

# La Nanotecnología: Una reflexión de sus implicaciones en el deporte.



## Nanotechnology: A reflection of its implications in sport.

Pérez López, Dr C. Armenio; Rodríguez Castillo., MSc. Magda

 Dr C. Armenio Pérez López

armenio@unica.cu

Facultad de Cultura Física. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

 MSc. Magda Rodríguez Castillo.

magda@unica.cu

Centro Universitario Municipio Morón. Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

### Sapientia Technological

Instituto Tecnológico Superior Almirante Illingworth, Ecuador

ISSN-e: 2737-6400

Periodicidad: Semestral

vol. 4, núm. 2, 2023

sapientiatechnological@aitec.edu.ec

Recepción: 09 Agosto 2023

Aprobación: 31 Agosto 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/576/5764472003/>

DOI: <https://doi.org/10.58515/013RSPT>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial 4.0 Internacional.

Cómo citar : Pérez López, A., & Rodríguez Castillo, M. (2023).  
La Nanotecnología: Una reflexión de sus implicaciones en el  
deporte. Revista Sapientia Technological, 4(2), 26–36. <https://doi.org/10.58515/013RSPT>

**Resumen:** La importancia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo socioeconómico es un hecho incuestionable. La aplicación de la nanotecnología en el deporte ofrece muchos beneficios, sin embargo, también encierra riesgos éticos. El objetivo de este artículo es reflexionar a partir del análisis documental de diferentes publicaciones científicas, sobre el uso de la nanotecnología en el deporte para que se conozcan y puedan ser utilizadas por los diferentes profesionales de esta rama y por la población en general. La investigación puede clasificarse como cualitativa, básica, documental y descriptiva; empleando el marco analítico SALSA y los métodos deductivo y analítico-sintético. Los resultados señalan hacia el papel de la nanotecnología en la salud, alimentación y desarrollo de implementos deportivos. Las conclusiones reconocen que la nanotecnología tiene amplias potencialidades de aplicación y en los momentos actuales es una ciencia en desarrollo, que domina en campos como el almacenamiento de energía, las aplicaciones médicas, la industria automotriz y la cosmética, el deporte y la industria de los alimentos.

**Palabras clave:** Nanotecnología, deporte, carbono, beneficios.

**Abstract:** The importance of science and technology in socioeconomic development is an unquestionable fact. The application of nanotechnology in sport offers many benefits, however, it also carries ethical risks. The objective of this article is to reflect, based on the documentary analysis of different scientific publications, on the use of nanotechnology in sports so that they are known and can be used by different professionals in this branch and by the population in general. The research can be classified as qualitative, basic, documentary and descriptive; using the SALSA analytical framework and the deductive and analytical-synthetic methods. The results point to the role of nanotechnology in health, nutrition and development of sports equipment. The conclusions recognize that nanotechnology has wide application potential and is currently a developing science, which dominates in fields such as energy storage, medical applications, the automotive and cosmetics industry, sports and the food industry.

**Keywords:** Nanotechnology, sport, carbon, benefits.

## INTRODUCCIÓN

La nanotecnología es un campo de la ciencia que se encarga de la manipulación de la materia a escala microscópica (Britto & Castro, 2012). Puede crear o modificar elementos a nivel atómico o molecular y actualmente impacta en todo el quehacer de la actividad humana (Andrada, 2012). Su impacto se puede visibilizar en todo el desarrollo de la sociedad, permitiendo obtener resultados superiores, sin embargo, existen determinados retos éticos que esta tecnología debe enfrentar (Pérez y Rodríguez, 2020).

La nanotecnología ofrece la posibilidad de manejar las cosas a escala molecular, atómica y subatómica y que entre sus campos de aplicación se incluye el deporte. En la actualidad, la comunidad científica internacional la cataloga como uno de los proyectos más innovadores y ambiciosos de la ciencia moderna, impactando en el vestuario y en los implementos deportivos, así como en los tratamientos y rehabilitación de las lesiones y traumas deportivos (Echevarría-Castillo, 2013).

Se han obtenidos resultados, con el empleo de estas tecnologías, nunca soñados; mejorando la calidad de vida y el confort de los atletas; pero se requiere profundizar en las implicaciones que puede tener para su salud a largo plazo, así como sus altos costos, lo que es un reto en el campo científico-tecnológico para mantener el alto sentido ético que se requiere (Campillo & Zuleta, 2014; Casado 2010).

En la bibliografía analizada se encuentra precisado que la nanociencia se refiere al campo de la investigación básica, es decir, al estudio de los fenómenos y las propiedades de los materiales a escala atómica o molecular, mientras que la nanotecnología se centra en el desarrollo de aplicaciones tecnológicas y dispositivos a escala nanométrica. Sin embargo, nanociencia y nanotecnología se hallan estrechamente ligadas y mantienen una línea de evolución conjunta (Venturini, 2009).

Hay diferentes conceptos de “nanotecnología”, y “nanotecnologías en plural y para este trabajo consideramos el primero, pues es el término que más se ha utilizado en la literatura científica revisada. En el diccionario de la Real Academia Española (2018) la nanotecnología, se define como la tecnología de los materiales y de las estructuras en la que el orden de magnitud se mide en nanómetros, con aplicación a la física, la química y la biología.

De esta forma se precisa que la nanotecnología permite en escala de longitudes de 1 a 100 nanómetros, la manipulación de átomos y moléculas, con la característica importante de que la materia a esa escala tiene un comportamiento distinto al que normalmente presenta en lo macro, pues varían las propiedades físicas, químicas y biológicas de los materiales, lo que ha sacudido fuertemente al mundo científico, generando nuevas preguntas y cuestionando las leyes de la física clásica que parecían darse por sentadas (Quintili, 2012).

En la actualidad, todo lo investigado hasta ahora evidencia que el carbono en la forma de grafeno puede considerarse el material del futuro (Meinguer, 2019; Ríos et al., 2020). Puede emplearse en la nanotecnología para realizar diminutos dispositivos que puedan utilizarse en aplicaciones médicas o científicas. También se puede utilizar para crear equipos de protección más resistentes, e incluso se puede aplicar en materiales deportivos. De hecho, en algunos casos su uso ya es una realidad.

En este sentido, es objetivo de este trabajo reflexionar a partir del análisis documental de diferentes publicaciones científicas, sobre el uso de la nanotecnología en el deporte para que se conozcan y puedan ser utilizadas por los diferentes profesionales de esta rama y por la población en general. Esto debe ocasionar un impulso para continuar realizando este tipo de investigaciones; pues si bien está claro los beneficios que ha traído al mejorar considerablemente los resultados deportivos de los atletas, mejorar su calidad de vida, hacer los instrumentos deportivos más livianos y resistentes, aun no se conoce con exactitud las implicaciones para la salud y los riesgos éticos al propiciar desigualdades entre las posibilidades de ser utilizado por los países ricos y los pobres por los altos costos de estas tecnologías.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación es de tipo cualitativo, porque se persigue como objetivo “especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández et al., 2014, p. 92).

La investigación se clasifica como teórica y documental, al realizar el análisis de fuentes teóricas primarias de información científica (Hernández et al., 2014). Es básica y pura porque “se realiza dentro de un marco teórico para incrementar el conocimiento científico, sin la necesidad de contrastarlo con ningún aspecto práctico” (Muntané-Relat, 2010, p. 221). Teniendo en cuenta lo anterior, para esta investigación se utilizó el diseño de teoría fundamentada-emergente, dado que:

La teoría (hallazgos) va emergiendo fundamentada en los datos. Se trata de un proceso no lineal (aunque había que representarlo de alguna manera para su comprensión). Resulta sumamente iterativo (vamos y regresamos) y en ocasiones es necesario retornar al campo por más datos enfocados (entrevistas, documentos, sesiones, etcétera). (Hernández, et al., 2014, p. 422).

La investigación es descriptiva, según el nivel de conocimiento, ya que se desarrolla un estudio lógico-epistémico-prospectivo del carácter científico y su aplicación en el área deportiva de la nanotecnología. Se emplean, principalmente, el método deductivo y el método analítico-sintético para establecer los componentes esenciales de la búsqueda realizada y formalizar conclusiones al respecto. El método deductivo permite utilizar los contenidos de teorías validadas como científicas en la explicación y predicción de hechos o fenómenos que se investigan.

En la realización de esta investigación se emplea el marco analítico Búsqueda, Evaluación, Síntesis y Análisis (SALSA por sus siglas en inglés). “El Marco SALSA permite analizar si una metodología de análisis garantiza las cuatro dimensiones (sistemática, completa, explícita y reproducible)” (García, 2017, p. 23). Este marco analítico ha demostrado elevada validez y pertinencia en la realización de revisiones sistematizadas en el contexto de las ciencias sociales, tomando como referencia el marco PRISMA (Page et al., 2021) y la medicina basada en la evidencia.

Se hace referencia a buscar en bases de datos de reconocido prestigio, definiendo claramente criterios de inclusión y exclusión, empleando criterios pragmáticos (fecha, idioma, tipología, etc.) y de calidad (metodología empleada y validez de los trabajos); valoración de los trabajos y excluir algunos de ellos; extracción de los aportes de cada trabajo; valoración global de los resultados encontrados (García, 2017). Para cumplir con el objetivo propuesto el Marco SALSA brinda mayores posibilidades de obtener un estudio con alto rigor científico y posibilidades de divulgación. La Tabla 1 muestra los componentes metodológicos de la investigación.

**TABLA 1**  
Presentación metodológica de la investigación

Componente metodológico	Fundamentación
Cualitativa	Búsqueda e interpretación de la información sin criterios o categorías prefijadas
Descriptiva	Requiere una preparación previa que permita definir los aspectos que serán descritos
Teoría fundamentada emergente	Se obtiene la información a partir de la recopilación de datos
Teórico y documental	Utiliza predominantemente información obtenida de libro, revista y otros documentos
Básica y pura	No existe contraste con elementos prácticos, solo se trabaja desde el conocimiento teórico
Método deductivo	Se emplea para establecer inferencias a partir de la revisión de la literatura científica
Método Analítico-sintético	Se emplea para realizar el análisis de la información y construir el nuevo conocimiento a partir de la síntesis

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se analiza la literatura acerca de las aplicaciones de la nanotecnología en el deporte con el correspondiente análisis y sistematicidad, para que contribuya a la motivación de los profesionales de esta rama. La literatura sobre el tema, la mayoría se encontró en formato digital, pero también se revisaron revistas científicas impresas y otras publicaciones. Como métodos fundamentales de investigación se utilizó el análisis documental y los métodos teóricos de análisis y síntesis y el método deductivo; los que permitieron obtener importantes argumentos y consideraciones sobre el objeto de estudio.

Se pretende recopilar información, con el correspondiente análisis y sistematicidad, acerca de las aplicaciones de la nanotecnología en el deporte para que contribuya a la motivación de los profesionales de esta rama en el pregrado y posgrado a la adquisición y profundización del conocimiento sobre la misma.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ser humano comparte actividad y comunicación con otros individuos. En este contexto es importante reconocer la importancia del desarrollo de actividades en la transformación de las condiciones de vida y en el propio proceso de desarrollo. Esta concepción psicológica se encuentra concebida desde la escuela histórico cultural de la psicología (Maidansky, 2022).

Desde siglos anteriores, la actividad humana se ha caracterizado por la enorme influencia de los avances científico-técnicos que van aparejado al desarrollo, la prosperidad y la supervivencia (Foladori, 2012). En este sentido, el deporte no está ajeno a esta situación y va evolucionando a la par de los avances científicos, los que incrementan los resultados deportivos, mejoran las condiciones de las competencias, se evitan lesiones y por lo tanto los atletas llevan mejores condiciones de vida. Otro aspecto relevante a la hora de analizar la influencia del deporte en la vida cotidiana de los seres humanos es su papel como actividad lúdica y de ocio (Pérez y Rodríguez, 2022).

Ese desarrollo y aplicación de los resultados de las ciencias a las diferentes actividades y esferas de la vida, en el caso concreto de la nanotecnología se tiene, que si bien desde las décadas 50 y 60 del pasado siglo, se

comenzó a mencionar e investigar sus bondades (González et al., 2019); no es hasta la primera década del actual siglo que se comienza con su aplicación industrial a gran escala y por supuesto impacta a la actividad deportiva.

Cuando se mezclan ciencia y tecnología para la elaboración de los artículos de una disciplina deportiva, esto trae consigo la evolución acorde al futuro de los deportistas. Prendas más ligeras, que, por ejemplo, darán mayores resultados a un atleta de alto rendimiento (Hernández et al., 2022). De ahí parte la nanotecnología, que llegó para mejorar diversos elementos que pueden lograr hacer que un tenista, nadador o maratonista esté más cómodo en su disciplina; con ese sentimiento de libertad y frescura.

La fabricación de artículos más livianos, pero sin perder la resistencia, existe gracias al carbono en la nanotecnología. Las creaciones de éstos van desde raquetas de tenis hasta prótesis de algún miembro en atletas amputados. Por supuesto que también palos de golf, bicicletas y bates de béisbol; su uso es infinito (De La Peña-Benítez et al., 2018). Los principales resultados apuntan a favorecer la competitividad en el deporte al fomentar que se adquieran y se potencien las capacidades humanas que se relacionan directamente con los implementos deportivos.

Una raqueta hoy, tiene en sus redes nanotecnología para darle mucha mayor resistencia y durabilidad, así como la pelota de tenis también tiene este tratamiento que da mayor vida a la esfera y hace que ésta no pierda su forma con facilidad. Las raquetas de tenis creadas con grafema resultan mucho más resistentes y ligeras que las fabricadas en otros materiales metálicos o sintéticos. Una lámina de este derivado del carbono puede ser 100 veces más dura que otra de las mismas dimensiones compuesta por acero. Además, es más ligero que la fibra de carbono, por lo que el peso es casi imperceptible para el jugador.

El ciclismo goza de estos componentes como el carbono (Meinguer, 2019; Ríos et al., 2020). Que un corredor celebre alzando su bicicleta, es porque su peso es mínimo. Con esa ligereza, además se aprovecha la física de la fuerza y aerodinámica para ser más veloz en cualquier circuito, o mucho más leve en las etapas de montaña; lo que no se conseguiría con los modelos tradicionales en acero. Entonces, la magia dentro de los balones de fútbol, zapatillas ultraligeras hechas a la medida y todos los récords mundiales que se aprecian en natación dentro de las justas deportivas como Juegos Olímpicos, están directamente relacionados a este avance tecnológico. Pequeña tecnología que hace grande cualquier deporte (De La Peña-Benítez et al., 2018).

La nanotecnología del carbono y el grafeno en el deporte tendrá un largo recorrido en el futuro próximo. A medida que se vayan superando algunos retos relacionados con los gastos de producción o la integración de otros elementos, como los tejidos, se irá haciendo más conocido. Poco a poco irá ganándole el lugar a otros materiales más contaminantes y menos efectivos, como los derivados del petróleo.

También, la nanotecnología se está aplicando en otras ramas de las ciencias que se relacionan con la actividad deportiva, como son la industria de los alimentos y la salud. En el primer caso se destaca su uso en suplementos alimenticios, en los envases, en la reducción del contenido graso y en fortificantes o adelgazantes (Echevarría-Castillo, 2013). En el caso de la salud, se logra menos traumas y lesiones al ser más duraderos y efectivos los implementos deportivos y los medios de protección.

Cuando los atletas están lesionados se aplica con éxitos en regeneración tisular, cuyo objetivo es el desarrollo de biomateriales inteligentes que reaccionen positivamente a los cambios de su entorno liberando de forma controlada principios activos capaces de estimular cambios regenerativos específicos a nivel tisular y promoviendo el potencial autoregenerativo de las propias células del paciente. Se la obtención de implantes específicos, adaptados a la anatomía de cada paciente, que mejoren su integración y eviten infecciones y rechazos porque sean capaces de liberar fármacos ante cambios en la estructura y en la aparición de bacterias (Pyrrho & Schramm, 2020).

Por otro lado, si bien estos avances tecnológicos han revolucionado los resultados deportivos, implantándose múltiples récords mundiales y olímpicos, fundamentalmente en deportes como la natación, el ciclismo, el tenis y el atletismo, han dado lugar a diferentes protestas y reclamos éticos por parte de atletas y

naciones que por sus altos costos no pueden acceder a estas tecnologías, lo cual se está revisando y ajustando para que el deporte siga siendo un derecho de todos.

También las propiedades de estas novedosas nanopartículas y nanoestructuras son todavía, en gran parte, desconocidas, pero la exposición de los trabajadores en sus empresas y de los consumidores va en aumento de forma descontrolada pese a que todos los expertos coinciden en que la materia en estas condiciones tiene propiedades y efectos muy diferentes que en las escalas normales. Hay que agregar que se han liberado al medio ambiente nano partículas al margen de toda racionalidad; sin evaluación previa de los efectos e impactos, sin constatar la capacidad de adaptación y metabolización de la biosfera y, por tanto, sin considerar la naturaleza.

## CONCLUSIONES

A modo de conclusiones del presente artículo se puede señalar que la nanotecnología tiene amplias potencialidades de aplicación y en los momentos actuales es una ciencia en desarrollo, que domina en campos como el almacenamiento de energía, las aplicaciones médicas, la industria automotriz y la cosmética, el deporte y la industria de los alimentos.

En el caso del deporte su impacto es sin precedentes; con vestuarios e instrumentos deportivos más cómodos, duraderos y de mejores características lo que le brinda una mayor seguridad y resultados al atleta; una alimentación con menos riesgos y más energética y en caso de lesiones un tratamiento más efectivo y con menor tiempo de recuperación.

Se debe considerar que actualmente se desconocen los eventuales riesgos que puede tener para quienes trabajan con nanomateriales o para los usuarios de los productos que los contienen; y también las importantes ganancias económicas anticipadas que ya se están generando para los inversores al ofertar productos de muy altos costos sin posibilidad de estar al alcance de atletas y países subdesarrollados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrada, A. M. (2012). Nanotecnología: descubriendo lo invisible. Maipue.
- Britto, F. M., & Castro, G. R. (2012). Nanotecnología, hacia un nuevo portal científico-tecnológico. *Química Viva*, 11(3) 171-183. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/100801/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/100801/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Campillo, B. E., & Zuleta, G. L. (2014). Bioética y nanotecnología. *Revista Lasallista de Investigación*, 11(1), 63-69.
- Casado, M. (2010). Introducción. Bioética y nanotecnología. Thomson Civitas. <https://www.bioeticayderecho.ub.edu/sites/default/files/libro-bioetica-y-nanotecnologia.pdf>
- De La Peña-Benítez, P., García-Santos, A., Castellote-Armero, M., Jiménez-Relinque, E. (2018). Nanotechnology in architecture: graphene. *DYNA*, 93(2). 170-174. <https://doi.org/10.6036/8302>
- Echevarría-Castillo, F. (2013). Retos de este siglo: nanotecnología y salud. *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia*, 29(1), 3-15. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubheminhem/rch-2013/rch131b.pdf>
- Foladori, G. (2012). Trabajadores y nanotecnología. *Observatorio del desarrollo: Investigación, reflexión y análisis*, 1(3), 21-24. <https://estudiosdeldesarrollo.mx/observatoriodeldesarrollo/wp-content/uploads/2019/05/OD3-6.pdf>
- García, F. J. (2017). Revisión sistemática de literatura en los Trabajos de Final de Máster y en las Tesis Doctorales. [Programa de Doctorado Formación en la Sociedad del Conocimiento. Facultad de Ciencias. Universidad de Salamanca]. <https://bit.ly/3dB0nkj>
- González, K. G., Plaza, B. H., & Parra, G. A. (2019). La nutrición en la actividad física y deportiva: alimentos funcionales con nanotecnología, aplicaciones potenciales. *RICCAFD: Revista Iberoamericana de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 8(2), 117-130. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8259760>

- Hernández, M., Rodríguez, V., & de Jesús, F. (2022). Gestión universitaria del deporte desde la ciencia y la tecnología: una mirada desde Cienfuegos. *Estrategia y Gestión Universitaria*, 10(1), 52-62. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/780/7803924005/7803924005.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M.P. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6 Edición. McGrawHill Education. <https://bit.ly/3GHmD69>
- Maidansky, A. (2022). Vygotsky on cultural-historical development: from the primitive to the superhuman. *Culture and Education*, 34(1), 188-210. <https://doi.org/10.1080/11356405.2021.2017720>
- Meinguer, J. (2019). La comunicación de la nanotecnología del carbono a través del análisis crítico de textos informales en la educación química preuniversitaria. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 12(22), e1-33. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2019.22.61953>
- Muntané-Relat, J. (2010). Introducción a la investigación básica. *RAPD ONLINE*, 33(3), 221-227. <https://bit.ly/3wW8oGi>
- Page, M. J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E.A., Brennan, S.E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74 (9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Pérez, A., & Rodríguez, A. (2020). Economía conductual y COVID-19: Una interpretación social de la realidad. *Revista de ciencias sociales*, 26(4), 507-514. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7687054>
- Pérez, A., & Rodríguez, A. (2022). Economía conductual: su influencia en la predicción de resultados deportivos. *RETOS. Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 12(23), 125-138. <https://doi.org/10.17163/ret.n23.2022.08>
- Pyrrho, M., & Schramm, F. R. (2020). Cruces entre salud colectiva y bioética: la nanotecnología como objeto-modelo. *Revista Bioética*, 27(4), 587-594. <https://doi.org/10.1590/1983-80422019274341>
- Real Académica Española (2018). *Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española*. <https://dle.rae.es/>
- Ríos, J., Aburto, A., & Ortega, F. (2020). Uso de herramientas estadísticas en nanotecnología del carbono. *Milenaria, Ciencia y Arte*, 9(15), 25-27. <http://milenaria.umich.mx/ojs/index.php/milenaria/article/view/108>
- Quintili, M. (2012). Nanociencia y Nanotecnología... un mundo pequeño. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (42), 125-155. <http://www.scielo.org.ar/pdf/ccedce/n42/n42a10.pdf>
- Venturini, V. M. (2009). Inteligencia Ambiental y Nanotecnología: El paso del Bit al átomo. *Cuadernos de Ingeniería*, (4), 62-82. <http://200.10.180.182/index.php/CI/article/view/176>

## ENLACE ALTERNATIVO

<https://sapientiatechnological.aitec.edu.ec/index.php/rst/article/view/52/90> (pdf)