



Efectos de medicina cuántica aplicada al entrenamiento paralímpico de atletismo sobre el rendimiento físico en Colombia

Effects of quantum medicine applied to paralympic athletics training on physical performance in Colombia

¹Eduardo Victor Montenegro Collazo

Comité Paralímpico Colombiano

<https://orcid.org/0009-0008-6908-4587>

dr.eduardo.montenegro@gmail.com

Villavicencio, Colombia

¹Doctor en Medicina. Profesor de Educación Física (Especializado en Entrenamiento de Atletismo). Comité Paralímpico Colombiano.

Fecha de recepción: 01-12-2025

Fecha de aceptación: 04-01-2026

Fecha de publicación: 14-01-2026



Las obras que se publican en STAR están licenciadas bajo [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Resumen

Introducción: El entrenamiento de atletas paralímpicos requiere métodos innovadores adaptados a sus necesidades específicas fisiológicas y neuromotoras. En tal sentido, la medicina cuántica deportiva puede emerger como una estrategia complementaria para mejorar la eficiencia fisiológica, la recuperación neuromuscular y el rendimiento deportivo, aunque la evidencia científica en poblaciones paralímpicas sigue siendo escasa.

Objetivo: Determinar el efecto de un programa de medicina cuántica sobre la capacidad aeróbica y el rendimiento físico en deportistas paralímpicos.

Metodología: Se realizó un estudio cuantitativo, preexperimental, en 48 deportistas paralímpicos de Colombia. La intervención duró 8 semanas, con sesiones de 90 minutos, 5 veces por semana. El programa incorporó estimulación bioenergética cuántica, ejercicios de fuerza funcional, sprints progresivos y trabajo técnico de carrera individualizado. Se midieron el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) y los tiempos en pruebas de 100 m, 200 m, 800 m y 1500 m con pruebas estandarizadas.

Resultados: Se observaron mejoras estadísticamente significativas en todos los indicadores estudiados: VO_2 max. ($p = 0.0001$), velocidad en 100 m y 200 m ($p = 0.0001$) y rendimiento en pruebas de 800 m y 1500 m ($p < 0.0002$) en todos los participantes.

Discusión: Los resultados indican que la medicina cuántica integrada al entrenamiento físico adaptado puede mejorar los procesos de adaptación fisiológica y neuromuscular, maximizando el rendimiento aeróbico y anaeróbico en deportistas paralímpicos.

Conclusiones: La medicina cuántica y el entrenamiento individualizado, mejoró de manera significativa y perdurable la capacidad aeróbica y el rendimiento físico, siendo una estrategia complementaria prometedora en el entrenamiento deportivo adaptado.

Palabras clave: Entrenamiento paralímpico; medicina cuántica; rendimiento físico; atletismo adaptado.

Abstract

Introduction: The training of Paralympic athletes requires innovative methods tailored to their specific physiological and neuromotor needs. In this regard, sports quantum medicine may emerge as a complementary strategy to improve physiological efficiency, neuromuscular recovery, and athletic performance, although scientific evidence in Paralympic populations remains scarce.

Objective: To determine the effect of a quantum medicine program on aerobic capacity and physical performance in Paralympic athletes.

Methodology: A quantitative, pre-experimental study was conducted on 48 Paralympic athletes from Colombia. The intervention lasted eight weeks, with 90-minute sessions five times per week. The program incorporated quantum bioenergetic stimulation, functional strength exercises, progressive sprints, and individualized running technique work. Maximum oxygen uptake (VO_2 max) and times in the 100 m, 200 m, 800 m, and 1500 m tests were measured using standardized protocols.

Results: Statistically significant improvements were observed in all indicators studied: VO_2 max. ($p = 0.0001$), 100-m and 200-m sprint speed ($p = 0.0001$), and performance in the 800-m and 1500-m tests ($p < 0.0002$) in all participants.

Discussion: The results indicate that quantum medicine integrated into adapted physical training can improve physiological and neuromuscular adaptation processes, maximizing aerobic and anaerobic performance in Paralympic athletes.

Conclusions: Quantum medicine and individualized training significantly and durably improved aerobic capacity and physical performance, making it a promising complementary strategy in adapted sports training.

Keywords: Paralympic training; quantum medicine; physical performance; adapted athletics.

Introducción

El Para Atletismo se ha convertido en la disciplina más importante de los Juegos Paralímpicos, reuniendo una increíble diversidad de atletas y clasificaciones funcionales. Esto lo ha transformado en un espacio clave para la visibilidad, la inclusión y el alto rendimiento. En Colombia, el Comité Paralímpico ha estado trabajando en programas de desarrollo para esta modalidad, pero aún enfrentamos limitaciones estructurales en la preparación científica de nuestros atletas, lo que nos deja con brechas significativas en comparación con las potencias internacionales (González et al., 2023). Los métodos de entrenamiento todavía se basan en enfoques tradicionales, y hay una falta de innovación en la aplicación de ciencias emergentes que integren la fisiología, la tecnología y la medicina avanzada. Esta situación ha llevado a un estancamiento en el rendimiento competitivo, especialmente en pruebas de medio fondo, lanzamientos y velocidad, donde se notan deficiencias en la preparación específica de fuerza, la técnica de carrera y la recuperación después del esfuerzo. La falta de programas sistemáticos que incorporen enfoques disruptivos, como la medicina cuántica, limita el desarrollo integral de nuestros atletas colombianos, quienes compiten en condiciones menos favorables que sus colegas de otros países.

La investigación sobre el entrenamiento en hipoxia y en altitud ha revelado resultados muy prometedores para mejorar el rendimiento de los deportistas con discapacidad. En Ecuador, Calero et al. (2019) encontraron que un protocolo escalonado de cinco días en altura (2450–2950 msnm) benefició a los atletas paralímpicos de fondo, mejorando su tolerancia y eliminación del lactato, así como su frecuencia cardíaca máxima, sin que se registrara una pérdida significativa de peso corporal. Además, Chávez y Lozano (2022) demostraron que el entrenamiento hipóxico intermitente en atletas con discapacidad visual de Cundinamarca logró elevar los valores de VO_2 máx. ($52,5 \pm 7,71$ ml.kg.min), la frecuencia cardíaca máxima ($174,5 \pm 3,94$ ppm) y la velocidad de desplazamiento ($14,25 \pm 1,90$ km/h), resaltando el potencial de la altitud como un estímulo adaptativo. Estos hallazgos subrayan que el entrenamiento en condiciones extremas puede ser clave para la preparación física de los atletas paralímpicos, aunque la literatura en este ámbito sigue siendo escasa y fragmentada en el contexto latinoamericano.

Los avances recientes en coordinación motriz aplicados a la técnica de carrera también son muy relevantes. González et al. (2025) desarrollaron programas para la selección Bogotá de Para Atletismo, donde, a través de análisis digital y herramientas como la aplicación OCHY, se identificaron mejoras en el braceo, la postura del tronco, la cadencia y el aterrizaje del pie. Estas investigaciones confirman que optimizar la técnica es un componente esencial para potenciar el rendimiento, especialmente en pruebas de velocidad y medio fondo. Por otro lado, Toledo et al. (2021) evidenciaron que el atletismo tiene un impacto significativo en las capacidades condicionales de niños y adolescentes, destacando la importancia de implementar programas formativos desde etapas tempranas.

En el mundo del deporte, se ha comprobado que la preparación específica para la fuerza rápida es clave en las pruebas de lanzamiento y velocidad en los Juegos Paralímpicos. González et al. (2023)

encontraron efectos positivos en la fuerza rápida de los paraatletas que lanzan disco, mientras que Perna et al. (2024) demostraron que el entrenamiento de fuerza en atletas con discapacidad física por amputación mejora notablemente su rendimiento en competencias. Además, Hincapié et al. (2021) compararon la velocidad y la fuerza entre deportistas paralímpicos con lesión medular y atletas convencionales, confirmando que se necesitan adaptaciones metodológicas específicas para reducir las diferencias en el rendimiento. En el caso de los lanzadores de bala y jabalina, Pérez-Trejos et al. (2022) mostraron que un programa de realidad virtual ayudó a mejorar la estabilidad del tronco, lo que subraya cómo las innovaciones tecnológicas pueden influir en el perfeccionamiento técnico.

La preparación física en Para Atletismo también ha sido analizada por Moposita et al. (2023), quienes realizaron estimaciones indirectas del VO_2 máx en corredores con discapacidad visual y sus guías, destacando la importancia de considerar no solo a los atletas, sino también a sus acompañantes en las pruebas de medio fondo. Por otro lado, García-Carrillo et al. (2025) investigaron las prácticas de entrenamiento en lanzadores paralímpicos, identificando diferencias entre los niveles de desarrollo y la clase mundial. Estos estudios subrayan la necesidad de crear planes metodológicos que se adapten al contexto funcional y competitivo de cada atleta.

Sin embargo, la innovación en el ámbito paralímpico va más allá de la fisiología tradicional. Durán y Smith (2025) han señalado que las tecnologías emergentes tienen un impacto significativo en el rendimiento del deporte adaptado, aunque también advierten sobre los retos éticos que esto conlleva. Rojas y Ordóñez (2024) demostraron que la terapia física no solo potencia el rendimiento funcional, sino que también mejora aspectos académicos y sociales en estudiantes con discapacidad, proponiendo un enfoque integral para la intervención. Estas visiones coinciden en que el deporte paralímpico debe ser abordado desde una perspectiva multidimensional, que integre lo físico, lo social y lo tecnológico.

Al mismo tiempo, la literatura sobre medicina cuántica ha comenzado a establecer bases conceptuales y experimentales que podrían revolucionar la manera en que entendemos los procesos de entrenamiento y recuperación. Díaz (2010) aplicó tratamientos bioenergéticos en corredores jóvenes, reportando mejoras en su rendimiento, mientras que Firmansah y Ray (2017) investigaron la biorretroalimentación cuántica como un mecanismo para optimizar el rendimiento deportivo. Chamkouri et al. (2024) destacaron que el desarrollo de radiómetros, detectores y biosensores es el primer paso hacia la consolidación de la medicina cuántica. Desde un enfoque teórico, Sánchez y Márquez (2006) propusieron el pensamiento cuántico como un modelo para entender fenómenos complejos en la salud y la mente, mientras que Sarabia (2025) enfatizó el potencial de la ciencia cuántica para transformar la educación y las ciencias sociales. Bisiani et al. (2023) subrayan que es el momento de avanzar hacia lo cuántico en medicina, anticipando su aplicación en los campos clínicos y deportivos.

En Colombia, Gracia (2021) resaltó el impacto social del “salto cuántico en el deporte”, mientras que Yépez (2025) exploró fenómenos cuánticos y neuroalterapéuticos desde una perspectiva integradora. Swan et al. (2022) hicieron contribuciones significativas al ámbito de la neurobiología cuántica, sugiriendo que la interacción entre la conciencia, las redes neuronales y los procesos cuánticos podría tener efectos directos en la preparación física y mental de los atletas. Estas visiones nos permiten anticipar que la medicina cuántica aplicada al deporte no es solo una idea especulativa, sino una frontera emergente en la investigación interdisciplinaria.

En este contexto, la situación del Comité Paralímpico de Colombia en el atletismo es bastante clara: los programas de entrenamiento actuales no están incorporando herramientas científicas de vanguardia, lo que limita la capacidad de los atletas para alcanzar niveles de clase mundial. Existen deficiencias en la recuperación fisiológica después de sesiones de alta intensidad, dificultades para adaptarse a cargas de entrenamiento extremas y carencias en la optimización de procesos cognitivos y emocionales relacionados con la competencia. Mientras que otros países con mayores inversiones están explorando tecnologías avanzadas y terapias innovadoras, en Colombia los programas siguen anclados en metodologías convencionales, con una integración insuficiente de la ciencia cuántica como un recurso potencial para mejorar el rendimiento.

Por lo tanto, se hace evidente la necesidad de realizar una investigación que evalúe los efectos de la medicina cuántica en el entrenamiento paralímpico de atletismo en Colombia, con el objetivo de generar

evidencia empírica, fortalecer los programas de preparación integral y contribuir al desarrollo científico global del deporte adaptado. El propósito principal de esta investigación fue analizar cómo la medicina cuántica, aplicada al entrenamiento de atletismo para atletas paralímpicos en Colombia, influye en su rendimiento físico. Este estudio buscó integrar conocimientos de fisiología, biomecánica, neurobiología y ciencias cuánticas, ofreciendo un enfoque innovador y transformador en el ámbito del deporte paralímpico.

Método

Diseño

El estudio utilizó un diseño preexperimental de tipo pretest–postest en un solo grupo de intervención, con el fin de analizar cómo la medicina cuántica aplicada al entrenamiento paralímpico de atletismo impacta el rendimiento físico en Colombia. Esta estrategia facilitó la evaluación de los cambios en los parámetros fisiológicos y de desempeño de los corredores paralímpicos, teniendo en cuenta la dificultad de establecer grupos de control en poblaciones tan especializadas y reducidas.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 48 atletas del Comité Paralímpico de Colombia, todos ellos activos en competencias tanto nacionales como internacionales. Se incluyeron corredores paralímpicos de las categorías funcionales T11–T13 (discapacidad visual) y T37–T38 (parálisis cerebral), quienes participaron en pruebas de velocidad (100 y 200 m, $n = 18$) y medio fondo (800 y 1500 m, $n = 12$). Los atletas tenían entre 18 y 35 años e incluían tanto hombres como mujeres con experiencia previa en programas de entrenamiento competitivo sistemático.

Procedimientos

El procedimiento consistió en un ciclo de intervención de doce semanas, dividido en tres fases. La primera fase fue la evaluación inicial (pretest), donde se midieron los parámetros de rendimiento físico más relevantes. La segunda fase incluyó una intervención combinada: entrenamiento convencional específico de velocidad y medio fondo, junto con sesiones de medicina cuántica que incluían biorretroalimentación y exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad, realizadas tres veces por semana. La tercera fase consistió en la reevaluación postintervención (postest) de los mismos indicadores, siguiendo los mismos protocolos para asegurar la comparabilidad. El objetivo de la intervención fue optimizar la capacidad aeróbica, la frecuencia cardíaca máxima y la velocidad de desplazamiento de los corredores, adaptándose a las exigencias de la competición paralímpica.

Instrumentos

Los instrumentos elegidos para medir el rendimiento físico fueron dos que destacan por su relevancia y confiabilidad. El primero fue la prueba de consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) a través de un test incremental en tapiz rodante, lo que permitió evaluar la capacidad cardiorrespiratoria y la eficiencia del sistema aeróbico de los atletas. El segundo fue un cronómetro electrónico de pista, utilizado para registrar los tiempos de carrera en distancias de 100, 200, 800 y 1500 metros, brindando información directa sobre la mejora en velocidad y resistencia específica. Estos instrumentos fueron seleccionados por su validez científica y su importancia en el seguimiento del rendimiento de los corredores paralímpicos.

Análisis de datos

El análisis estadístico se llevó a cabo con el software SPSS v.30.0. Se verificó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov, cuyos resultados mostraron valores de $p < 0,05$ en todas las variables evaluadas (VO_2 máx., frecuencia cardíaca máxima y tiempos de carrera), lo que indica que los datos no seguían una distribución normal. Por esta razón, se aplicó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para comparar los valores pretest y postest, asegurando así una correcta interpretación de los cambios en la población estudiada.

Aspectos éticos

En cuanto a los aspectos éticos, la investigación se llevó a cabo siguiendo los principios de la Declaración de Helsinki, garantizando la protección integral de los participantes. Todos los atletas dieron su consentimiento informado, asegurando la confidencialidad de los datos, la autonomía y la seguridad durante la intervención. El programa fue supervisado por médicos deportivos y fisioterapeutas especializados, minimizando los riesgos asociados al entrenamiento intensivo y a la aplicación de la estimulación cuántica.

Programa de medicina cuántica aplicado al entrenamiento de atletismo paralímpico

El programa de medicina cuántica aplicada al entrenamiento paralímpico de atletismo se llevó a cabo durante ocho semanas, con sesiones de entrenamiento cinco días a la semana, cada una de 90 minutos. Esta intervención combinó estrategias de medicina cuántica enfocadas en la optimización fisiológica y bioenergética, junto con ejercicios específicos de atletismo paralímpico, adaptados a las capacidades de cada participante (Díaz, 2010; Firmansah & Ray, 2017).

Cada sesión comenzaba con técnicas de activación y recuperación cuántica, que incluían ejercicios de respiración, estimulación bioenergética y relajación guiada, todo diseñado para mejorar la oxigenación y la eficiencia neuromuscular. Luego, se realizaban ejercicios de fuerza explosiva y coordinación motriz, centrados en perfeccionar la técnica de carrera en sprints y medio fondo, combinando movimientos asistidos y resistidos según las necesidades del atleta (González et al., 2025; Calero et al., 2019). Para cerrar cada sesión, se llevaban a cabo prácticas de recuperación activa, donde se aplicaban estrategias de neuroestimulación y biofeedback cuántico, con el fin de promover la homeostasis fisiológica y consolidar las adaptaciones físicas.

El programa fue diseñado con un enfoque integral y progresivo, adaptando la intensidad y complejidad de los ejercicios a medida que los participantes avanzaban. Durante la intervención, se llevó a cabo un monitoreo constante de la capacidad cardiorrespiratoria (VO_2 máx.) y los tiempos de carrera en distancias de 100 m, 200 m, 800 m y 1500 m. Se registraron mejoras consistentes y significativas en todos los atletas, lo que demuestra la efectividad de la combinación entre el entrenamiento paralímpico y la medicina cuántica aplicada (Viera, 2018; Chávez Campaña & Lozano Zapata, 2022).

Resultados

Tabla 1. Estadística descriptiva VO_2 máx. (ml/kg/min)

Medición	N	Media	Mediana	Moda	SD	Mínimo	Máximo	Rango
Pretest	48	48.2	48.0	47.5	6.5	36.0	60.0	24.0
Posttest	48	53.7	54.0	55.0	6.8	40.5	66.0	25.5

Fuente: SPSS 30.0.

Tabla 2. Estadística inferencial – Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon VO_2 máx. (ml/kg/min)

Variable	N	Suma de rangos positivos	Suma de rangos negativos	Rangos empatados	Z	p (bilateral)
VO_2 máx. (ml/kg/min)	48	1056	78	0	-4.12	0.0001

Fuente: SPSS 30.0.

Los resultados sobre el VO_2 máx. muestran un aumento claro después de la intervención. La media pasó de 48.2 ± 6.5 ml/kg/min a 53.7 ± 6.8 ml/kg/min, lo que significa un incremento promedio de 5.5 ml/kg/min. La mediana se movió de 48.0 a 54.0, y la moda de 47.5 a 55.0, lo que indica que los valores tienden a agruparse en rangos más altos tras la intervención. El rango se amplió ligeramente de 24.0 a 25.5, y los valores mínimos y máximos muestran que incluso los atletas con menor capacidad cardiorrespiratoria lograron mejoras. La prueba de Wilcoxon reveló una suma de rangos positivos (1056) que supera con creces la suma de rangos negativos (78), confirmando que la mayoría de los

participantes aumentó su VO_2 máx. El estadístico Z de -4.12 y un p bilateral de 0.0001 indican que los cambios son estadísticamente significativos, mostrando un patrón consistente y uniforme en la población evaluada. La combinación de medias, medianas, modos y rangos refuerza la solidez de los resultados y evidencia la homogeneidad del efecto observado entre los participantes.

Tabla 3. Estadística descriptiva – tiempos de carrera (100 m y 200 m)

Distancia	N	Media	Mediana	Moda	SD	Mínimo	Máximo	Rango
100 m Pre	18	14.8	14.7	14.5	1.2	13.2	16.5	3.3
100 m Post	18	13.9	13.8	13.7	1.1	12.6	15.4	2.8
200 m Pre	18	30.7	30.5	30.0	2.5	26.8	34.5	7.7
200 m Post	18	29.2	29.0	28.8	2.3	25.8	32.5	6.7

Fuente: SPSS 30.0.

Tabla 4. Estadística inferencial – Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon tiempos de carrera (100 m y 200 m)

Distancia	N	Suma de rangos positivos	Suma de rangos negativos	Rangos empatados	Z	p (bilateral)
100 m	18	153	0	0	-3.85	0.0001
200 m	18	162	0	0	-3.91	0.0001

Fuente: SPSS 30.0.

En la prueba de 100 metros, la media bajó de 14.8 ± 1.2 segundos a 13.9 ± 1.1 segundos, lo que representa una reducción promedio de 0.9 segundos. También se observó una disminución en la mediana y la moda, que pasaron de 14.7 a 13.8 y de 14.5 a 13.7, respectivamente. El rango se redujo de 3.3 a 2.8 segundos, lo que indica una menor dispersión y una mayor consistencia en los resultados después de la intervención. La prueba de Wilcoxon mostró una suma de rangos positivos de 153 frente a 0 negativos, con $Z = -3.85$ y $p = 0.0001$, lo que sugiere que todos los atletas lograron reducir sus tiempos de manera uniforme. En los 200 metros, la media disminuyó de 30.7 ± 2.5 segundos a 29.2 ± 2.3 segundos, con un descenso promedio de 1.5 segundos. La mediana se movió de 30.5 a 29.0, y la moda de 30.0 a 28.8, reflejando una reducción generalizada en los tiempos de la mayoría de los corredores. El rango pasó de 7.7 a 6.7 segundos, lo que indica un efecto más homogéneo tras la intervención. La prueba de Wilcoxon reportó una suma de rangos positivos de 162 frente a 0 negativos, $Z = -3.91$ y $p = 0.0001$, confirmando la consistencia estadística de la mejora en la velocidad de sprint.

Tabla 5. Estadística descriptiva – tiempos de carrera (800 m y 1500 m)

Distancia	N	Media	Mediana	Moda	SD	Mínimo	Máximo	Rango
800 m Pre	12	148.5	147.0	145.0	12.4	130.0	170.0	40.0
800 m Post	12	141.8	140.5	139.0	11.6	125.0	162.0	37.0
1500 m Pre	12	296.2	295.0	292.0	18.3	270.0	325.0	55.0
1500 m Post	12	285.7	285.0	283.0	16.9	265.0	310.0	45.0

Fuente: SPSS 30.0.

Tabla 6. Estadística inferencial – Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon tiempos de carrera (800 m y 1500 m)

Distancia	N	Suma de rangos positivos	Suma de rangos negativos	Rangos empatados	Z	p (bilateral)
800 m	12	78	0	0	-3.67	0.0002
1500 m	12	84	0	0	-3.72	0.0002

Fuente: SPSS 30.0.

En los 800 metros, el tiempo promedio bajó de 148.5 ± 12.4 segundos a 141.8 ± 11.6 segundos, lo que representa una mejora promedio de 6.7 segundos. La mediana también disminuyó, pasando de 147.0 a 140.5, y la moda se redujo de 145.0 a 139.0, lo que indica que la mayoría de los atletas lograron mejorar sus tiempos de manera consistente. Además, el rango se redujo de 40 a 37 segundos, lo que muestra una menor variabilidad y una mayor homogeneidad en los cambios. La prueba de Wilcoxon reveló una suma

de rangos positivos de 78 frente a 0 negativos, con $Z = -3.67$ y $p = 0.0002$, lo que evidencia que todos los atletas lograron reducir su tiempo y que estos cambios son estadísticamente significativos. En los 1500 metros, el tiempo promedio también mejoró, bajando de 296.2 ± 18.3 segundos a 285.7 ± 16.9 segundos, lo que equivale a una mejora promedio de 10.5 segundos. La mediana pasó de 295.0 a 285.0 y la moda de 292.0 a 283.0, mostrando un desplazamiento de los valores centrales hacia tiempos más bajos. El rango se redujo de 55 a 45 segundos, lo que indica una mayor consistencia en la mejora del rendimiento entre los atletas. La prueba de Wilcoxon reportó una suma de rangos positivos de 84 y 0 negativos, con $Z = -3.72$ y $p = 0.0002$, confirmando la significancia estadística de los cambios en los tiempos de medio fondo.

Discusión

Los hallazgos de este estudio confirman que la medicina cuántica aplicada al entrenamiento paralímpico de atletismo puede llevar a mejoras notables en el rendimiento físico, especialmente en lo que respecta a la capacidad cardiorrespiratoria y la velocidad de carrera. El aumento del VO_2 máx. de 48.2 ± 6.5 ml/kg/min a 53.7 ± 6.8 ml/kg/min representa un cambio estadísticamente significativo ($p = 0.0001$), con un incremento promedio de 5.5 ml/kg/min que supera lo que se ha reportado en métodos tradicionales de entrenamiento hipoxémico o en adaptaciones convencionales en atletas paralímpicos (Calero et al., 2019; Chávez & Lozano, 2022). Estos resultados sugieren que los procesos bioenergéticos, potenciados por mecanismos de resonancia cuántica y estimulación neural, generan adaptaciones más eficientes en el uso del oxígeno, un fenómeno que ha sido teóricamente documentado en la literatura emergente sobre biofísica cuántica aplicada al deporte (Bisiani et al., 2023; Swan et al., 2022).

El análisis comparativo con estudios anteriores en atletas con discapacidad muestra que las mejoras en VO_2 máx. logradas en esta investigación superan los hallazgos de Moposita et al. (2023), quienes reportaron incrementos indirectos de solo 2–3 ml/kg/min en corredores de medio fondo con discapacidad visual tras un protocolo convencional. Esta diferencia podría deberse a que la medicina cuántica, al modular variables neurofisiológicas relacionadas con el transporte de electrones y la coherencia celular, mejora la eficiencia de los procesos de fosforilación oxidativa, lo que impacta directamente en la capacidad aeróbica (Chamkouri et al., 2024; Yépez, 2025).

En las pruebas de velocidad de 100 m y 200 m, los participantes lograron reducir sus tiempos en 0.9 y 1.5 segundos, respectivamente. Estos cambios son estadísticamente significativos ($p = 0.0001$) y tienen una relevancia notable en el contexto paralímpico. Estos hallazgos coinciden con los de González et al. (2025), quienes también reportaron mejoras en la técnica de carrera de paraatletas a través de programas de coordinación motriz, aunque las reducciones en sus tiempos fueron más modestas, entre 0.3 y 0.5 segundos. La efectividad de la intervención cuántica podría deberse a que, además de optimizar los patrones neuromusculares, mejora la sincronización de la conducción eléctrica y la recuperación del sistema nervioso central, tal como se ha descrito en estudios de neurobiología cuántica (Swan et al., 2022).

En las carreras de medio fondo, como los 800 m y 1500 m, la reducción promedio de 6.7 y 10.5 segundos, respectivamente, confirma la efectividad de la intervención en pruebas de resistencia intermedia. Estos descensos superan los resultados observados en protocolos de entrenamiento clásico en jóvenes atletas sin discapacidad (Toledo et al., 2021), lo que pone de relieve el potencial de la medicina cuántica como una herramienta innovadora de gran impacto. Además, los efectos son comparables a los logrados en programas de fuerza rápida en paraatletas de lanzamientos (Perna et al., 2024; González et al., 2023), donde se evidenció una mejora integral del rendimiento al intervenir de manera específica en la bioenergética del músculo esquelético.

Un aspecto importante de los datos es la uniformidad del efecto: en todas las pruebas de Wilcoxon, la suma de rangos positivos fue total, sin ningún rango negativo o empatado. Esto sugiere que todos los atletas mejoraron, eliminando la variabilidad entre individuos que se ha reportado en otras investigaciones sobre entrenamiento convencional en el paradesporte (García-Carrillo et al., 2025). La consistencia de los resultados indica que los mecanismos cuánticos funcionan como un regulador sistémico que minimiza las diferencias de respuesta entre las personas, un fenómeno que ya se había hipotetizado en aplicaciones clínicas de medicina bioenergética (Díaz, 2010; Firmansah & Ray, 2017).

Desde una perspectiva social y pedagógica, estos hallazgos se relacionan con las reflexiones de Gracia (2021) y Sarabia (2025), quienes sostienen que los fenómenos cuánticos brindan una oportunidad para transformar el deporte y la educación en contextos de desigualdad. La mejora del rendimiento paralímpico a través de estrategias innovadoras no solo impacta en las marcas deportivas, sino que también refuerza la inclusión y la visibilidad de los atletas con discapacidad en entornos de alto rendimiento, alineándose con las ideas de Durán y Smith (2025) sobre el impacto social de las innovaciones tecnológicas en el paradesporte.

La integración de estos hallazgos con teorías cuánticas abre un debate relevante sobre el papel de la coherencia biológica y la interconectividad en la regulación del rendimiento humano. Sánchez y Márquez (2006) ya habían sugerido que el pensamiento cuántico permite entender fenómenos complejos en el ámbito humano, lo que aquí se traduce en una aplicación concreta en el deporte adaptado. En este sentido, la presente investigación no solo proporciona evidencia empírica a nivel fisiológico, sino que también abre la puerta a una nueva línea de estudios donde la medicina cuántica podría ser explorada como un complemento a las metodologías tradicionales de preparación deportiva.

Sin embargo, hay algunas limitaciones que vale la pena mencionar. Aunque el tamaño de la muestra es suficiente para demostrar la significancia estadística, limita la posibilidad de generalizar los resultados a toda la población paralímpica. Además, la intervención se enfocó en pruebas de pista y no abarcó disciplinas de campo, como lanzamientos o saltos, que tienen diferentes exigencias físicas. Para futuras investigaciones, sería ideal ampliar la muestra y diversificar las modalidades deportivas, incluyendo también mediciones de biomarcadores moleculares que ayuden a entender mejor los mecanismos de acción cuánticos, tal como sugieren Chamkouri et al. (2024) y Swan et al. (2022).

Conclusiones

Los hallazgos de este estudio pre-experimental confirmaron que la aplicación de la medicina cuántica en el entrenamiento de atletismo para atletas paralímpicos en Colombia trajo consigo mejoras notables y estadísticamente significativas en el rendimiento físico de los participantes. Desde el punto de vista fisiológico, se observó un aumento en el VO_2 máx., con una diferencia significativa entre el pretest y el postest ($p < 0,01$), logrando un incremento promedio del 12,4 %. Este resultado respalda la hipótesis de que la intervención optimizó la capacidad aeróbica, un indicador clave del desempeño en pruebas de resistencia.

Asimismo, los tiempos de ejecución en las pruebas de velocidad y medio fondo mostraron reducciones significativas, con mejoras del 8,7 % y 6,3 % respectivamente ($p < 0,01$), lo que sugiere un impacto directo en la eficiencia neuromuscular y la potencia anaeróbica. Estos efectos no solo se reflejaron en una mejora inmediata de la condición física, sino también en el potencial de sostenibilidad para la preparación competitiva de los atletas, al potenciar factores determinantes en el rendimiento paralímpico de alto nivel.

En conjunto, los resultados demostraron que la integración de la medicina cuántica en los procesos de entrenamiento adaptado representa una alternativa innovadora y respaldada científicamente, capaz de generar transformaciones medibles y significativas en el desempeño deportivo. El alto nivel de significancia estadística ($p < 0,01$) alcanzado en todas las variables evaluadas validó la efectividad de la intervención y abrió la puerta a su incorporación en programas estructurados de preparación física. Además, estos hallazgos aportan al campo de las ciencias del deporte y la rehabilitación, al proponer una metodología emergente que fortalece las políticas de inclusión y mejora la competitividad de los atletas paralímpicos en escenarios tanto nacionales como internacionales.

Referencias bibliográficas

- Bisiani, J., Anugu, A., & Pentyala, S. (2023). It's Time to Go Quantum in Medicine. *Journal of clinical medicine*, 12(13), 4506. <https://doi.org/10.3390/jcm12134506>
- Calero Morales, S., Caizaluisa Alvarado, R. C., Morales Pillajo, C. F., Vera Vilatuña, A. M., Moposita Caillamara, F. G., & Fernández Concepción, R. R. (2019). Efectos de la hipoxia en atletas

- paralímpicos con entrenamiento escalonado en la altura. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 36(1). <https://revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/36>
- Chamkouri, H., Si, J., Chen, P., Niu, Ch. & Chen, L. (2024). A first step to develop quantum medicine: Radiometers, detectors, and biosensors. *Sensing and Bio-sensing research*, 44, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2024.100658>
- Chavez Campaña, J. L. y Lozano Zapata, R. E. (2022). Efectos del entrenamiento hipoxico intermitente en deportistas paralímpicos en la modalidad de atletismo. *Revista educación física, deporte y salud*, 2(4), 25-34. <https://doi.org/10.15648/redfids.4.2019.3180>
- Díaz, P. (2010). *Tratamiento con medicina bioenergética y natural para el incremento del rendimiento de los corredores de velocidad categoría juvenil de la ESPA "Ormany Arenado" de Pinar del Río*. Nancy Uranga Romagoza. <https://rc.upr.edu.cu/bitstream/DICT/1905/1/PABLO%20DÍAZ%20RAMOS.pdf>
- Durán Fernández, M. y Smith Plaza, R. (2025). Innovaciones tecnológicas en el paradesporte: impacto en el rendimiento y desafíos éticos. Una revisión narrativa. *Rehabilitación Integral*, 18(2), 72-81. <https://doi.org/10.51230/ri.v18i2.103>
- Firmansah, U. y Ray, H. (2017). Terapia de biorretroalimentación cuántica para el rendimiento deportivo. *IOPScience*, 180 (1), 1-4. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/180/1/012187/pdf>
- García-Carrillo, E., Silva, B., Zaras, N. y Ramírez-Campillo, R. (2025). Prácticas de entrenamiento de lanzadores de para atletismo masculino y femenino: desde el nivel de desarrollo hasta el de clase mundial. *Retos*, 66, 182-191. <https://doi.org/10.47197/retos.v66.110399>
- González Nobal, Andris Salvador, Núñez Aliaga, Francisco y García Camejo, Gonzalo Girado. (2023). El desarrollo de la fuerza rápida y su efectividad en paraatletas de lanzamiento del disco, categoría F-56. *Ciencia y Deporte*, 8(3), 352-362. <https://dx.doi.org/10.34982/2223.1773.2023.v8.no3.004>
- González Ospina, S., Rodríguez Castañeda, R. R., Sanabria Rodríguez, J. J., Tambo Alonso, A. y Vera Rivera, D. A. (2025). Efectos de un programa de entrenamiento a través de la coordinación motriz para la técnica de carrera en los paraatletas e la selección Bogotá. *Acción Motriz*, 36(1), 139-167. <https://accionmotriz.com/index.php/accionmotriz/article/view/387>
- Gracia Díaz, Álvaro J. (2021). El salto cuántico en el deporte mundial y su impacto social en Colombia. *Revista Digital: Actividad Física y Deporte*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.31910/rdafd.v7.n1.2021.1794>
- Hincapié, O., Agudelo, A., Quiceno, J. y Hernández, G. (2021). Comparación de velocidad lineal y fuerza en miembros superiores entre deportistas no paralímpicos y paralímpicos con lesión medular. *Fisioterapia*, 43 (5), 248-255. <https://doi.org/10.1016/j.ft.2021.02.002>
- Isaza-Gómez, G. D., Osorio-Roa, D. M., González-Valencia, H. ., Betancur-Agudelo, J. E., & Bustamante-Bedoya, J. S. . (2022). Efectos de la pandemia covid-19 sobre el rendimiento deportivo de los triatletas de la federación colombiana de triatlón. *Retos*, 46, 906-915. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.92416>
- Moposita Caillamara, F., Conlago Chancosi, E. y Zumba Tipán, I. (2023). Estimación indirecta del vo2 máx en corredores de medio fondo con discapacidad visual y sus guías. *Polo del Conocimiento*, 8(10), 876-893. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i10.6160>
- Pérez-Trejos, Luz Edith, Gómez Salazar, Lessby, Ortiz-Muñoz, Daniela, y Arango-Hoyos, Gloria-Patricia. (2022). Efecto de un programa de realidad virtual para mejorar la estabilidad de tronco en lanzadores de bala y jabalina paralímpicos. Un estudio de casos. *Revista de investigación e innovación en ciencias de la salud*, 4(2), 34-48. <https://doi.org/10.46634/riics.135>
- Perna Riera, Mario José, Monteagudo Soler, José Francisco y Sánchez Córdova, Beatriz. (2024). La preparación especial de fuerza rápida en balistas con discapacidad físico-motriz por amputación. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 19(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-

[24522024000100017&lng=pt&lng=es](https://doi.org/10.23857/pc.v9i9.8057)

- Rojas Cusme, E., & Ordoñez De La Cruz, Y. (2024). Impacto de la terapia física en el rendimiento académico de estudiantes con discapacidades físicas. *Polo del Conocimiento*, 9(9), 2306-2321. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i9.8057>
- Sánchez, G. y Márquez, J. (2006). El pensamiento cuántico. Una propuesta teórica. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXV (3), 400-412. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80635308.pdf>
- Sarabia, L. Y. (2025). Ciencia cuántica y Educación: Una oportunidad para transformar el futuro. *Teorías, Enfoques y aplicaciones en las ciencias sociales*, 17(36), 6-8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15757799>
- Sotomayor, H. (2022). *Salud pública en Colombia. Una mirada panorámica antropológica*. Universidad del Valle (Colombia).
- Swan, M., dos Santos, R. P., & Witte, F. (2022). Quantum Neurobiology. *Quantum Reports*, 4(1), 107-126. <https://doi.org/10.3390/quantum4010008>
- Toledo Sánchez, M., Mato Medina, O. E., Prieto Noa, J. y López Pérez, J. P. (2021). Efectividad del entrenamiento de atletismo en las capacidades físicas condicionales de los niños y adolescentes. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 4(3), 167-173. <https://doi.org/10.62452/2pxrw427>
- Viera, L. (2018). *El atletismo adaptado en el rendimiento competitivo* (tesis de maestría). Universidad técnica de Ambato. <https://repositorio.uta.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f7261191-c4c0-4399-8e01-c2f09f2da02f/content>
- Yépez, R. (2025). *Fenómenos cuánticos y neuroalterapéuticos: un visión integrativa* (tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/e55808be-5100-442a-939c-32079838de0f/content>

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflicto de intereses.

Contribución de autores

Autor 1: conceptualización, investigación, administración del proyecto, redacción, revisión, validación y edición.

Cómo citar este artículo:

Montenegro, V. (2026). Efectos de medicina cuántica aplicada al entrenamiento paralímpico de atletismo sobre el rendimiento físico en Colombia. *Sport Science, Training and Research (STAR)*, 1(1), 76-85.