y físico. La limitación en la información del jugador, permite especular (económicamente) a los manejadores en la subasta, y poner presión sobre los jugadores (Marr, 2017).

#### 5. CONCLUSIONES

El entrenamiento y seguimiento de los deportistas ha presentado un aumento en el uso de la tecnología para mejorar el rendimiento deportivo, y se llega a depender de la cantidad de datos recolectados reevaluando su eficacia y necesidad. Sin embargo, es inevitable el uso de la tecnología y su impacto y penetración en el público deportista aficionado. La investigación y el desarrollo de dispositivos y prendas deportivas es una industria en sí misma que crea oportunidades para la inversión y el empleo, y cada vez es más accesible para el público general, lo que genera conciencia sobre como practicar disciplinas deportivas, disminuyendo riesgos y lesiones, a la vez que mejora significativamente el rendimiento del deportista.

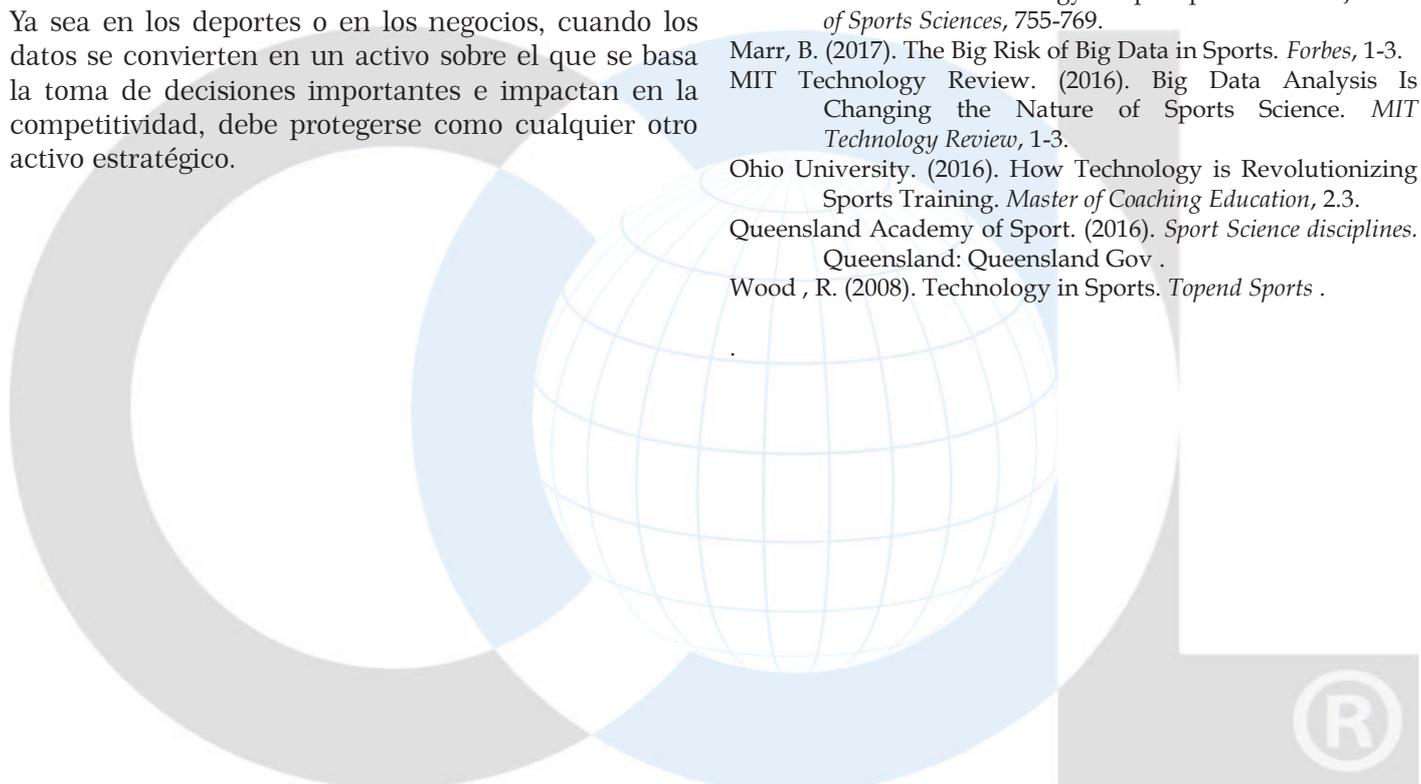
En el ámbito del deporte de alta competencia, se han identificado retos en perfeccionar los algoritmos que

puedan resolver las situaciones de juego en tiempo real. En este escenario el análisis de datos deberá justificarse como herramienta que pueda ayudar a mejorar el rendimiento tanto dentro como fuera del campo. Interrogantes como: ¿Se pueden utilizar como una métrica del rendimiento y el valor del jugador? ¿Pueden determinar si un jugador que tiene éxito en un equipo también tendrá éxito en otro? Podrán ser respondidas mediante el análisis de datos provistos por dispositivos y sistemas tecnológicos e interpretados por expertos en disciplinas asociadas con la ciencia del deporte. (Liebermann, y otros, 2002).

Ya sea en los deportes o en los negocios, cuando los datos se convierten en un activo sobre el que se basa la toma de decisiones importantes e impactan en la competitividad, debe protegerse como cualquier otro activo estratégico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bangor University. UK. (2017). What is Sports Science? *School of Sport, Health and Exercise Sciences*, 1-2.
- Gudmundsson, J., & Horton, M. (2016). *Spatio-Temporal Analysis of Team Sports*. Nueva York: Cornell University.
- IBM Big Data & Analytics Hub. (2016). *Sports and Analytics*. Big Data & Analytics Hub.
- Isaac, L. (2015). Technology in Sport. *Sports Management*, 1-2.
- Liebermann, D., Katz, L., Hughes, M., Bartlett, R., McClemens, J., & Franks, I. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 755-769.
- Marr, B. (2017). The Big Risk of Big Data in Sports. *Forbes*, 1-3.
- MIT Technology Review. (2016). Big Data Analysis Is Changing the Nature of Sports Science. *MIT Technology Review*, 1-3.
- Ohio University. (2016). How Technology is Revolutionizing Sports Training. *Master of Coaching Education*, 2.3.
- Queensland Academy of Sport. (2016). *Sport Science disciplines*. Queensland: Queensland Gov .
- Wood, R. (2008). Technology in Sports. *Topend Sports* .



# INNOVACION