





Revisión      Recibido: 03/11/2023 | Aceptado: 01/02/2024

**Tecnologías disruptivas, convergencia y aceleración: Deporte y las implicaciones tecnológicas****Disruptive technologies, convergence and acceleration: Sport and the technological implications**

Julián Adolfo Ramírez Gutiérrez. Grupo de investigación en Fisiología de la Actividad Física y la Salud (GIFAS). Universidad Sur colombiana. Colombia. [[dmgarcia@uniquindio.edu.co](mailto:dmgarcia@uniquindio.edu.co)] 

Diana María García Cardona. Grupo de investigación en Fisiología de la Actividad Física y la Salud (GIFAS) Universidad del Quindío. Colombia. [[dmgarcia@uniquindio.edu.co](mailto:dmgarcia@uniquindio.edu.co)] 

**Resumen:**

Las tecnologías disruptivas, la convergencia y la aceleración están revolucionando el ámbito del deporte y la salud, impulsando avances en campos como la biotecnología, la medicina personalizada y la inteligencia artificial. Estos cambios permiten un mejor monitoreo y análisis del rendimiento, con tecnologías de realidad virtual y aumentada mejorando el entrenamiento deportivo. Las nuevas plataformas de comunicación fomentan la actividad física y los estilos de vida saludables, mientras que la nanotecnología y la impresión 3D facilitan la creación de equipamiento deportivo personalizado. Estas innovaciones también están dando lugar a nuevos deportes, como los eSports, droneracing, exergames, deportes robóticos y eFoiling. Sin embargo, también presentan desafíos, como el dopaje tecnológico y las desigualdades en el acceso a estas tecnologías. Es esencial considerar las implicaciones éticas y sociales de estas innovaciones, y garantizar la integridad del deporte a través de la regulación y la educación. En conclusión, aunque las tecnologías emergentes tienen el potencial de mejorar la salud y el rendimiento deportivo, es crucial gestionar estos avances de forma responsable para asegurar un futuro equitativo y sostenible en el deporte y la salud.

**Palabras clave:** Tecnologías disruptivas, Convergencia tecnológica, Deporte



**Abstract:**

Disruptive technologies, convergence and acceleration are revolutionizing the field of sport and health, driving advances in fields such as biotechnology, personalized medicine and artificial intelligence. These changes enable better performance monitoring and analysis, with virtual and augmented reality technologies enhancing sports training. New communication platforms encourage physical activity and healthy lifestyles, while nanotechnology and 3D printing facilitate the creation of customized sports equipment. These innovations are also giving rise to new sports, such as eSports, droneracing, exergaming, robotic sports and eFoiling. However, they also present challenges, such as technological doping and inequalities in access to these technologies. It is essential to consider the ethical and social implications of these innovations, and to ensure the integrity of sport through regulation and education. In conclusion, while emerging technologies have the potential to improve health and sport performance, it is crucial to manage these advances responsibly to ensure an equitable and sustainable future for sport and health.

**Keywords:** Disruptive technologies, Technological convergence, Sport

**Introducción**

Las tecnologías disruptivas, al formar parte del patrón de cambio de la civilización, a través de las cuales la humanidad amplía el espectro de las capacidades de la sociedad, generando nuevos contextos de acción, mejorando la eficiencia y eficacia de la intervención humana y en general, provocando cambios significativos que alteran el statu quo (Clayton, 1997). Como resultado del cambio tecnológico gradual impulsado por la búsqueda de ideales sociales, económicos y culturales, las distintas tecnologías terminan interactuando e integrándose en un único sistema con nuevas y mayores funcionalidades (Roco, 2002).

En la actualidad, los avances en electrónica, con un mayor grado de integración que permite un alto poder de procesamiento utilizando menos energía y espacio, posibilitan el desarrollo de una computación de alto rendimiento sin precedentes (Global computing capacity, 2023). A su vez, esto impacta el desarrollo e innovación en campos como la biotecnología, la medicina, la recreación y el deporte, al



optimizar cada aspecto de todas las acciones humanas mediante la simulación, el análisis y la predicción en un ambiente virtual.

En este entorno se puede explorar el comportamiento de átomos, moléculas, materiales y hasta el desarrollo de galaxias, sin afectar la realidad material y superando las limitaciones de tiempo, espacio y energía impuestas por dicha realidad.

Tecnologías como la computación en la nube, la automatización avanzada, la inteligencia artificial generativa, la nanotecnología y las tecnologías de fabricación aditiva no serían posibles sin la convergencia de múltiples cambios tecnológicos y sociales que han permitido el diálogo entre disciplinas y el flujo de recursos de capital y humanos para su desarrollo.

En este escenario, se ha logrado no solo mejorar el rendimiento de los atletas mediante la personalización de entrenamientos y la monitorización avanzada, sino también crear experiencias deportivas más inmersivas para los aficionados. La interacción de las tecnologías disruptivas ha propiciado la creación de equipamientos deportivos más avanzados, el análisis detallado de datos biométricos en tiempo real y la introducción de elementos virtuales en la práctica deportiva, llevando a la expansión de los límites físicos y cognitivos en el deporte. Este fenómeno evidencia cómo la convergencia tecnológica no solo redefine el panorama deportivo actual, sino que también abre nuevas perspectivas para el futuro, donde la fusión entre la tecnología y el deporte continúa desafiando y redefiniendo los límites de la excelencia humana.

Dada la información anterior, el objetivo de este artículo fue explorar de manera integral las implicaciones de las tecnologías disruptivas en el ámbito deportivo, destacando su papel en la transformación de las prácticas deportivas, el rendimiento de los atletas y la experiencia de los aficionados. A través de un análisis de las tendencias tecnológicas emergentes, se busca proporcionar una comprensión de cómo la convergencia tecnológica está moldeando el presente y el futuro del deporte, así como sus implicaciones sociales, culturales y éticas.

## **Desarrollo**



La aceleración es un producto de los enfoques ágiles en la investigación, el desarrollo y la innovación (Straker, Wrigley & Edward, 2023), donde, gracias a la disponibilidad de nuevos avances tecnológicos, científicos, ingenieros y la sociedad en general pueden producir a una mayor velocidad con efectos positivos y negativos (Wang et al, 2022). Estos tres elementos - las tecnologías disruptivas, la convergencia y la aceleración - forman un círculo virtuoso que engendra mayores posibilidades de nuevas tecnologías disruptivas, más convergencia y más aceleración.

El deporte, la actividad física y la salud son escenarios de prueba y desarrollo de tecnologías disruptivas, donde debido a la visibilidad social del deporte que a su vez se articula con el ideal de salud, hacen ver al deportista como el prototipo de superhumano y un laboratorio de prueba de nuevas tecnologías e intervenciones que luego se desplazan a la sociedad en múltiples formas.

La biotecnología, el uso de ayudas ergogénicas y la medicina personalizada están transformando la forma en que los atletas y las personas en general mejoran su rendimiento y cuidan de su salud (Gollnick et al, 1973; Bouchard & Hoffman, 2010; Gineviciene et al, 2022). La biotecnología permite la investigación y el desarrollo de tratamientos avanzados para lesiones y enfermedades, mientras que las ayudas ergogénicas, como suplementos nutricionales y dispositivos de entrenamiento, mejoran el rendimiento deportivo. La medicina personalizada utiliza información genética y biométrica para diseñar planes de tratamiento y entrenamiento adaptados a las necesidades específicas de cada individuo.

La incorporación de tecnologías de monitoreo y análisis del rendimiento en tiempo real, como sensores y dispositivos de seguimiento, permite a entrenadores y deportistas ajustar sus programas de entrenamiento y recuperación de manera más efectiva (Lundstrom, Foreman & Biltz, 2023; Campos & Molina, 2022). Estos dispositivos también pueden utilizarse para prevenir lesiones y garantizar un enfoque más seguro en la práctica deportiva.

Las tecnologías de realidad virtual y aumentada están siendo utilizadas para mejorar la formación y el entrenamiento en deportes (Azlina et al, 2022). Estos entornos simulados permiten a los deportistas



practicar y perfeccionar sus habilidades en situaciones controladas y seguras, lo que puede resultar en un mejor rendimiento en situaciones reales de competición.

El desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación e interacción social ha llevado al surgimiento de plataformas y aplicaciones que fomentan la participación en actividades físicas y deportivas, así como la promoción de estilos de vida saludables (Huang, Sun & Jiang, 2022). Estas plataformas permiten a los usuarios compartir sus logros, establecer metas y recibir apoyo de sus comunidades en línea.

La convergencia de distintas tecnologías ha llevado a la creación de equipamiento deportivo más avanzado y personalizado. Por ejemplo, la nanotecnología y la fabricación aditiva (impresión 3D) permiten desarrollar materiales más ligeros y resistentes, así como productos diseñados específicamente para adaptarse a las necesidades individuales de cada deportista (Barman et al, 2022; Xhameni, Cheng & Farrow, 2022).

Inteligencia artificial en la planificación y el análisis del entrenamiento puede utilizarse para analizar grandes volúmenes de datos de rendimiento deportivo y salud, y así generar recomendaciones de entrenamiento personalizadas y optimizadas para cada individuo, teniendo en cuenta sus objetivos, capacidades y limitaciones (Xhameni, Cheng & Farrow, 2022; Hammes et al, 2022).

Las innovadoras tecnologías han dado origen a la creación de deportes y actividades físicas novedosas, ampliando el abanico de opciones para aficionados y atletas. Entre estos deportes emergentes se encuentran los deportes electrónicos o eSports (Pizzo et al, 2022), que consisten en competiciones de videojuegos en las que los jugadores compiten entre sí, ya sea individualmente o en equipos. Los eSports han experimentado un crecimiento exponencial en los últimos años, con torneos a nivel mundial, grandes premios en metálico y un creciente número de seguidores.

El droneracing, la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR), los exergames (Muñoz et al, 2022), los deportes robóticos y el eFoiling son otros ejemplos de deportes novedosos. El droneracing



combina habilidades de pilotaje y tecnología, donde los pilotos controlan drones de alta velocidad y los hacen navegar a través de circuitos tridimensionales especialmente diseñados.

La VR y AR han permitido el desarrollo de deportes inmersivos, permitiendo a los usuarios sumergirse en entornos virtuales y competir en diferentes disciplinas. Los exergames son videojuegos que combinan el entretenimiento con la actividad física, alentando a los jugadores a moverse y ejercitarse mientras interactúan con el juego, como Dance Revolution, Wii Fit y Pokémon GO.

Los deportes robóticos implican que los competidores diseñen y construyan robots que participan en eventos deportivos específicos, como combates de sumo robótico o carreras de robots, promoviendo el desarrollo de habilidades en ingeniería, programación y trabajo en equipo (Hsia, Lai & Su, 2022). El eFoiling es un deporte acuático emergente en el que los participantes usan una tabla de surf eléctrica con un hidroala para deslizarse sobre el agua a gran velocidad, combinando tecnología, equilibrio y habilidades de navegación. A medida que la tecnología avanza, es probable que sigamos viendo la aparición de más deportes y actividades físicas novedosas en el futuro.

Sin embargo, también es importante considerar los posibles efectos negativos de la implementación de estas tecnologías en el ámbito del deporte y la salud. Por ejemplo, el uso indebido de ayudas ergogénicas y la implementación de tratamientos médicos sin la debida supervisión pueden tener consecuencias perjudiciales para la salud y el bienestar de los individuos. Además, la rápida aceleración en la adopción de tecnologías puede generar brechas socioeconómicas y limitar el acceso a los beneficios de estas innovaciones para ciertos grupos de la población (Lentillon-Kaestner & Carstairs, 2010; Miah, 2017).

El dopaje tecnológico es el uso de tecnologías y dispositivos avanzados para mejorar artificialmente el rendimiento de un atleta en lugar de confiar únicamente en su habilidad y esfuerzo (Săvulescu, 2017). Esto incluye el uso de ayudas ergogénicas, como suplementos nutricionales, dispositivos de entrenamiento y tratamientos médicos, así como la manipulación genética. Con la aparición de CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats, o Repeticiones Palindrómicas Cortas



Agrupadas y Regularmente Espaciadas), existe la preocupación de que algunos atletas puedan recurrir a la edición genética para mejorar su rendimiento de manera antideportiva y antiética.

Si se utiliza CRISPR para modificar genes relacionados con el rendimiento atlético (Genetically Modified Athletes, 2023), como los que influyen en la resistencia, la fuerza muscular y la capacidad de recuperación, se plantea un problema importante en la igualdad de condiciones en el deporte. Además, los riesgos para la salud y la seguridad de los atletas que se someten a estas modificaciones genéticas son en gran medida desconocidos, ya que la tecnología CRISPR es aun relativamente nueva y su aplicación en seres humanos todavía se encuentra en etapas iniciales de investigación.

Las organizaciones deportivas y los organismos reguladores, como la Agencia Mundial Antidopaje (WADA, por sus siglas en inglés), están trabajando para abordar estos desafíos y asegurar la integridad del deporte. La WADA ya ha incluido la edición genética y la transferencia de genes en su lista de métodos prohibidos, lo que significa que los atletas que utilicen estas tecnologías para mejorar su rendimiento pueden enfrentarse a sanciones y suspensiones.

Es esencial que se siga investigando y evaluando las implicaciones éticas, sociales y de salud de las nuevas tecnologías en el ámbito del deporte y la actividad física. Además, es crucial que las partes interesadas, como los atletas, entrenadores, médicos, organizaciones deportivas y reguladores, estén informadas y capacitadas para tomar decisiones responsables y éticas en relación con la adopción y el uso de tecnologías emergentes.

En el futuro, es probable que veamos la aparición de más deportes y actividades físicas novedosas como resultado del avance tecnológico. Al mismo tiempo, también enfrentaremos nuevos desafíos éticos y regulatorios. La clave para abordar estos desafíos será encontrar un equilibrio entre la innovación y la integridad en el deporte, garantizando que la tecnología se utilice de manera responsable y beneficiosa para todos los involucrados.



## Conclusiones

Las tecnologías disruptivas, la convergencia y la aceleración están transformando el mundo del deporte y la actividad física, brindando nuevas oportunidades y desafíos. Si bien estas innovaciones tienen el potencial de mejorar el rendimiento, la salud y el bienestar de los individuos, es fundamental abordar los riesgos y consideraciones éticas asociadas para garantizar un futuro sostenible y equitativo en el ámbito del deporte y la salud.

## Referencias bibliográficas

- Azlina, M. Mokmin, · Regania, P. Rassy, and R. P. Rassy, “Education and Information Technologies Review of the trends in the use of augmented reality technology for students with disabilities when learning physical education · Augmented Reality · Educational Augmented Reality · Physical Education · Sports · Students with Learning Disabilities,” *Educ Inf Technol (Dordr)*, 123AD, doi: 10.1007/s10639-022-11550-2.
- Barman *et al.*, “The role of nanotechnology based wearable electronic textiles in biomedical and healthcare applications,” *Mater Today Commun*, vol. 32, p. 104055, Aug. 2022, doi: 10.1016/J.MTCOMM.2022.104055.
- Bouchard and E. P. Hoffman, “Genetic and Molecular Aspects of Sport Performance,” *Genetic and Molecular Aspects of Sport Performance*, Nov. 2010, doi: 10.1002/9781444327335.
- Campos, J. C. Molina Correa, V. C. M. Canevari, B. H. M. Branco, L. V. Andreato, and S. De Paula Ramos, “Monitoring Internal Training Load, Stress-Recovery Responses, and Immune-Endocrine Parameters in Brazilian Jiu-Jitsu Training,” *J Strength Cond Res*, vol. 36, no. 3, pp. 723–731, Mar. 2022, doi: 10.1519/JSC.0000000000003507.
- Clayton M. Christensen, “The Innovator’s Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail,” 1997.





- “Genetically Modified Athletes: Biomedical Ethics, Gene Doping and Sport - Andy Miah - Google Libros.” [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ZerGLY9dv8IC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Enhancing+athletes:+Is+it+bad+sportsmanship,+or+simply+the+next+step+in+human+evolution%3F+&ots=tq8O1bhBUo&sig=ATnRH4ZrhiV\\_ezQkurTeVkrZTQI&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=ZerGLY9dv8IC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Enhancing+athletes:+Is+it+bad+sportsmanship,+or+simply+the+next+step+in+human+evolution%3F+&ots=tq8O1bhBUo&sig=ATnRH4ZrhiV_ezQkurTeVkrZTQI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false) (accessed May 04, 2023).
- Gineviciene, A. Utkus, E. Pranckeviciene, E. A. Semenova, E. C. R. Hall, and I. I. Ahmetov, “Perspectives in Sports Genomics,” *Biomedicines* 2022, Vol. 10, Page 298, vol. 10, no. 2, p. 298, Jan. 2022, doi: 10.3390/BIOMEDICINES10020298.
- Gollnick, R. B. Armstrong, B. Saltin, C. W. Saubert, W. L. Sembrowich, and R. E. Shepherd, “Effect of training on enzyme activity and fiber composition of human skeletal muscle.,” <https://doi.org/10.1152/jappl.1973.34.1.107>, vol. 34, no. 1, pp. 107–111, 1973, doi: 10.1152/JAPPL.1973.34.1.107.
- “Global computing capacity – AI Impacts.” <https://aiimpacts.org/global-computing-capacity/> (accessed May 02, 2023).
- Hammes, A. Hagg, A. Asteroth, and D. Link, “Artificial Intelligence in Elite Sports—A Narrative Review of Success Stories and Challenges,” *Front Sports Act Living*, vol. 4, p. 861466, Jul. 2022, doi: 10.3389/FSPOR.2022.861466/FULL.
- Huang, M. Sun, and L. C. Jiang, “Core social network size is associated with physical activity participation for fitness app users: The role of social comparison and social support,” *Comput Human Behav*, vol. 129, p. 107169, Apr. 2022, doi: 10.1016/J.CHB.2021.107169.
- Hsia, C. F. Lai, and Y. S. Su, “Impact of using ARCS model and problem-based learning on human interaction with robot and motivation,” *Library Hi Tech*, vol. 40, no. 4, pp. 963–975, Aug. 2022, doi: 10.1108/LHT-07-2020-0182/FULL/XML.



- Lentillon-Kaestner and C. Carstairs, “Doping use among young elite cyclists: a qualitative psychosociological approach,” *Scand J Med Sci Sports*, vol. 20, no. 2, pp. 336–345, Apr. 2010, doi: 10.1111/J.1600-0838.2009.00885.X.
- Lundstrom, N. A. Foreman, and G. Biltz, “Practices and Applications of Heart Rate Variability Monitoring in Endurance Athletes,” *Int J Sports Med*, vol. 44, no. 01, pp. 9–19, Jan. 2023, doi: 10.1055/A-1864-9726.
- Miah, “Sport 2.0: Transforming Sports for a Digital World,” *Sport 2.0*, Dec. 2017, doi: 10.7551/MITPRESS/7441.001.0001.
- Muñoz, J. F. Villada, J. Carlos, and G. Trujillo, “Artículo Original Exergames: una herramienta tecnológica para la actividad física”.
- Nahavandi, R. Alizadehsani, A. Khosravi, and U. R. Acharya, “Application of artificial intelligence in wearable devices: Opportunities and challenges,” *Comput Methods Programs Biomed*, vol. 213, p. 106541, Jan. 2022, doi: 10.1016/J.CMPB.2021.106541.
- Pizzo, Y. Su, T. Scholz, B. J. Baker, J. Hamari, and L. Ndanga, “Esports Scholarship Review: Synthesis, Contributions, and Future Research,” *Journal of Sport Management*, vol. 36, no. 3, pp. 228–239, Mar. 2022, doi: 10.1123/JSM.2021-0228.
- Roco, MC. “Coherence and divergence of megatrends in science and engineering,” *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 4, no. 1–2, pp. 9–19, 2002, doi: 10.1023/A:1020157027792.
- Săvulescu, “The Future of Human Enhancement and Setting Rules for Technological Doping,” *Analele Universității din București – Seria Filosofie*, vol. 66, no. 2, pp. 9–24, 2017.
- Straker, C. Wrigley, and Edward Elgar Publishing, *The agile landscape of design thinking*. Edward Elgar Publishing, 2023. Accessed: May 02, 2023. [Online]. Available: <https://www.elgaronline.com/display/book/9781802203134/book-part-9781802203134-12.xml>



Wang, I. Qureshi, F. Guo, and Q. Zhang, “Corporate social responsibility and disruptive innovation: The moderating effects of environmental turbulence,” *J Bus Res*, vol. 139, pp. 1435–1450, Feb. 2022, doi: 10.1016/J.JBUSRES.2021.10.046.

Xhameni, R. Cheng, and T. Farrow, “A Precision Method for Integrating Shock Sensors in the Lining of Sports Helmets by Additive Manufacturing,” *IEEE Sens Lett*, vol. 6, no. 10, Oct. 2022, doi: 10.1109/LENS.2022.3205249.

