

ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO

DEL CONOCIMIENTO A LA EXCELENCIA COMPETITIVA

AMALIA VILLAMIZAR NAVARRO

ANDREA DEL PILAR LIZCANO SANCHEZ

FABIAN ANDRES CONTRERAS JAUREGUI



CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO



EVALUACIÓN
INTEGRAL



ENTRENAMIENTO
PERSONALIZADO



ADAPTACIÓN
FUNCIONAL



EXCELENCIA
COMPETITIVA

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

**ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO: DEL CONOCIMIENTO A LA
EXCELENCIA COMPETITIVA**

Amalia Villamizar Navarro

Universidad del Atlántico

Andrea Del Pilar Lizcano Sánchez

Universidad del Atlántico

Fabian Andrés Contreras Jauregui

Universidad del Atlántico



Sello Editorial FUNGADE

2026

ISBN: 978-628-97582-6-9

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

El libro “Entrenamiento deportivo adaptado: del conocimiento a la excelencia competitiva” es producto de investigación y de la experiencia de sus autores. Posee la aprobación del Comité editorial internacional de la RED GADE, adscrito al Sello Editorial FUNGADE, Colombia. Posee su certificación de originalidad. Es evaluado por pares investigadores internacionales.

FUNDACIÓN DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA, DEPORTIVA Y EMPRESARIAL-FUNGADE

Sello Editorial FUNGADE

<https://redgade.com/libros/>

Dirección: Calle 23 # 16-35. Barrio Pasatiempo, Montería, Córdoba. Colombia.

Email: presidenciaredgade@gmail.com

Coordinador: Ph.D. Fabián Andrés Contreras Jauregui

Editor: Ph.D. Gilberto Javier Cabrera Trimiño.



©2026 Entrenamiento deportivo adaptado: del conocimiento a la excelencia competitiva. Amalia Villamizar Navarro, Andrea Del Pilar Lizcano Sánchez, Fabian Andrés Contreras Jauregui, Autores. Primera edición

Versión digital

ISBN: 978-628-97582-6-9

Sello editorial: Fundación de gestión administración deportiva y empresarial
(978-958-53041)

Colección: Entrenamiento Deportivo.

Serie: GADE2026

Entrenamiento deportivo adaptado: del conocimiento a la excelencia competitiva. Amalia Villamizar Navarro, Andrea Del Pilar Lizcano Sánchez, Fabian Andrés Contreras Jauregui, Autores. 1^{ra} Edición. Digital- Montería (Colombia). FUNDACIÓN DE GESTIÓN ADMINISTRATIVA, DEPORTIVA Y EMPRESARIAL-FUNGADE, Sello Editorial FUNGADE, 2026. 207 p. 24cm. ISBN: 978-628-97582-6-9
1. Entrenamiento 2. Deporte 3. Pedagogía.

ISBN: 978-628-97582-6-9



COMITÉ EDITORIAL FUNGADE

Ph.D. Valentín Molina Moreno. Universidad de Granada. España.

Ph.D. Lisbet Guillén Pereira. CIAPEI. Ecuador.

Ph.D. Gabriela de Roia. Universidad de Flores. Argentina

Ph.D. Pedro Sarmento de Rebocho. Universidad de Oporto. Portugal

Ph.D. Javier Brazo Sayavera. Universidad de la República. Uruguay

Ph.D. Gilberto Javier Cabrera Trimiño. Universidad de Miami. Estados Unidos

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

**FUNDACIÓN DE GESTIÓN,
ADMINISTRACIÓN DEPORTIVA Y
EMPRESARIAL
-FUNGADE-**



Ph.D. Gilberto Javier Cabrera Trimiño

Editor

ISBN: 978-628-97582-6-9

ÍNDICE

PRÓLOGO.....	1
PRESENTACIÓN.....	3
INTRODUCCIÓN	5
PARTE I. FUNDAMENTOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO.....	8
<i>Capítulo 1. Fundamentos del deporte adaptado</i>	8
<i>Capítulo 2. Bases biológicas y fisiológicas del rendimiento.....</i>	25
<i>Capítulo 3. Clasificación funcional en el deporte adaptado.....</i>	43
.....	56
PARTE II. EVALUACIÓN DEL DEPORTISTA ADAPTADO	57
<i>Capítulo 4. Valoración integral del deportista adaptado</i>	57
<i>Capítulo 5. Evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado</i>	72
<i>Capítulo 6. Biomecánica aplicada al deporte adaptado.....</i>	85
PARTE III. PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO ADAPTADO	97
<i>Capítulo 7. Planificación y periodización del entrenamiento adaptado.....</i>	97
<i>Capítulo 8. Entrenamiento de capacidades físicas en el deporte adaptado ...</i>	108
<i>Capítulo 9. Preparación técnica y táctica.....</i>	120
PARTE IV. OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL DEPORTE ADAPTADO.....	129
<i>Capítulo 10. Neurociencia aplicada al entrenamiento deportivo</i>	129
<i>Capítulo 11. Psicología del alto rendimiento en el deporte adaptado.....</i>	140
<i>Capítulo 12. Nutrición deportiva adaptada</i>	151
PARTE V. HACIA LA EXCELENCIA COMPETITIVA EN EL DEPORTE ADAPTADO.....	160
<i>Capítulo 13. Modelos internacionales de éxito en el deporte adaptado.....</i>	160
<i>Capítulo 14. El futuro del entrenamiento deportivo adaptado</i>	169
CONCLUSIONES	179
REFERENCIAS.....	181
EVALUACIÓN DE PARES.....	199
CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD.....	206

PRÓLOGO

El deporte adaptado ha dejado de ser concebido únicamente como un escenario de rehabilitación para consolidarse como una de las expresiones más significativas del desarrollo científico, la inclusión social y la excelencia competitiva. En las últimas décadas, el crecimiento del movimiento paralímpico, el fortalecimiento de la investigación interdisciplinaria y el avance de las tecnologías aplicadas al rendimiento han transformado profundamente la manera de comprender la preparación deportiva de los atletas con discapacidad. En este contexto, el entrenamiento deportivo adaptado representa un campo del conocimiento que integra las ciencias del deporte, la medicina, la fisiología, la biomecánica, la psicología, la pedagogía, la nutrición, la ingeniería y la innovación tecnológica con el propósito de optimizar el potencial humano desde una perspectiva científica y ética.

La presente obra constituye una contribución académica orientada a fortalecer la formación de estudiantes, entrenadores, investigadores, profesionales de las ciencias del deporte y responsables de las políticas públicas relacionadas con la actividad física y el deporte adaptado. Su contenido refleja una visión contemporánea del entrenamiento deportivo basada en la evidencia científica, reconociendo que el alto rendimiento no depende exclusivamente de las condiciones biológicas del atleta, sino de la calidad de los procesos de planificación, evaluación, seguimiento e intervención desarrollados por equipos interdisciplinarios comprometidos con la excelencia.

Uno de los principales méritos de este libro radica en su capacidad para integrar los fundamentos teóricos con las aplicaciones prácticas del entrenamiento deportivo adaptado. Cada capítulo desarrolla de manera rigurosa los principios científicos que sustentan la preparación física, técnica, táctica y psicológica de los deportistas, incorporando los avances más recientes en fisiología del ejercicio, biomecánica, neurociencias, análisis del rendimiento, inteligencia artificial y tecnologías emergentes. Esta perspectiva permite comprender que la excelencia deportiva es el resultado de procesos sistemáticos de planificación fundamentados en el conocimiento científico y no únicamente en la experiencia empírica.

Asimismo, esta obra trasciende el análisis estrictamente deportivo para abordar la dimensión humana, social y ética del deporte adaptado. El respeto por la diversidad funcional, la promoción de la igualdad de oportunidades, la defensa de los derechos de las personas con discapacidad y la construcción de sociedades más inclusivas constituyen principios transversales que enriquecen cada uno de los temas desarrollados. De esta manera, el entrenamiento deportivo adaptado se presenta como una herramienta de transformación social capaz de contribuir al bienestar individual, al fortalecimiento de la ciudadanía y al desarrollo sostenible.

Estamos convencidos de que este libro se convertirá en una referencia de consulta para universidades, centros de investigación, organizaciones deportivas y profesionales interesados en fortalecer sus competencias en este campo del conocimiento. Su rigor científico, claridad conceptual y orientación práctica representan un aporte significativo para la consolidación de una cultura deportiva basada en la evidencia, la innovación y la excelencia.

Invito al lector a recorrer estas páginas con una actitud crítica, reflexiva y abierta al aprendizaje permanente. Cada capítulo ofrece una oportunidad para comprender que el verdadero significado del deporte adaptado no reside únicamente en la obtención de resultados competitivos, sino en la capacidad de transformar vidas mediante el conocimiento, la inclusión y el reconocimiento del inmenso potencial humano.

PRESENTACIÓN

El deporte adaptado representa actualmente uno de los escenarios más dinámicos del desarrollo científico y del alto rendimiento deportivo. Su evolución ha sido posible gracias a la convergencia de múltiples disciplinas que han permitido comprender con mayor precisión las respuestas fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y sociales de los atletas con discapacidad, favoreciendo la construcción de modelos de entrenamiento cada vez más individualizados, eficaces y fundamentados en la evidencia científica.

La obra *Entrenamiento Deportivo Adaptado: Del Conocimiento a la Excelencia Competitiva* nace como respuesta a la necesidad de disponer de un texto académico actualizado que integre los principales fundamentos científicos del entrenamiento deportivo adaptado desde una perspectiva interdisciplinaria. Su propósito consiste en ofrecer una herramienta de consulta para estudiantes de educación superior, entrenadores deportivos, investigadores, profesionales de la salud, gestores deportivos y todas aquellas personas interesadas en comprender la complejidad del rendimiento deportivo en poblaciones con discapacidad.

A lo largo de sus capítulos, el lector encontrará un recorrido que inicia con los fundamentos conceptuales del deporte adaptado y avanza progresivamente hacia el análisis de las bases biológicas, fisiológicas, biomecánicas, psicológicas, nutricionales, tecnológicas y metodológicas que sustentan la preparación deportiva contemporánea. Asimismo, se abordan aspectos relacionados con la planificación del entrenamiento, el control de las cargas, la prevención de lesiones, la clasificación funcional, la evaluación del rendimiento, la innovación tecnológica y las tendencias futuras del deporte paralímpico.

Cada uno de los contenidos ha sido elaborado bajo criterios de rigurosidad científica, utilizando literatura especializada y referencias actualizadas provenientes de organismos internacionales, instituciones académicas y autores reconocidos en las ciencias del deporte. Este enfoque busca favorecer la construcción de conocimientos sólidos que puedan ser transferidos a la práctica profesional mediante procesos de entrenamiento más seguros, eficientes e inclusivos.

Esperamos que esta obra contribuya al fortalecimiento de la formación profesional, impulse nuevas líneas de investigación y promueva una visión del deporte adaptado sustentada en la excelencia científica, la innovación permanente y el compromiso con la inclusión social.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento deportivo adaptado constituye una de las áreas de mayor crecimiento dentro de las ciencias del deporte durante las últimas décadas. La consolidación del movimiento paralímpico, el desarrollo de nuevas tecnologías, el incremento de la investigación científica y el reconocimiento internacional de los derechos de las personas con discapacidad han generado profundas transformaciones en la manera de planificar, desarrollar y evaluar los procesos de preparación deportiva.

Actualmente, el deporte adaptado trasciende los enfoques tradicionales centrados exclusivamente en la rehabilitación para consolidarse como un escenario de alto rendimiento donde convergen conocimientos provenientes de la fisiología, la biomecánica, la neurociencia, la medicina deportiva, la psicología, la nutrición, la ingeniería biomédica y las ciencias sociales. Esta integración disciplinaria ha permitido comprender que el rendimiento deportivo depende de la interacción de múltiples factores biológicos, funcionales, ambientales y tecnológicos que deben ser abordados de manera integral mediante procesos de entrenamiento individualizados.

La diversidad funcional de los deportistas exige modelos metodológicos que reconozcan las particularidades de cada atleta y adapten los principios generales del entrenamiento a sus capacidades específicas. En consecuencia, la planificación deportiva contemporánea requiere procesos permanentes de evaluación funcional, monitoreo fisiológico, análisis biomecánico, control de cargas y seguimiento interdisciplinario que garanticen simultáneamente el máximo rendimiento competitivo y la protección de la salud del deportista.

Este libro tiene como propósito ofrecer una visión amplia, rigurosa y actualizada sobre los fundamentos científicos del entrenamiento deportivo adaptado, integrando conocimientos teóricos y aplicaciones prácticas que orienten la labor de entrenadores, docentes, investigadores y estudiantes. Su estructura desarrolla progresivamente los principales componentes que intervienen en la preparación deportiva, desde los fundamentos biológicos hasta las tendencias emergentes

relacionadas con la inteligencia artificial, la innovación tecnológica y la medicina personalizada.

Más allá del rendimiento competitivo, esta obra reconoce el deporte adaptado como un instrumento para promover la inclusión, la equidad, la autonomía y el desarrollo humano integral. Cada capítulo refleja el compromiso de sus autores con la construcción de una cultura deportiva basada en la evidencia científica, el respeto por la diversidad y la búsqueda permanente de la excelencia.



INCLUSIÓN

ADAPTACIÓN

ADAPTACIÓN

RENDIMIENTO

RENDIMIENTO

FUNDAMENTOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO

SALUD

SUPERACIÓN



ENFOQUE
INTEGRAL



RESPECTO A LA
DIVERSIDAD



EVALUACIÓN
INDIVIDUAL



PLANIFICACIÓN
CIENTÍFICA



DESARROLLO
PERSONAL Y DEPORTIVO

PARTE I. FUNDAMENTOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO

Capítulo 1. Fundamentos del deporte adaptado

El deporte adaptado constituye un campo interdisciplinario de las ciencias del deporte que integra conocimientos provenientes de la fisiología, la biomecánica, la medicina, la psicología, la pedagogía, la rehabilitación y las ciencias sociales para garantizar la participación efectiva de las personas con discapacidad en actividades físicas y deportivas. Su propósito trasciende la simple modificación de reglas o implementos, ya que busca crear condiciones equitativas que permitan a cada deportista desarrollar al máximo sus capacidades funcionales, técnicas y competitivas. Desde esta perspectiva, el deporte adaptado representa una manifestación del derecho universal a la actividad física, promoviendo la inclusión, la igualdad de oportunidades y el reconocimiento de la diversidad humana. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2022) sostiene que la práctica regular de actividad física mejora significativamente la salud física, mental y social de las personas con discapacidad, reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas y fortaleciendo la autonomía funcional.

En este sentido, el entrenamiento deportivo adaptado se fundamenta en principios científicos que consideran las características individuales del deportista, el tipo de discapacidad, el contexto de participación y las demandas específicas de cada disciplina deportiva. Como señalan DePauw y Gavron (2005), el deporte adaptado ha evolucionado desde un enfoque eminentemente rehabilitador hacia un modelo centrado en el alto rendimiento, donde la excelencia competitiva se convierte en un objetivo alcanzable mediante procesos sistemáticos de preparación física, técnica, táctica y psicológica. En consecuencia, comprender los fundamentos del deporte adaptado implica reconocer que la discapacidad no constituye una limitación absoluta para el rendimiento, sino una condición que exige estrategias de entrenamiento basadas en la evidencia científica y en el respeto por la diversidad funcional.

El desarrollo histórico del deporte adaptado refleja una transformación profunda en la manera como la sociedad ha concebido la discapacidad y la participación deportiva. Aunque existen antecedentes de actividades recreativas para personas con discapacidad desde el siglo XIX, el verdadero impulso ocurrió después de la Segunda Guerra Mundial, cuando miles de soldados presentaban lesiones medulares y amputaciones que requerían procesos integrales de rehabilitación. En este contexto, el neurólogo Ludwig Guttmann impulsó en el Hospital Stoke Mandeville del Reino Unido programas deportivos dirigidos inicialmente a pacientes con lesiones de médula espinal, demostrando que el deporte favorecía la recuperación física, la autoestima y la reintegración social (Guttmann, 1976). Estos programas evolucionaron hasta convertirse en los Juegos de Stoke Mandeville, considerados el antecedente directo de los Juegos Paralímpicos modernos. Desde entonces, el movimiento paralímpico ha experimentado un crecimiento sostenido tanto en número de disciplinas como en niveles de profesionalización, investigación científica e innovación tecnológica.

Según el Comité Paralímpico Internacional (IPC, 2025), el deporte adaptado constituye actualmente uno de los escenarios más importantes para promover la inclusión social, la igualdad de derechos y el desarrollo del alto rendimiento deportivo. Paralelamente, las universidades y centros de investigación han fortalecido la producción científica relacionada con fisiología del ejercicio, biomecánica, clasificación funcional y entrenamiento especializado, permitiendo que los procesos de preparación deportiva evolucionen desde modelos empíricos hacia metodologías sustentadas en evidencia. Esta evolución histórica evidencia que el deporte adaptado ha dejado de concebirse exclusivamente como un mecanismo terapéutico para consolidarse como un ámbito de excelencia deportiva, innovación científica y transformación social.

Los fundamentos científicos del entrenamiento deportivo adaptado se sustentan en los mismos principios fisiológicos que orientan el entrenamiento convencional, aunque requieren ajustes específicos derivados de la diversidad funcional de los deportistas. Entre estos principios destacan la individualización, la especificidad, la sobrecarga progresiva, la continuidad, la reversibilidad, la variabilidad y la

recuperación. La individualización adquiere especial relevancia debido a que dos atletas con un mismo diagnóstico clínico pueden presentar capacidades funcionales completamente diferentes, lo que obliga a diseñar programas personalizados basados en evaluaciones médicas, biomecánicas y funcionales. Asimismo, la especificidad implica que cada modalidad deportiva exige adaptaciones particulares relacionadas con el sistema energético predominante, el patrón motor, las capacidades coordinativas y las demandas competitivas (Bompa & Buzzichelli, 2019). Desde la fisiología del ejercicio, las respuestas al entrenamiento dependen del tipo de discapacidad, del nivel de lesión, del estado funcional del sistema neuromuscular y de la capacidad cardiorrespiratoria del deportista, factores que determinan la magnitud de las adaptaciones inducidas por el entrenamiento (ACSM, 2022). En consecuencia, los programas de preparación física deben estructurarse mediante procesos continuos de evaluación y control que permitan ajustar las cargas de entrenamiento de acuerdo con la evolución individual del atleta. Esta perspectiva científica garantiza no solo la optimización del rendimiento competitivo, sino también la prevención de lesiones, la conservación de la salud y el desarrollo sostenible de la carrera deportiva.

Uno de los pilares conceptuales del deporte adaptado contemporáneo es el enfoque de derechos humanos, el cual reconoce que todas las personas tienen derecho a participar en actividades deportivas en igualdad de condiciones, independientemente de sus características físicas, sensoriales, intelectuales o psicosociales. Este paradigma encuentra sustento en la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas (ONU, 2006), que establece la obligación de los Estados de promover oportunidades equitativas para la práctica deportiva y recreativa. Desde esta perspectiva, el deporte adaptado constituye una herramienta para combatir la discriminación, reducir barreras sociales y favorecer procesos de inclusión educativa, laboral y comunitaria.

Diversas investigaciones demuestran que la participación deportiva fortalece la autoestima, la percepción de competencia, la interacción social y la calidad de vida de las personas con discapacidad (Sherrill, 2004). Además, el entrenamiento sistemático contribuye al desarrollo de habilidades de liderazgo, resiliencia, trabajo

en equipo y autorregulación emocional, competencias esenciales tanto para el desempeño deportivo como para la vida cotidiana. En consecuencia, el entrenador deportivo debe asumir un rol que trascienda la preparación física, convirtiéndose en un facilitador del desarrollo humano integral mediante prácticas pedagógicas inclusivas, éticas y fundamentadas en la evidencia científica. Esta visión transforma el entrenamiento deportivo adaptado en un proceso educativo orientado a potenciar las capacidades individuales y colectivas desde el respeto por la diversidad.

En el contexto actual, el deporte adaptado representa uno de los escenarios más relevantes para la promoción de sociedades inclusivas y sostenibles, al demostrar que el rendimiento deportivo depende principalmente de la preparación científica, la disciplina y el compromiso del atleta, más que de la presencia de una discapacidad. Los avances en biomecánica, ingeniería, medicina deportiva, inteligencia artificial y análisis del rendimiento han permitido desarrollar tecnologías que optimizan la preparación física y mejoran significativamente las oportunidades competitivas de los deportistas adaptados. Prótesis deportivas de alta tecnología, sillas de ruedas especializadas, sistemas de análisis cinemático y plataformas digitales de monitoreo constituyen ejemplos del impacto de la innovación sobre el entrenamiento contemporáneo (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

Paralelamente, el crecimiento del movimiento paralímpico ha impulsado la formulación de políticas públicas orientadas al fortalecimiento del deporte adaptado como componente esencial de los sistemas nacionales del deporte. En países como Colombia, estos avances han favorecido la consolidación de programas de detección de talentos, formación de entrenadores especializados e investigación aplicada, contribuyendo al incremento del desempeño internacional de los atletas paralímpicos. No obstante, persisten desafíos relacionados con el acceso equitativo a infraestructura, financiamiento, investigación y formación profesional. Por ello, el fortalecimiento de los fundamentos científicos del deporte adaptado constituye una condición indispensable para consolidar procesos de entrenamiento de alta calidad, capaces de transformar el potencial funcional de los deportistas en logros competitivos sostenibles y en una verdadera cultura de excelencia deportiva.

La comprensión contemporánea del deporte adaptado exige analizar los modelos conceptuales de la discapacidad que han orientado las políticas públicas, la investigación científica y las prácticas deportivas durante las últimas décadas. Históricamente, el modelo médico interpretó la discapacidad como una deficiencia individual susceptible de tratamiento o rehabilitación, situando el problema exclusivamente en las limitaciones físicas, sensoriales o cognitivas de la persona.

Aunque este enfoque contribuyó al desarrollo de intervenciones clínicas especializadas, también promovió visiones asistencialistas que restringían la participación plena de las personas con discapacidad en distintos escenarios sociales, incluido el deporte. Posteriormente, el modelo social propuso una transformación conceptual al señalar que la discapacidad surge principalmente de las barreras arquitectónicas, actitudinales, comunicativas y culturales que impiden la participación equitativa de las personas en la sociedad (Oliver, 1996). Más recientemente, la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF) desarrollada por la Organización Mundial de la Salud integra ambos enfoques al reconocer que el funcionamiento humano resulta de la interacción dinámica entre las condiciones de salud, los factores personales y el entorno (OMS, 2001).

En el ámbito deportivo, esta visión ha favorecido el diseño de programas de entrenamiento centrados en las capacidades funcionales del atleta más que en sus limitaciones, promoviendo estrategias individualizadas que potencian el rendimiento competitivo. Asimismo, el paradigma biopsicosocial ha fortalecido la investigación interdisciplinaria al integrar aspectos fisiológicos, psicológicos, sociales y ambientales en la planificación del entrenamiento. Como consecuencia, el deporte adaptado contemporáneo se fundamenta en una concepción de la discapacidad orientada hacia el potencial humano, la autonomía, la inclusión y la excelencia deportiva, reconociendo que el rendimiento es el resultado de múltiples factores interactuantes y no únicamente de la condición funcional del deportista.

Uno de los fundamentos esenciales del deporte adaptado reside en el reconocimiento de la diversidad funcional existente entre los atletas, aspecto que

determina la necesidad de establecer sistemas de clasificación deportiva basados en criterios científicos, médicos y funcionales. La clasificación funcional constituye un mecanismo destinado a garantizar la equidad competitiva mediante la agrupación de deportistas cuyas limitaciones funcionales generan impactos similares sobre el rendimiento deportivo (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). A diferencia de los diagnósticos médicos tradicionales, la clasificación deportiva evalúa la influencia específica de la discapacidad sobre las habilidades requeridas en cada disciplina, considerando variables como fuerza muscular, movilidad articular, coordinación, equilibrio, control postural, función visual o desempeño intelectual. Este sistema permite minimizar las ventajas o desventajas derivadas de la condición funcional, favoreciendo competiciones donde el resultado dependa principalmente del entrenamiento, la preparación técnica y el talento deportivo.

El Comité Paralímpico Internacional ha desarrollado procedimientos rigurosos para la evaluación funcional, los cuales son aplicados por clasificadores certificados con formación multidisciplinaria (IPC, 2025). Además, los avances científicos han permitido perfeccionar continuamente estos sistemas mediante investigaciones biomecánicas, fisiológicas y neuromotoras que incrementan la precisión y objetividad del proceso clasificatorio. Desde la perspectiva del entrenamiento deportivo, comprender la clasificación funcional resulta indispensable para diseñar cargas adecuadas, establecer objetivos realistas y desarrollar estrategias específicas acordes con las características individuales de cada atleta. En consecuencia, la clasificación no solo representa un requisito reglamentario para la competencia, sino también una herramienta científica que orienta la planificación del rendimiento deportivo adaptado.

La formación deportiva de personas con discapacidad requiere la aplicación de principios pedagógicos que respondan a las particularidades del aprendizaje motor, la diversidad funcional y las necesidades individuales de cada deportista. La pedagogía del deporte adaptado se fundamenta en metodologías activas que promueven la participación, la autonomía, la motivación y el desarrollo progresivo de las habilidades motrices, respetando los ritmos de aprendizaje y las capacidades funcionales de cada participante. En este contexto, el entrenador deja de

desempeñar únicamente el papel de instructor técnico para convertirse en un facilitador del aprendizaje, capaz de diseñar ambientes inclusivos donde cada atleta pueda construir experiencias significativas de éxito deportivo. Según Winnick y Porretta (2017), las estrategias metodológicas deben considerar adaptaciones en el espacio, el tiempo, los materiales, las reglas, los sistemas de comunicación y las formas de evaluación, garantizando que todos los deportistas tengan oportunidades reales para desarrollar sus competencias.

La retroalimentación permanente, el establecimiento de objetivos progresivos y la utilización de metodologías centradas en la resolución de problemas favorecen el aprendizaje autónomo y fortalecen la confianza del deportista. Desde la neurociencia del aprendizaje se reconoce que la repetición significativa, la motivación intrínseca y la participación activa estimulan procesos de neuroplasticidad que mejoran el control motor y la adquisición de habilidades técnicas (Kolb & Gibb, 2014). En consecuencia, la pedagogía constituye uno de los pilares fundamentales del entrenamiento deportivo adaptado, ya que permite transformar el conocimiento científico en experiencias educativas orientadas hacia la excelencia competitiva y el desarrollo humano integral.

La evidencia científica demuestra que el deporte adaptado genera beneficios que trascienden ampliamente el ámbito competitivo, contribuyendo al desarrollo integral de las personas con discapacidad desde perspectivas físicas, psicológicas, sociales y cognitivas. En el plano fisiológico, la práctica sistemática del entrenamiento mejora la capacidad cardiorrespiratoria, incrementa la fuerza muscular, favorece el control metabólico, optimiza la composición corporal y reduce el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ACSM, 2022).

Paralelamente, numerosos estudios indican que la participación deportiva fortalece la autoestima, la percepción de autoeficacia, la resiliencia, el bienestar emocional y la satisfacción con la vida, aspectos especialmente relevantes en poblaciones que históricamente han enfrentado procesos de exclusión social (Martin, 2013). Desde el punto de vista cognitivo, el entrenamiento favorece el desarrollo de funciones ejecutivas como la atención, la memoria de trabajo, la planificación y la toma de

decisiones, competencias fundamentales para el rendimiento deportivo y la vida cotidiana.

El deporte adaptado fortalece las relaciones interpersonales, promueve valores como el respeto, la cooperación, la disciplina y la solidaridad, y contribuye a reducir estigmas asociados con la discapacidad mediante la visibilización del potencial humano. En el ámbito comunitario, los eventos deportivos adaptados generan espacios de sensibilización social que favorecen el reconocimiento de la diversidad y la construcción de culturas más inclusivas. En consecuencia, el entrenamiento deportivo adaptado debe entenderse como una estrategia de promoción de la salud, desarrollo humano y transformación social, cuyos beneficios impactan simultáneamente al deportista, su familia y la sociedad en su conjunto.

El éxito de los programas de entrenamiento deportivo adaptado depende en gran medida del liderazgo ejercido por entrenadores con formación científica, competencias pedagógicas y capacidad para trabajar de manera interdisciplinaria. En la actualidad, el entrenador no solo planifica cargas de entrenamiento, sino que coordina procesos integrales junto con médicos, fisioterapeutas, psicólogos, nutricionistas, biomecánicos, clasificadores funcionales, terapeutas ocupacionales e ingenieros especializados en tecnología deportiva. Esta visión colaborativa responde a la complejidad del alto rendimiento adaptado, donde cada decisión relacionada con la preparación física, la recuperación, la nutrición, la prevención de lesiones o la adaptación tecnológica puede influir significativamente sobre el desempeño competitivo.

Bompa y Buzzichelli (2019) sostienen que el entrenador moderno debe fundamentar sus decisiones en la evidencia científica, utilizando procesos continuos de evaluación, monitoreo y retroalimentación que permitan optimizar el rendimiento sin comprometer la salud del deportista. Además, las competencias éticas adquieren una importancia particular en el deporte adaptado, debido a la necesidad de respetar la dignidad, la autonomía y los derechos de los atletas durante todas las etapas del proceso formativo.

El liderazgo efectivo también implica desarrollar habilidades de comunicación, empatía, resolución de conflictos y gestión emocional, creando entornos de entrenamiento donde predominen la confianza, el compromiso y la motivación hacia el logro. En definitiva, el entrenador deportivo adaptado constituye un agente de transformación científica y social, cuya labor trasciende la preparación competitiva para contribuir al desarrollo integral del atleta y a la consolidación de una cultura deportiva basada en la inclusión, la excelencia y el respeto por la diversidad funcional.

Las bases fisiológicas del entrenamiento deportivo adaptado constituyen uno de los pilares científicos que sustentan la planificación del rendimiento y la optimización de las capacidades funcionales de los atletas con discapacidad. Las respuestas fisiológicas al ejercicio están determinadas por la interacción entre el tipo de discapacidad, el nivel de condición física, la modalidad deportiva y las demandas específicas del entrenamiento. Por ello, la evaluación fisiológica debe contemplar variables como el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), la frecuencia cardíaca, el umbral de lactato, la fuerza muscular, la capacidad ventilatoria y la eficiencia metabólica, adaptando los protocolos a las características funcionales del deportista (American College of Sports Medicine [ACSM], 2022).

En deportistas con lesión medular, por ejemplo, las limitaciones en la activación del sistema nervioso simpático pueden modificar las respuestas cardiovasculares durante el ejercicio, mientras que en atletas con amputaciones las adaptaciones biomecánicas incrementan el costo energético de la locomoción. Estas diferencias fisiológicas exigen procesos individualizados de planificación y monitoreo que permitan optimizar las adaptaciones al entrenamiento sin comprometer la salud del deportista. La evidencia científica demuestra que los programas estructurados de entrenamiento mejoran significativamente la capacidad aeróbica, la fuerza, la resistencia muscular y la eficiencia funcional, favoreciendo tanto el rendimiento competitivo como la calidad de vida (Vanlandewijck & Thompson, 2016).

Asimismo, la recuperación adquiere una importancia estratégica, pues los tiempos de adaptación pueden variar según la condición funcional, el volumen de

entrenamiento y las demandas competitivas. En consecuencia, comprender las respuestas fisiológicas específicas de cada deportista constituye un requisito indispensable para desarrollar programas de entrenamiento seguros, eficaces y orientados hacia la excelencia deportiva.

La biomecánica representa una herramienta científica fundamental para comprender el movimiento humano, optimizar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones en atletas con discapacidad. Su objetivo consiste en analizar las fuerzas internas y externas que actúan sobre el cuerpo durante la ejecución de gestos deportivos, permitiendo identificar patrones de movimiento eficientes y diseñar estrategias de entrenamiento basadas en evidencia. En el deporte adaptado, este análisis adquiere una complejidad particular debido a la diversidad funcional de los deportistas, las compensaciones motoras derivadas de la discapacidad y el uso de implementos tecnológicos como prótesis, órtesis o sillas de ruedas deportivas (Bartlett, 2007).

Las tecnologías contemporáneas, entre ellas los sistemas tridimensionales de captura de movimiento, las plataformas de fuerza, la electromiografía de superficie y los sensores inerciales, permiten evaluar con elevada precisión variables cinemáticas y cinéticas relacionadas con la técnica deportiva. Esta información facilita la corrección de errores técnicos, la optimización de la economía del movimiento y la disminución del riesgo de lesiones por sobreuso. Además, la biomecánica favorece el diseño personalizado de ayudas técnicas que mejoran la transferencia de fuerza, la estabilidad y la eficiencia mecánica durante la competencia.

Desde la perspectiva del entrenamiento, la integración de análisis biomecánicos con información fisiológica y funcional fortalece los procesos de toma de decisiones del entrenador y del equipo interdisciplinario. Por ello, la biomecánica aplicada constituye actualmente uno de los componentes científicos más relevantes para el desarrollo del deporte adaptado de alto rendimiento, al proporcionar evidencia objetiva para maximizar el potencial competitivo de cada atleta.

El desarrollo tecnológico ha transformado profundamente el deporte adaptado, generando nuevas oportunidades para mejorar el rendimiento competitivo, la seguridad y la inclusión de los atletas con discapacidad. Durante las últimas décadas, los avances en ingeniería biomédica, robótica, inteligencia artificial, análisis de datos y fabricación de materiales de alto rendimiento han permitido desarrollar equipamientos cada vez más especializados que optimizan la ejecución deportiva. Prótesis de fibra de carbono para atletismo, sillas de ruedas ultraligeras para baloncesto y tenis, bicicletas adaptadas, dispositivos electrónicos de monitoreo fisiológico y sistemas de realidad virtual constituyen ejemplos del impacto de la innovación sobre el entrenamiento contemporáneo (Burkett, 2010). Paralelamente, el análisis del rendimiento mediante plataformas digitales posibilita registrar variables relacionadas con la carga de entrenamiento, la fatiga, la recuperación y la ejecución técnica, facilitando procesos de planificación individualizada basados en datos objetivos.

La inteligencia artificial también comienza a desempeñar un papel relevante mediante algoritmos capaces de identificar patrones de rendimiento, predecir riesgos de lesión y apoyar la toma de decisiones durante la preparación deportiva. Sin embargo, estos avances tecnológicos también plantean desafíos éticos relacionados con la equidad competitiva, la accesibilidad económica y la regulación internacional del equipamiento deportivo. Por esta razón, las organizaciones deportivas han desarrollado normativas específicas que buscan equilibrar la innovación tecnológica con los principios de igualdad de oportunidades establecidos por el movimiento paralímpico. En consecuencia, la tecnología no sustituye el entrenamiento científico, sino que actúa como un recurso complementario que amplía las posibilidades de desarrollo del deportista adaptado y fortalece los procesos de excelencia competitiva.

El fortalecimiento del deporte adaptado durante las últimas décadas ha estado estrechamente relacionado con el crecimiento de la investigación científica en áreas como fisiología del ejercicio, biomecánica, medicina deportiva, psicología, neurociencias, nutrición, clasificación funcional y tecnología aplicada. La producción de conocimiento basada en evidencia ha permitido sustituir enfoques

empíricos por metodologías rigurosas orientadas hacia la optimización del rendimiento deportivo y la preservación de la salud del atleta.

Actualmente, numerosas universidades, centros de investigación y organizaciones deportivas desarrollan estudios multicéntricos que analizan las respuestas fisiológicas al entrenamiento, la prevención de lesiones, la eficacia de diferentes métodos de preparación física y el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre el rendimiento competitivo (Goosey-Tolfrey & Leicht, 2013). Asimismo, la investigación cualitativa ha contribuido a comprender aspectos relacionados con la inclusión, la percepción social de la discapacidad, la motivación deportiva y la calidad de vida de los atletas paralímpicos. Este enfoque interdisciplinario favorece la construcción de modelos de entrenamiento más completos e integrales, capaces de responder a la complejidad del deporte adaptado contemporáneo.

La difusión de los resultados mediante publicaciones científicas, congresos internacionales y redes de colaboración académica fortalece la transferencia del conocimiento hacia entrenadores, profesionales de la salud y gestores deportivos. En consecuencia, la investigación científica constituye un elemento estratégico para garantizar que las decisiones relacionadas con el entrenamiento deportivo adaptado se fundamenten en evidencia actualizada, contribuyendo al desarrollo sostenible del alto rendimiento y al fortalecimiento de las políticas públicas en materia de inclusión deportiva.

Más allá de sus logros deportivos, el deporte adaptado representa un escenario privilegiado para el desarrollo humano, la construcción de ciudadanía y la promoción de sociedades más inclusivas. La participación sistemática en procesos de entrenamiento fortalece competencias personales como la disciplina, la perseverancia, la autonomía, la resiliencia y el liderazgo, cualidades que favorecen el desempeño tanto dentro como fuera del ámbito competitivo. Desde la perspectiva educativa, el deporte adaptado constituye un espacio donde se promueve el aprendizaje significativo, la cooperación, el respeto por la diversidad y la valoración de las capacidades individuales, contribuyendo a transformar imaginarios sociales asociados con la discapacidad (DePauw & Gavron, 2005).

El movimiento paralímpico ha demostrado que la excelencia competitiva no depende exclusivamente de las condiciones físicas del atleta, sino del acceso a procesos científicos de entrenamiento, recursos tecnológicos, apoyo institucional y oportunidades de participación en igualdad de condiciones. Este paradigma ha impulsado importantes transformaciones en las políticas deportivas internacionales, favoreciendo la creación de programas de detección de talentos, formación de entrenadores especializados e inversión en investigación aplicada. No obstante, persisten desafíos relacionados con la disponibilidad de infraestructura accesible, la financiación sostenible, la capacitación profesional y la reducción de desigualdades entre países.

Frente a este panorama, los fundamentos del deporte adaptado deben entenderse como un marco científico, pedagógico y ético que orienta la formación integral del deportista, garantizando que la búsqueda del máximo rendimiento competitivo se desarrolle en armonía con la promoción de la salud, la inclusión y el respeto por la dignidad humana. En este sentido, el deporte adaptado se consolida como una expresión de innovación, superación y excelencia que refleja el potencial transformador de las ciencias del deporte en beneficio de toda la sociedad.

El entrenamiento deportivo adaptado contemporáneo se caracteriza por la integración de múltiples disciplinas científicas que convergen para optimizar el rendimiento y garantizar el bienestar integral del deportista. Esta perspectiva interdisciplinaria responde a la complejidad de las demandas fisiológicas, biomecánicas, psicológicas, nutricionales y médicas que intervienen en la preparación de atletas con discapacidad. En consecuencia, el entrenador actúa como un coordinador de un equipo conformado por médicos especialistas, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, psicólogos deportivos, nutricionistas, biomecánicos, clasificadores funcionales, ingenieros biomédicos y analistas del rendimiento, quienes contribuyen desde sus respectivas áreas de conocimiento a la planificación integral del proceso deportivo (Vanlandewijck & Thompson, 2016). La interacción permanente entre estos profesionales facilita la identificación temprana de factores de riesgo, la individualización de las cargas de entrenamiento, el seguimiento de la

recuperación y la implementación de estrategias preventivas orientadas a disminuir la incidencia de lesiones.

Además, la utilización de sistemas digitales para el monitoreo de variables fisiológicas y biomecánicas fortalece la toma de decisiones fundamentadas en evidencia científica. Este modelo colaborativo favorece una visión holística del deportista, donde el rendimiento competitivo se entiende como el resultado de la interacción equilibrada entre múltiples dimensiones del desarrollo humano. Así, la gestión interdisciplinaria constituye uno de los pilares fundamentales para alcanzar procesos sostenibles de excelencia deportiva.

La consolidación del deporte adaptado como escenario de alto rendimiento exige el fortalecimiento de principios éticos que orienten todas las actuaciones de entrenadores, dirigentes, profesionales de la salud e instituciones deportivas. La ética deportiva implica garantizar procesos transparentes de clasificación funcional, igualdad de oportunidades, respeto por la dignidad humana, protección de los derechos del deportista y promoción de ambientes libres de discriminación. La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad reconoce que la participación en actividades deportivas constituye un derecho fundamental que debe desarrollarse bajo condiciones de equidad, accesibilidad y no exclusión (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2006). En este contexto, el deporte adaptado se convierte en un mecanismo para transformar imaginarios sociales relacionados con la discapacidad, favoreciendo el reconocimiento de las capacidades, talentos y potencialidades de los atletas.

También, las organizaciones deportivas tienen la responsabilidad de promover políticas inclusivas que faciliten el acceso a infraestructura, programas de formación, recursos tecnológicos y escenarios competitivos de calidad. Desde la perspectiva de la responsabilidad social, el deporte adaptado también desempeña un papel educativo al sensibilizar a la sociedad sobre la importancia de la diversidad, la igualdad y el respeto por los derechos humanos. En consecuencia, la excelencia competitiva solo adquiere verdadero significado cuando se construye

sobre principios éticos que prioricen el bienestar del deportista y la consolidación de una cultura deportiva inclusiva y sostenible.

A pesar de los importantes avances alcanzados durante las últimas décadas, el deporte adaptado continúa enfrentando desafíos que limitan su desarrollo pleno en numerosos países. Uno de los principales obstáculos corresponde a las desigualdades en el acceso a infraestructura deportiva accesible, equipamiento especializado y programas de formación para entrenadores y profesionales de las ciencias del deporte. Estas limitaciones son especialmente evidentes en países de ingresos medios y bajos, donde la disponibilidad de recursos económicos condiciona la implementación de programas científicos de entrenamiento y la participación internacional de los deportistas (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2022).

De igual manera, persisten brechas relacionadas con la investigación científica, la transferencia del conocimiento y la incorporación de tecnologías innovadoras en los procesos de preparación deportiva. Otro desafío importante radica en fortalecer los sistemas de detección de talentos desde edades tempranas, promoviendo programas inclusivos que permitan identificar y desarrollar el potencial deportivo de niños y jóvenes con discapacidad. Paralelamente, resulta necesario incrementar la inversión pública y privada destinada al deporte paralímpico, así como consolidar alianzas entre universidades, centros de investigación, federaciones deportivas y entidades gubernamentales. La superación de estos desafíos permitirá avanzar hacia modelos de entrenamiento más equitativos, sostenibles y fundamentados en la evidencia científica, fortaleciendo el posicionamiento internacional del deporte adaptado y ampliando las oportunidades de participación para todos los atletas.

Las tendencias emergentes indican que el futuro del entrenamiento deportivo adaptado estará profundamente influenciado por la convergencia entre las ciencias del deporte, la inteligencia artificial, la ingeniería biomédica y la medicina personalizada. Los avances en tecnologías de monitoreo continuo permitirán obtener información en tiempo real sobre variables fisiológicas, biomecánicas y

neuromusculares, facilitando procesos de entrenamiento altamente individualizados.

Igualmente, el desarrollo de algoritmos de aprendizaje automático favorecerá la predicción de lesiones, la optimización de las cargas de trabajo y la personalización de programas de recuperación según las características funcionales de cada deportista (Burkett, 2010). La realidad virtual y la realidad aumentada también ofrecen nuevas posibilidades para el entrenamiento técnico, el aprendizaje motor y la simulación de situaciones competitivas en entornos controlados. Paralelamente, los avances en neurociencias permitirán comprender con mayor precisión los mecanismos de adaptación cerebral asociados al aprendizaje motor y al rendimiento deportivo.

Desde una perspectiva institucional, se espera un fortalecimiento de las redes internacionales de investigación y cooperación académica orientadas a producir evidencia científica de alta calidad que respalde las decisiones relacionadas con el entrenamiento adaptado. Estas tendencias evidencian que la innovación tecnológica deberá complementarse con principios éticos, inclusión social y formación profesional continua para garantizar un desarrollo equilibrado del deporte adaptado durante las próximas décadas.

El estudio de los fundamentos del deporte adaptado demuestra que este campo constituye mucho más que una modalidad deportiva destinada a personas con discapacidad; representa un espacio científico, educativo y social donde convergen la investigación, la innovación, la inclusión y la búsqueda permanente de la excelencia competitiva. Los avances alcanzados en fisiología, biomecánica, neurociencias, medicina deportiva, psicología y tecnología han permitido construir modelos de entrenamiento fundamentados en evidencia que reconocen la diversidad funcional como un elemento central para la planificación deportiva. Asimismo, la consolidación del movimiento paralímpico ha contribuido a transformar la percepción social de la discapacidad, evidenciando que el alto rendimiento depende principalmente de procesos sistemáticos de preparación, apoyo interdisciplinario y oportunidades equitativas de participación.

En este contexto, el entrenador deportivo asume un papel estratégico como líder científico y pedagógico, responsable de integrar conocimientos multidisciplinarios para favorecer el desarrollo integral del atleta. Sin embargo, el crecimiento sostenido del deporte adaptado exige fortalecer la investigación, ampliar la formación especializada, incrementar la inversión en infraestructura accesible y consolidar políticas públicas que garanticen igualdad de oportunidades para todos los deportistas. En definitiva, los fundamentos del deporte adaptado constituyen la base sobre la cual se edifican procesos de entrenamiento orientados no solo hacia el logro de resultados competitivos de alto nivel, sino también hacia la construcción de sociedades más inclusivas, justas y comprometidas con el reconocimiento del potencial humano en todas sus expresiones.

El deporte adaptado se ha consolidado como un campo estratégico de las ciencias del deporte al integrar conocimientos provenientes de diversas disciplinas para promover el rendimiento, la salud, la inclusión y el desarrollo humano de las personas con discapacidad. Su evolución histórica evidencia una transición desde enfoques centrados en la rehabilitación hacia modelos de alto rendimiento sustentados en la evidencia científica, la innovación tecnológica y la planificación interdisciplinaria. La comprensión de sus fundamentos fisiológicos, biomecánicos, pedagógicos, psicológicos y sociales permite diseñar procesos de entrenamiento individualizados que respetan la diversidad funcional y potencian las capacidades de cada deportista. El fortalecimiento de principios éticos y de políticas públicas inclusivas resulta indispensable para garantizar igualdad de oportunidades y consolidar sistemas deportivos sostenibles. El deporte adaptado representa un escenario privilegiado para demostrar que la excelencia competitiva no depende exclusivamente de las condiciones físicas, sino del acceso al conocimiento científico, la innovación, el compromiso institucional y el reconocimiento pleno de la dignidad humana.

Capítulo 2. Bases biológicas y fisiológicas del rendimiento

El rendimiento deportivo constituye el resultado de una compleja interacción entre factores biológicos, fisiológicos, biomecánicos, psicológicos, genéticos y ambientales que determinan la capacidad de un individuo para responder eficientemente a las demandas del entrenamiento y la competencia. Desde una perspectiva biológica, el organismo humano posee mecanismos altamente especializados que permiten mantener la homeostasis mientras desarrolla adaptaciones funcionales frente a estímulos físicos progresivos. Estas adaptaciones comprenden modificaciones estructurales y funcionales en los sistemas cardiovascular, respiratorio, neuromuscular, endocrino y metabólico, las cuales incrementan la capacidad para producir energía, soportar cargas de trabajo elevadas y acelerar los procesos de recuperación (McArdle et al., 2023).

La biología del rendimiento deportivo estudia precisamente estos mecanismos adaptativos, considerando que cada estímulo de entrenamiento induce respuestas celulares y moleculares destinadas a optimizar la eficiencia funcional del organismo. Asimismo, la expresión del rendimiento depende de la interacción entre el potencial genético del deportista y los factores ambientales, entre ellos la calidad del entrenamiento, la nutrición, el descanso, la preparación psicológica y las condiciones socioculturales (Kenney et al., 2022).

En el deporte adaptado, estos fundamentos adquieren una importancia aún mayor debido a la necesidad de comprender cómo las diferentes condiciones funcionales modifican las respuestas fisiológicas al ejercicio y las adaptaciones derivadas del entrenamiento. Por ello, el estudio de las bases biológicas constituye un componente esencial para diseñar programas de preparación física individualizados que favorezcan el desarrollo del máximo potencial deportivo sin comprometer la salud del atleta. En consecuencia, la comprensión científica de los procesos biológicos representa el punto de partida para la construcción de modelos de

entrenamiento fundamentados en la evidencia y orientados hacia la excelencia competitiva.

El movimiento humano constituye una manifestación integrada de múltiples niveles de organización biológica que interactúan de manera coordinada para producir acciones motoras eficientes. Desde el nivel molecular, las proteínas contráctiles actina y miosina permiten la generación de fuerza mediante complejos procesos bioquímicos regulados por la disponibilidad de adenosín trifosfato (ATP), principal fuente inmediata de energía celular (Brooks et al., 2020). Estas proteínas forman parte de las fibras musculares, cuya organización estructural facilita la contracción coordinada de los músculos esqueléticos responsables del movimiento. Paralelamente, el sistema nervioso central procesa información sensorial proveniente del ambiente y del propio organismo, integrándola con programas motores almacenados para coordinar respuestas precisas que permitan ejecutar habilidades deportivas de alta complejidad.

La eficiencia del movimiento depende igualmente de la interacción entre huesos, articulaciones, tendones y ligamentos, estructuras que conforman el sistema musculoesquelético encargado de transmitir las fuerzas generadas durante la actividad física. A nivel fisiológico, los sistemas cardiovascular y respiratorio garantizan el suministro continuo de oxígeno y nutrientes hacia los tejidos activos, mientras eliminan productos metabólicos derivados del ejercicio intenso. Según Powers y Howley (2021), la integración funcional entre estos sistemas determina la capacidad del organismo para mantener el rendimiento durante esfuerzos prolongados y responder adecuadamente a diferentes intensidades de entrenamiento.

En el contexto del deporte adaptado, la organización biológica del movimiento presenta características particulares derivadas de la diversidad funcional de los atletas, lo que exige comprender los mecanismos compensatorios que permiten optimizar la ejecución motriz y alcanzar elevados niveles de desempeño competitivo. La genética desempeña un papel fundamental en la determinación del potencial deportivo, al influir sobre múltiples características biológicas

relacionadas con la fuerza, la resistencia, la velocidad, la coordinación y la capacidad de adaptación al entrenamiento.

Diversos estudios han demostrado que la expresión de genes específicos participa en la regulación del crecimiento muscular, la eficiencia metabólica, la función cardiovascular y la respuesta inflamatoria posterior al ejercicio (Bouchard et al., 2011). Entre los genes más investigados se encuentran ACTN3, asociado con la producción de potencia y velocidad, y ACE, relacionado con el rendimiento aeróbico y la eficiencia cardiovascular. No obstante, la evidencia científica actual reconoce que el rendimiento deportivo no depende de un único gen, sino de la interacción compleja entre numerosos factores genéticos y ambientales.

La epigenética ha ampliado este conocimiento al demostrar que la alimentación, el entrenamiento, el estrés y otros estímulos ambientales pueden modificar la expresión génica sin alterar la secuencia del ADN, favoreciendo procesos adaptativos que incrementan el rendimiento deportivo (Ehlert et al., 2013). En consecuencia, aunque la herencia genética establece un potencial biológico inicial, el entrenamiento sistemático constituye el principal factor responsable del desarrollo de las capacidades físicas. En el deporte adaptado, la investigación genética comienza a ofrecer información relevante para comprender las respuestas individuales al entrenamiento y diseñar estrategias de preparación más personalizadas.

Sin embargo, los investigadores coinciden en que el talento deportivo surge de la interacción dinámica entre predisposición genética, entrenamiento científico, motivación, apoyo social y oportunidades de desarrollo, evitando interpretaciones reduccionistas que atribuyan el rendimiento exclusivamente a factores hereditarios. Uno de los principios fundamentales de la fisiología del ejercicio establece que el entrenamiento sistemático induce adaptaciones celulares y moleculares que incrementan progresivamente la capacidad funcional del organismo.

Estas adaptaciones comienzan inmediatamente después de cada sesión de entrenamiento mediante la activación de rutas de señalización intracelular responsables de estimular la síntesis de proteínas, la biogénesis mitocondrial, la

angiogénesis y la remodelación de tejidos (Hawley et al., 2018). Las mitocondrias, consideradas las centrales energéticas de la célula, aumentan tanto en número como en eficiencia funcional, mejorando la capacidad para producir ATP mediante metabolismo aeróbico. Paralelamente, el entrenamiento favorece la síntesis de proteínas contráctiles responsables de la hipertrofia muscular y fortalece la estructura del tejido conectivo, incrementando la resistencia mecánica frente a las cargas físicas.

De esta manera, la formación de nuevos capilares alrededor de las fibras musculares optimiza el suministro de oxígeno y nutrientes, facilitando la eliminación de metabolitos durante el ejercicio intenso. Estos procesos adaptativos son regulados por múltiples factores hormonales, enzimáticos y genéticos que responden a la magnitud, duración e intensidad del estímulo de entrenamiento (Kenney et al., 2022). En atletas del deporte adaptado, las adaptaciones celulares presentan características particulares determinadas por la condición funcional, aunque mantienen los mismos principios fisiológicos generales descritos para la población convencional. Por ello, comprender los mecanismos moleculares que sustentan las adaptaciones biológicas permite diseñar programas de entrenamiento fundamentados científicamente y orientados hacia el desarrollo progresivo del rendimiento deportivo.

La homeostasis constituye la capacidad del organismo para mantener condiciones internas relativamente estables frente a las variaciones producidas por el ambiente o por la actividad física. Durante el ejercicio, el organismo experimenta alteraciones importantes relacionadas con la temperatura corporal, el equilibrio ácido-base, la concentración de metabolitos, la disponibilidad energética y la actividad hormonal. Para responder a estas demandas, diferentes sistemas fisiológicos activan mecanismos compensatorios destinados a preservar el funcionamiento óptimo del organismo (Guyton & Hall, 2021).

No obstante, cuando el entrenamiento se aplica de manera sistemática y progresiva, estas respuestas transitorias evolucionan hacia adaptaciones permanentes que incrementan la eficiencia funcional del deportista. Este fenómeno constituye la base

biológica del principio de sobrecarga progresiva descrito por Bompa y Buzzichelli (2019), según el cual el organismo mejora su capacidad de respuesta únicamente cuando es sometido a estímulos superiores a los habituales. La magnitud de estas adaptaciones depende de variables como la intensidad, el volumen, la frecuencia y la especificidad del entrenamiento, así como de factores individuales relacionados con la edad, el estado de salud, la genética y el nivel previo de condición física. En el deporte adaptado, el mantenimiento de la homeostasis adquiere especial relevancia debido a las particularidades fisiológicas asociadas con diferentes tipos de discapacidad, lo que obliga a individualizar cuidadosamente las cargas de trabajo y los procesos de recuperación. En consecuencia, la comprensión de los mecanismos homeostáticos y adaptativos constituye uno de los fundamentos científicos más importantes para optimizar el rendimiento deportivo y preservar la salud del atleta durante todo el proceso de entrenamiento.

El sistema cardiovascular constituye uno de los componentes fisiológicos más determinantes del rendimiento deportivo, debido a su función esencial en el transporte de oxígeno, nutrientes, hormonas y metabolitos hacia los tejidos activos durante el ejercicio. Su eficiencia depende de la interacción coordinada entre el corazón, los vasos sanguíneos y la sangre, estructuras que trabajan de manera integrada para satisfacer las crecientes demandas metabólicas del organismo. Durante el ejercicio físico, el gasto cardíaco aumenta significativamente como resultado del incremento de la frecuencia cardíaca y del volumen sistólico, permitiendo una mayor distribución de sangre hacia los músculos esqueléticos activos (Kenney et al., 2022).

Paralelamente, se produce una redistribución del flujo sanguíneo que favorece el aporte de oxígeno a los tejidos con mayor actividad metabólica, mientras disminuye temporalmente la irrigación de órganos menos involucrados en el esfuerzo físico. El entrenamiento sistemático induce adaptaciones cardiovasculares como la hipertrofia fisiológica del ventrículo izquierdo, el aumento del volumen plasmático, la mejora de la contractilidad miocárdica y una mayor densidad capilar muscular, modificaciones que incrementan la eficiencia del transporte de oxígeno y reducen el costo energético del ejercicio (Powers & Howley, 2021).

En el deporte adaptado, estas respuestas pueden variar según el tipo de discapacidad; por ejemplo, los atletas con lesión medular alta presentan alteraciones en la regulación autonómica de la frecuencia cardíaca y de la presión arterial, lo que exige protocolos específicos de evaluación y entrenamiento (Vanlandewijck & Thompson, 2016). En consecuencia, el conocimiento de la fisiología cardiovascular constituye una base indispensable para diseñar programas de entrenamiento que optimicen la capacidad funcional y minimicen los riesgos asociados al esfuerzo físico.

El sistema respiratorio desempeña una función esencial en el mantenimiento del rendimiento deportivo al garantizar el intercambio eficiente de oxígeno y dióxido de carbono entre el organismo y el ambiente. Durante el ejercicio, el incremento de la ventilación pulmonar permite satisfacer las mayores demandas metabólicas de los músculos activos, facilitando la oxigenación sanguínea y la eliminación del dióxido de carbono producido por el metabolismo energético. La ventilación aumenta inicialmente mediante un incremento del volumen corriente y, posteriormente, por un aumento de la frecuencia respiratoria, mecanismos regulados por centros nerviosos ubicados en el tronco encefálico y modulados por señales químicas y mecánicas provenientes del organismo (McArdle et al., 2023).

El entrenamiento aeróbico favorece adaptaciones como una mayor eficiencia ventilatoria, incremento de la fuerza de los músculos respiratorios, optimización de la difusión alveolocapilar y disminución del costo energético de la respiración, contribuyendo al mantenimiento del rendimiento durante esfuerzos prolongados. En atletas entrenados, estas adaptaciones permiten utilizar menores niveles de ventilación para una misma intensidad de ejercicio, reflejando una economía fisiológica superior (Brooks et al., 2020).

En el deporte adaptado, las respuestas respiratorias pueden verse modificadas por condiciones como lesiones medulares cervicales, enfermedades neuromusculares o alteraciones estructurales del tórax, circunstancias que requieren estrategias individualizadas para optimizar la función pulmonar y prevenir complicaciones respiratorias. En este contexto, la evaluación periódica de variables como la

capacidad vital, el volumen espiratorio forzado y la ventilación máxima voluntaria constituye una herramienta indispensable para orientar la planificación del entrenamiento y favorecer el máximo desarrollo del potencial deportivo.

El sistema neuromuscular representa el principal responsable de la producción y coordinación del movimiento humano, integrando la actividad del sistema nervioso central, el sistema nervioso periférico y el aparato locomotor para generar respuestas motoras precisas y eficientes. Cada movimiento deportivo resulta de la activación coordinada de unidades motoras, constituidas por una neurona motora y las fibras musculares que esta inerva. La magnitud de la fuerza producida depende del número de unidades motoras reclutadas, de la frecuencia de los impulsos nerviosos y del grado de sincronización entre ellas (Enoka & Duchateau, 2017).

El entrenamiento sistemático induce importantes adaptaciones neuromusculares, entre ellas un mejor reclutamiento de fibras musculares, incremento de la coordinación intermuscular e intramuscular, aumento de la velocidad de conducción nerviosa y optimización de los patrones motores específicos de cada disciplina deportiva. Estas modificaciones permiten mejorar la fuerza, la potencia, la velocidad y la precisión técnica, componentes esenciales del rendimiento deportivo.

De esta forma, la plasticidad neuronal facilita el aprendizaje motor mediante la reorganización funcional de circuitos cerebrales responsables del control del movimiento (Kandel et al., 2021). En el deporte adaptado, el estudio del sistema neuromuscular adquiere especial relevancia debido a que muchas discapacidades afectan directamente la transmisión nerviosa, el control muscular o la coordinación motriz. Sin embargo, la evidencia científica demuestra que el entrenamiento favorece importantes procesos de adaptación funcional incluso en presencia de alteraciones neurológicas, fortaleciendo mecanismos compensatorios que contribuyen significativamente al rendimiento competitivo. En consecuencia, la comprensión de la fisiología neuromuscular constituye un elemento esencial para el diseño de programas de entrenamiento orientados al desarrollo óptimo de las capacidades motrices.

El sistema endocrino desempeña una función reguladora fundamental durante el ejercicio físico mediante la liberación coordinada de hormonas que controlan el metabolismo energético, el crecimiento tisular, la recuperación y la adaptación al entrenamiento. Durante la actividad física, hormonas como la adrenalina y la noradrenalina incrementan la frecuencia cardíaca, estimulan la movilización de glucosa y ácidos grasos, y favorecen el suministro energético necesario para sostener el esfuerzo.

Paralelamente, el cortisol participa en la regulación del metabolismo de carbohidratos, proteínas y lípidos, mientras que la hormona del crecimiento y la testosterona promueven procesos anabólicos relacionados con la síntesis proteica, la hipertrofia muscular y la reparación de tejidos (Guyton & Hall, 2021). El entrenamiento sistemático mejora la sensibilidad hormonal y optimiza la respuesta endocrina frente al ejercicio, permitiendo una regulación más eficiente de los procesos metabólicos y una recuperación más rápida después de sesiones intensas. No obstante, cargas excesivas de entrenamiento sin una adecuada recuperación pueden alterar el equilibrio hormonal, favoreciendo estados de fatiga crónica y sobreentrenamiento caracterizados por disminución del rendimiento, alteraciones inmunológicas y trastornos metabólicos (Kraemer & Ratamess, 2005).

En atletas del deporte adaptado, las respuestas endocrinas conservan los mismos principios fisiológicos generales, aunque determinadas condiciones clínicas pueden modificar la producción o la acción de algunas hormonas. Por ello, la monitorización endocrina constituye un recurso valioso para ajustar las cargas de entrenamiento, prevenir alteraciones fisiológicas y favorecer procesos adaptativos compatibles con el alto rendimiento deportivo.

La bioenergética constituye el fundamento fisiológico que explica la producción, transferencia y utilización de energía necesaria para sostener cualquier actividad física. El organismo obtiene energía mediante la degradación de carbohidratos, grasas y, en menor proporción, proteínas, transformándola en ATP, molécula indispensable para la contracción muscular y el mantenimiento de las funciones celulares (Brooks et al., 2020). Dependiendo de la intensidad y duración del

ejercicio, el organismo utiliza tres sistemas energéticos principales: el sistema de fosfágenos, responsable de esfuerzos explosivos de corta duración; la glucólisis anaerobia, predominante en actividades de alta intensidad y duración intermedia; y el sistema oxidativo, que proporciona energía durante ejercicios prolongados mediante el metabolismo aeróbico de carbohidratos y lípidos (McArdle et al., 2023).

El entrenamiento produce adaptaciones específicas en cada uno de estos sistemas, aumentando las reservas energéticas, la actividad enzimática, la densidad mitocondrial y la capacidad para utilizar diferentes sustratos metabólicos de manera eficiente. Estas modificaciones mejoran la resistencia a la fatiga, incrementan la economía del movimiento y optimizan la recuperación posterior al esfuerzo. En el deporte adaptado, la bioenergética adquiere particular importancia debido a que las demandas metabólicas pueden variar según el tipo de discapacidad, la masa muscular funcional disponible y las características biomecánicas de cada modalidad deportiva. En consecuencia, el conocimiento de los procesos bioenergéticos permite individualizar la planificación del entrenamiento, establecer estrategias nutricionales adecuadas y maximizar el rendimiento competitivo mediante una utilización eficiente de los recursos energéticos del organismo.

El tejido muscular esquelético constituye el principal efector del movimiento humano y uno de los sistemas biológicos que experimenta las adaptaciones más significativas como consecuencia del entrenamiento sistemático. Estas modificaciones comprenden cambios estructurales, metabólicos, funcionales y neuromusculares que incrementan la capacidad del músculo para producir fuerza, potencia, resistencia y velocidad. La hipertrofia muscular representa una de las adaptaciones más conocidas y se caracteriza por el aumento del área transversal de las fibras musculares como resultado de una mayor síntesis de proteínas contráctiles, proceso regulado por vías de señalización intracelular como la proteína diana de la rapamicina en mamíferos (mTOR), considerada un regulador central del crecimiento muscular (Phillips & Winett, 2010).

Paralelamente, el entrenamiento de resistencia favorece el incremento de la densidad mitocondrial, la actividad enzimática oxidativa y la capilarización muscular, optimizando la utilización del oxígeno y la producción aeróbica de energía (Hawley et al., 2018). Asimismo, la transformación funcional de algunas fibras musculares hacia fenotipos más resistentes a la fatiga permite mejorar la economía del movimiento y prolongar el rendimiento durante esfuerzos prolongados.

En el deporte adaptado, las adaptaciones musculares dependen de la condición funcional del deportista y del tipo de discapacidad, ya que factores como la denervación parcial, la inmovilización prolongada o las alteraciones neurológicas pueden modificar la respuesta adaptativa. Sin embargo, la evidencia demuestra que programas de entrenamiento correctamente planificados generan mejoras significativas en la fuerza, la potencia y la capacidad funcional, contribuyendo al desarrollo del rendimiento deportivo y a la prevención de complicaciones secundarias asociadas con el sedentarismo.

La plasticidad neuronal constituye una de las propiedades biológicas más importantes del sistema nervioso, al permitir la reorganización estructural y funcional de las redes neuronales en respuesta a la experiencia, el entrenamiento y el aprendizaje. En el ámbito deportivo, esta capacidad representa el fundamento fisiológico mediante el cual los deportistas adquieren nuevas habilidades técnicas, perfeccionan patrones motores y automatizan movimientos complejos con altos niveles de precisión. Durante el entrenamiento, la repetición sistemática de tareas específicas fortalece las conexiones sinápticas, incrementa la eficiencia en la transmisión de impulsos nerviosos y favorece la reorganización de áreas corticales responsables del control motor (Kandel et al., 2021).

Estas adaptaciones permiten reducir el gasto energético asociado a la ejecución de movimientos, mejorar los tiempos de reacción y optimizar la coordinación entre diferentes grupos musculares. Además, la participación del cerebelo, los ganglios basales y la corteza motora resulta esencial para el perfeccionamiento de habilidades deportivas que requieren elevados niveles de sincronización, equilibrio

y control postural. En el deporte adaptado, la neuroplasticidad adquiere una importancia especial debido a que muchos atletas presentan alteraciones neurológicas o sensoriales que obligan al sistema nervioso a desarrollar mecanismos compensatorios para mantener el rendimiento funcional. Estudios recientes han demostrado que programas específicos de entrenamiento motor pueden favorecer procesos de reorganización cerebral incluso después de lesiones neurológicas, mejorando significativamente la movilidad, la coordinación y la independencia funcional (Kolb & Gibb, 2014). En consecuencia, el conocimiento de la plasticidad neuronal constituye un fundamento esencial para diseñar metodologías de entrenamiento orientadas a potenciar el aprendizaje motor y maximizar el rendimiento deportivo.

El sistema inmunológico desempeña un papel determinante en la preservación de la salud del deportista y en los procesos de adaptación biológica inducidos por el entrenamiento. La práctica regular de ejercicio moderado fortalece la función inmunitaria mediante el incremento de la vigilancia inmunológica, la mejora de la actividad de células natural killer, linfocitos y macrófagos, así como la regulación de procesos inflamatorios relacionados con la reparación tisular (Nieman & Wentz, 2019). Sin embargo, entrenamientos de elevada intensidad y volumen realizados sin una recuperación adecuada pueden producir una disminución transitoria de la respuesta inmunológica, fenómeno conocido como inmunosupresión inducida por el ejercicio, que incrementa temporalmente la susceptibilidad a infecciones respiratorias y otros procesos inflamatorios. Este comportamiento evidencia la estrecha relación existente entre carga de entrenamiento, recuperación y mantenimiento de la homeostasis fisiológica.

El entrenamiento sistemático modula la liberación de citocinas antiinflamatorias y favorece una respuesta inflamatoria controlada que facilita la regeneración muscular después del ejercicio intenso. En deportistas adaptados, el funcionamiento inmunológico puede verse influenciado por factores adicionales como lesiones medulares, enfermedades autoinmunes o determinadas condiciones clínicas, lo que exige estrategias específicas de monitoreo y recuperación. La nutrición adecuada, el sueño reparador, el control del estrés y la correcta periodización del

entrenamiento constituyen herramientas fundamentales para preservar la función inmunológica y favorecer adaptaciones biológicas sostenibles. En consecuencia, el sistema inmune no solo protege al organismo frente a agentes patógenos, sino que también participa activamente en los mecanismos fisiológicos que sustentan el desarrollo del rendimiento deportivo.

La fatiga constituye un fenómeno fisiológico multifactorial caracterizado por la disminución temporal de la capacidad para generar fuerza, mantener la intensidad del ejercicio o ejecutar habilidades técnicas con la misma eficiencia observada al inicio del esfuerzo. Desde una perspectiva biológica, la fatiga puede originarse por alteraciones centrales relacionadas con el sistema nervioso o por mecanismos periféricos asociados al funcionamiento muscular, metabólico y cardiovascular (Enoka & Duchateau, 2016). Entre los factores fisiológicos involucrados destacan el agotamiento de las reservas de glucógeno, la acumulación de metabolitos, las alteraciones en el equilibrio iónico, la disminución de neurotransmisores y la reducción de la eficiencia de la transmisión neuromuscular. Estas respuestas constituyen mecanismos protectores que limitan el esfuerzo excesivo y previenen daños estructurales en el organismo.

El proceso de recuperación tiene como objetivo restaurar la homeostasis mediante la reposición de sustratos energéticos, la reparación de tejidos lesionados, la eliminación de metabolitos y la normalización de las funciones hormonales y neurológicas. Estrategias como el descanso adecuado, la nutrición postejercicio, la hidratación, la recuperación activa, la crioterapia, la compresión neumática y el sueño de calidad han demostrado favorecer significativamente la recuperación fisiológica y reducir el riesgo de sobreentrenamiento (Kenney et al., 2022). En el deporte adaptado, la recuperación debe individualizarse considerando las características funcionales de cada deportista, el tipo de discapacidad y las demandas específicas de la modalidad deportiva. Por ello, la adecuada gestión de la fatiga constituye uno de los componentes más importantes para mantener la continuidad del entrenamiento y alcanzar niveles sostenidos de alto rendimiento.

El rendimiento deportivo no depende del funcionamiento aislado de un único sistema biológico, sino de la integración armónica y coordinada de todos los sistemas fisiológicos que participan en la producción del movimiento humano. El sistema nervioso planifica y controla las acciones motoras; el sistema muscular ejecuta la contracción; el sistema cardiovascular transporta oxígeno y nutrientes; el sistema respiratorio asegura el intercambio gaseoso; el sistema endocrino regula los procesos metabólicos; el sistema inmunológico participa en la recuperación y la reparación tisular; mientras que el metabolismo celular proporciona la energía necesaria para sostener el esfuerzo físico. Esta interacción permanente permite mantener la homeostasis durante el ejercicio y desarrollar adaptaciones progresivas frente a las cargas de entrenamiento (Guyton & Hall, 2021).

La coordinación entre estos sistemas explica por qué el entrenamiento científico debe planificarse de manera integral, considerando simultáneamente variables fisiológicas, biomecánicas, nutricionales, psicológicas y ambientales. En el deporte adaptado, la integración fisiológica adquiere una relevancia aún mayor debido a que determinadas condiciones funcionales pueden modificar el comportamiento de uno o varios sistemas biológicos, obligando al organismo a desarrollar mecanismos compensatorios que preserven el rendimiento. La evidencia científica demuestra que, pese a estas particularidades, los principios generales de adaptación biológica continúan siendo aplicables cuando el entrenamiento se individualiza adecuadamente y se fundamenta en evaluaciones funcionales rigurosas (ACSM, 2022). En consecuencia, comprender la interacción dinámica entre los diferentes sistemas biológicos constituye un requisito indispensable para optimizar el rendimiento deportivo, preservar la salud del atleta y consolidar modelos de entrenamiento basados en la evidencia científica y orientados hacia la excelencia competitiva.

La nutrición constituye uno de los pilares biológicos más importantes para el desarrollo y mantenimiento del rendimiento deportivo, ya que proporciona los sustratos energéticos necesarios para la producción de ATP, favorece los procesos de adaptación al entrenamiento y acelera la recuperación fisiológica posterior al ejercicio. El equilibrio entre la disponibilidad energética y las demandas

metabólicas determina la capacidad del organismo para responder eficientemente a las cargas de entrenamiento y sostener elevados niveles de desempeño competitivo. Los carbohidratos representan el principal combustible durante ejercicios de intensidad moderada y alta, mientras que los lípidos adquieren mayor protagonismo durante actividades prolongadas de intensidad baja o moderada. Por su parte, las proteínas desempeñan un papel esencial en la síntesis de nuevas estructuras celulares, la reparación del tejido muscular y el mantenimiento del balance nitrogenado (Thomas et al., 2016).

Además, micronutrientes como el hierro, el calcio, la vitamina D y las vitaminas del complejo B participan activamente en procesos relacionados con el transporte de oxígeno, la contracción muscular, el metabolismo energético y la salud ósea. La hidratación también constituye un componente fisiológico indispensable, debido a que pequeñas pérdidas de agua corporal pueden afectar la termorregulación, disminuir el volumen plasmático e incrementar la percepción de fatiga. En deportistas adaptados, la planificación nutricional debe considerar las particularidades fisiológicas asociadas con la condición funcional, incluyendo alteraciones del gasto energético, composición corporal y metabolismo. En consecuencia, una estrategia nutricional individualizada constituye un elemento esencial para optimizar las respuestas biológicas al entrenamiento y favorecer el máximo rendimiento deportivo.

El rendimiento deportivo no depende exclusivamente de las características biológicas del atleta, sino también de la capacidad del organismo para adaptarse a diferentes condiciones ambientales que modifican las respuestas fisiológicas durante el ejercicio. Variables como la temperatura, la humedad relativa, la altitud, la contaminación atmosférica y la radiación solar influyen significativamente sobre el funcionamiento cardiovascular, respiratorio, metabólico y neuromuscular (Kenney et al., 2022). En ambientes calurosos, por ejemplo, el organismo incrementa la producción de sudor y el flujo sanguíneo cutáneo para disipar el exceso de calor, mientras que en condiciones de altitud se estimulan mecanismos compensatorios relacionados con el aumento de la eritropoyetina y la producción de glóbulos rojos, favoreciendo el transporte de oxígeno. Estas respuestas

adaptativas requieren procesos progresivos de aclimatación que permitan minimizar el impacto fisiológico del entorno sobre el rendimiento deportivo. En el deporte adaptado, las condiciones ambientales pueden ejercer efectos aún más pronunciados debido a que determinadas discapacidades alteran la termorregulación, la respuesta cardiovascular o la función respiratoria. Por esta razón, la planificación del entrenamiento debe incorporar estrategias específicas relacionadas con la hidratación, la recuperación, la vestimenta deportiva y la programación de las cargas de trabajo según las características ambientales. La comprensión de estas interacciones fortalece la preparación científica del deportista y disminuye el riesgo de eventos adversos asociados con condiciones extremas de ejercicio.

La evaluación fisiológica constituye una herramienta indispensable para comprender el estado funcional del deportista, controlar las adaptaciones al entrenamiento y optimizar la planificación del rendimiento. Los avances tecnológicos han permitido desarrollar procedimientos cada vez más precisos para medir variables relacionadas con la capacidad aeróbica, la fuerza muscular, la composición corporal, la función cardiovascular, la actividad neuromuscular y el metabolismo energético (ACSM, 2022). Entre las pruebas más utilizadas destacan la determinación del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), la evaluación del umbral de lactato, las pruebas de fuerza máxima, el análisis de composición corporal mediante absorciometría dual de rayos X (DXA), la electromiografía de superficie y el monitoreo de la variabilidad de la frecuencia cardíaca.

Paralelamente, el desarrollo de dispositivos portátiles permite registrar en tiempo real variables como frecuencia cardíaca, velocidad, aceleración, carga externa y calidad del sueño, facilitando procesos de toma de decisiones fundamentados en evidencia objetiva. En el deporte adaptado, las evaluaciones funcionales deben ajustarse a las características individuales del atleta y considerar las particularidades derivadas de su clasificación deportiva. Esta información permite individualizar las cargas de entrenamiento, identificar factores de riesgo y establecer estrategias preventivas que favorezcan la continuidad del proceso de preparación física. En consecuencia, el monitoreo fisiológico representa uno de los componentes

científicos más importantes para garantizar programas de entrenamiento seguros, eficientes y orientados hacia el alto rendimiento.

Durante las últimas décadas, la investigación científica ha transformado profundamente la comprensión de las bases biológicas y fisiológicas del rendimiento deportivo, incorporando nuevas metodologías de análisis que permiten estudiar el funcionamiento del organismo con niveles de precisión sin precedentes. Disciplinas emergentes como la genómica, la proteómica, la metabolómica y la biología molecular han ampliado el conocimiento sobre los mecanismos celulares responsables de la adaptación al entrenamiento, permitiendo identificar biomarcadores relacionados con la recuperación, la fatiga, el riesgo de lesión y la respuesta individual al ejercicio (Hawley et al., 2018).

También, la inteligencia artificial y el análisis masivo de datos comienzan a desempeñar un papel relevante en la interpretación de grandes volúmenes de información fisiológica, facilitando modelos predictivos capaces de optimizar la planificación deportiva. La integración de estas tecnologías con sistemas avanzados de monitoreo biomecánico y fisiológico favorece una preparación altamente personalizada, adaptada a las características biológicas específicas de cada atleta. En el ámbito del deporte adaptado, estas innovaciones ofrecen oportunidades para mejorar la evaluación funcional, optimizar el diseño de ayudas técnicas y desarrollar programas de entrenamiento más precisos y eficaces. Sin embargo, la incorporación de estas herramientas debe realizarse bajo principios éticos que garanticen la equidad competitiva y el acceso democrático al conocimiento científico. De esta manera, la innovación tecnológica se convierte en un complemento del entrenamiento basado en evidencia, fortaleciendo la evolución de las ciencias del deporte.

Las bases biológicas y fisiológicas del rendimiento constituyen el fundamento científico sobre el cual se sustentan los programas contemporáneos de entrenamiento deportivo. El funcionamiento integrado de los sistemas cardiovascular, respiratorio, neuromuscular, endocrino, inmunológico y metabólico explica la capacidad del organismo para adaptarse progresivamente a las cargas de

entrenamiento y desarrollar niveles superiores de rendimiento físico. Estas adaptaciones son el resultado de procesos dinámicos regulados por mecanismos celulares, moleculares y hormonales que permiten mantener la homeostasis frente a las exigencias del ejercicio (Guyton & Hall, 2021).

De esta manera, factores como la genética, la nutrición, el descanso, la recuperación, el ambiente y la preparación psicológica interactúan permanentemente con las respuestas fisiológicas, configurando un modelo multidimensional del rendimiento deportivo. En el deporte adaptado, la comprensión de estas bases adquiere una relevancia aún mayor debido a la diversidad funcional de los atletas y a la necesidad de individualizar todas las estrategias de entrenamiento. La evidencia científica demuestra que la aplicación rigurosa de principios fisiológicos favorece no solo la mejora del desempeño competitivo, sino también la prevención de lesiones, la promoción de la salud y el desarrollo integral del deportista. En consecuencia, las ciencias biológicas continúan consolidándose como uno de los pilares fundamentales para el diseño de programas de entrenamiento basados en evidencia, orientados hacia la excelencia competitiva y el bienestar humano.

El análisis de las bases biológicas y fisiológicas del rendimiento evidencia que el desempeño deportivo es el resultado de una interacción compleja entre múltiples sistemas orgánicos que trabajan de manera integrada para responder a las exigencias del entrenamiento y la competencia. Las adaptaciones cardiovasculares, respiratorias, neuromusculares, endocrinas, metabólicas e inmunológicas permiten incrementar progresivamente la capacidad funcional del organismo cuando las cargas de entrenamiento son planificadas de acuerdo con principios científicos.

Además, la evidencia demuestra que factores como la genética, la nutrición, la recuperación, la calidad del sueño, las condiciones ambientales y el aprendizaje motor influyen significativamente sobre la magnitud de las adaptaciones fisiológicas. Por ello, el rendimiento deportivo debe entenderse como un proceso multifactorial que requiere intervenciones interdisciplinarias fundamentadas en

conocimientos provenientes de la fisiología del ejercicio, la biología molecular, la medicina deportiva, la biomecánica y las ciencias de la nutrición.

La incorporación de tecnologías avanzadas para el monitoreo fisiológico, junto con los avances en biología molecular e inteligencia artificial, está transformando la forma de evaluar y optimizar el rendimiento deportivo. Estos desarrollos permiten diseñar programas de entrenamiento cada vez más individualizados, favoreciendo tanto el alto rendimiento como la protección de la salud del deportista. En el deporte adaptado, estas bases científicas adquieren una relevancia especial al facilitar estrategias personalizadas que respetan la diversidad funcional y promueven la inclusión, la excelencia competitiva y el desarrollo humano integral.

Capítulo 3. Clasificación funcional en el deporte adaptado

La clasificación funcional constituye uno de los pilares científicos y organizativos más importantes del deporte adaptado, debido a que garantiza condiciones de equidad competitiva entre atletas con diferentes tipos y grados de discapacidad. Su propósito fundamental consiste en agrupar a los deportistas de acuerdo con el impacto funcional que presenta su discapacidad sobre el rendimiento específico de cada disciplina deportiva, permitiendo que el resultado de la competencia dependa principalmente del talento, la preparación física, la estrategia y el entrenamiento, y no del nivel de limitación funcional (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). A diferencia de los modelos tradicionales basados exclusivamente en diagnósticos médicos, la clasificación funcional adopta una perspectiva centrada en las capacidades del deportista, evaluando cómo las alteraciones neuromusculares, musculoesqueléticas, visuales o intelectuales afectan la ejecución de habilidades deportivas concretas.

Este enfoque representa una evolución significativa en la comprensión de la discapacidad, al reconocer que dos personas con un mismo diagnóstico pueden presentar niveles funcionales muy diferentes durante la práctica deportiva. En consecuencia, la clasificación funcional integra conocimientos provenientes de la medicina, la fisiología, la biomecánica, la neurología, la rehabilitación y las ciencias del deporte para construir sistemas de evaluación objetivos y reproducibles. Según el Comité Paralímpico Internacional (IPC, 2025), una clasificación adecuada fortalece la credibilidad del deporte paralímpico, promueve la igualdad de oportunidades y favorece la transparencia de las competiciones internacionales. Desde esta perspectiva, la clasificación funcional no constituye únicamente un procedimiento administrativo, sino un proceso científico indispensable para garantizar la justicia deportiva y la excelencia competitiva.

La historia de la clasificación funcional refleja la evolución del propio movimiento paralímpico y de las concepciones científicas sobre la discapacidad. Durante las primeras décadas del deporte adaptado, especialmente después de los Juegos de Stoke Mandeville impulsados por Ludwig Guttman en 1948, los sistemas de

clasificación se fundamentaban principalmente en criterios médicos relacionados con el diagnóstico clínico y el tipo de lesión (Guttmann, 1976). Bajo este modelo, los deportistas eran agrupados según características anatómicas similares, sin considerar suficientemente las diferencias funcionales que influían en el rendimiento deportivo. Sin embargo, el crecimiento del movimiento paralímpico y la diversificación de las disciplinas deportivas evidenciaron que personas con diagnósticos médicos semejantes podían presentar desempeños muy distintos debido a factores como la fuerza muscular residual, la coordinación, el equilibrio o la movilidad articular.

Esta situación impulsó una transición progresiva hacia sistemas de clasificación funcional que priorizan la evaluación de las capacidades deportivas sobre las características clínicas. Durante las décadas de 1980 y 1990, diversas federaciones internacionales comenzaron a desarrollar protocolos específicos basados en criterios científicos y pruebas funcionales, proceso que culminó con la adopción de estándares internacionales promovidos por el Comité Paralímpico Internacional (IPC, 2015). Actualmente, la clasificación funcional representa un sistema dinámico en constante actualización, sustentado en investigaciones biomecánicas, fisiológicas y neurológicas que buscan incrementar la objetividad, confiabilidad y transparencia de las competiciones deportivas adaptadas. Esta evolución demuestra cómo la investigación científica ha transformado profundamente la organización del deporte paralímpico contemporáneo.

La clasificación funcional se fundamenta en principios científicos que buscan establecer una relación objetiva entre las características funcionales del deportista y las demandas específicas de cada modalidad deportiva. Su desarrollo requiere integrar conocimientos provenientes de disciplinas como la anatomía funcional, la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la neurología clínica y la medicina de la rehabilitación, permitiendo comprender cómo diferentes deficiencias afectan el desempeño motor (Tweedy et al., 2014). En este contexto, el proceso clasificatorio evalúa variables relacionadas con la fuerza muscular, el rango de movimiento articular, el control motor, la coordinación, el equilibrio, la espasticidad, la función

visual y otros componentes funcionales que pueden influir directamente sobre el rendimiento competitivo.

Posteriormente, estas evaluaciones clínicas son complementadas mediante observaciones específicas durante la ejecución de gestos técnicos propios de cada deporte, verificando cómo las limitaciones funcionales se manifiestan en situaciones reales de entrenamiento y competencia. La evidencia científica señala que este enfoque permite reducir significativamente las diferencias derivadas de la discapacidad, favoreciendo que los resultados deportivos dependan principalmente de factores entrenables como la condición física, la preparación técnica y la estrategia competitiva (Vanlandewijck & Thompson, 2016). Asimismo, la investigación continua ha permitido perfeccionar los sistemas de clasificación mediante el desarrollo de pruebas más objetivas y protocolos estandarizados que incrementan la confiabilidad entre clasificadores. En consecuencia, la clasificación funcional representa una aplicación práctica del conocimiento científico orientada a garantizar la equidad y fortalecer la legitimidad del deporte adaptado.

La consolidación del modelo biopsicosocial de la discapacidad ha ejercido una influencia decisiva sobre el desarrollo de los sistemas contemporáneos de clasificación funcional. Este modelo, promovido por la Organización Mundial de la Salud mediante la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), propone que el funcionamiento humano resulta de la interacción entre las condiciones de salud, las características personales y los factores ambientales (OMS, 2001). En consecuencia, la discapacidad deja de interpretarse exclusivamente como una limitación médica para entenderse como una condición dinámica influenciada por múltiples dimensiones biológicas, psicológicas y sociales. Esta perspectiva ha permitido que la clasificación funcional adopte un enfoque centrado en el desempeño deportivo efectivo del atleta y no únicamente en el diagnóstico clínico.

Así, las evaluaciones consideran tanto las capacidades funcionales como la forma en que estas interactúan con las exigencias técnicas, tácticas y físicas de cada disciplina deportiva. Además, el modelo biopsicosocial reconoce la importancia del

entrenamiento, la tecnología asistiva, la preparación psicológica y el entorno competitivo como factores que pueden modificar significativamente el rendimiento del deportista. Desde esta visión, la clasificación funcional constituye un proceso multidimensional que integra información clínica, funcional y deportiva para garantizar evaluaciones más precisas y justas. En consecuencia, el paradigma biopsicosocial fortalece el fundamento científico del deporte adaptado al reconocer que el rendimiento deportivo depende de la interacción entre múltiples factores y no exclusivamente de la condición médica del atleta.

El principal objetivo de la clasificación funcional consiste en garantizar competiciones deportivas justas mediante la agrupación de atletas que presentan limitaciones funcionales comparables respecto a las demandas específicas de una modalidad deportiva. Para alcanzar este propósito, el Comité Paralímpico Internacional ha establecido principios fundamentales que orientan el diseño de todos los sistemas clasificatorios, entre ellos la validez científica, la confiabilidad, la transparencia, la imparcialidad y la revisión permanente basada en evidencia (IPC, 2025). La validez implica que la clasificación debe reflejar con precisión el impacto funcional de la discapacidad sobre el rendimiento; la confiabilidad exige que diferentes clasificadores obtengan resultados consistentes al evaluar un mismo deportista; mientras que la transparencia garantiza procedimientos claros, verificables y accesibles para todos los participantes.

Paralelamente, la clasificación funcional debe proteger la integridad del deporte mediante mecanismos que prevengan manipulaciones deliberadas o declaraciones inexactas relacionadas con la condición funcional del atleta. Otro principio esencial corresponde a la especificidad deportiva, ya que cada disciplina presenta demandas fisiológicas, biomecánicas y técnicas particulares que requieren criterios clasificatorios propios. De esta manera, un deportista puede pertenecer a diferentes clases funcionales dependiendo del deporte que practique. Finalmente, la actualización continua de los sistemas clasificatorios mediante investigaciones científicas asegura que la clasificación evolucione al mismo ritmo que los avances en medicina, biomecánica y ciencias del deporte. En consecuencia, los principios

que sustentan la clasificación funcional constituyen la base ética y científica sobre la cual se desarrolla el movimiento paralímpico moderno.

La clasificación funcional se desarrolla mediante un proceso sistemático y estandarizado que busca determinar de manera objetiva el impacto que una deficiencia elegible tiene sobre el rendimiento deportivo. Este procedimiento comprende diferentes etapas que incluyen la revisión de la documentación médica, la evaluación física, las pruebas funcionales específicas y la observación del deportista durante entrenamientos o competencias oficiales (International Paralympic Committee [IPC], 2025). Inicialmente, el equipo de clasificación verifica que el atleta presente una condición de salud reconocida dentro de las deficiencias elegibles establecidas por el Código de Clasificación del IPC.

Consecutivamente, se realizan pruebas clínicas dirigidas a valorar aspectos como la fuerza muscular, el rango de movimiento articular, la coordinación, el equilibrio, el tono muscular, la estabilidad postural y el control motor. Estas evaluaciones permiten identificar las limitaciones funcionales que pueden influir directamente en la ejecución de habilidades deportivas. Sin embargo, el proceso no concluye con la valoración clínica, ya que el deportista también es observado durante la práctica específica de su disciplina para verificar cómo dichas limitaciones afectan realmente su desempeño competitivo. Esta fase resulta indispensable porque algunas capacidades funcionales solo pueden apreciarse durante la ejecución de movimientos deportivos reales. Finalmente, los clasificadores asignan una clase deportiva basada en criterios previamente establecidos por cada federación internacional. Este procedimiento garantiza que la clasificación refleje con precisión el nivel funcional del atleta y contribuya a preservar la equidad competitiva, fortaleciendo la credibilidad del deporte adaptado y la confianza de todos los participantes.

El proceso de clasificación funcional requiere la participación de profesionales altamente capacitados que integran equipos interdisciplinarios conformados por médicos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, especialistas en ciencias del deporte, biomecánicos y otros expertos certificados por las federaciones

internacionales correspondientes. Estos profesionales reciben formación específica para aplicar protocolos estandarizados que garanticen evaluaciones objetivas, reproducibles y fundamentadas en evidencia científica (Vanlandewijck & Thompson, 2016). El clasificador médico tiene la responsabilidad de verificar la condición de salud del deportista y determinar la existencia de una deficiencia elegible, mientras que el clasificador técnico evalúa cómo dicha deficiencia repercute sobre el rendimiento específico de la modalidad deportiva. Esta distribución de responsabilidades fortalece la objetividad del proceso clasificatorio y disminuye la posibilidad de errores derivados de interpretaciones exclusivamente clínicas o deportivas.

También, los clasificadores deben actuar bajo estrictos principios éticos relacionados con la imparcialidad, la confidencialidad, la transparencia y el respeto por la dignidad del atleta. Su función no consiste únicamente en asignar una categoría competitiva, sino también en proteger la integridad del sistema clasificatorio frente a posibles manipulaciones o interpretaciones subjetivas. La actualización permanente de estos profesionales mediante programas internacionales de formación y certificación resulta esencial para incorporar nuevos conocimientos científicos y garantizar la aplicación uniforme de los criterios de clasificación en todas las competiciones nacionales e internacionales. De esta manera, el trabajo interdisciplinario constituye uno de los principales factores que respaldan la confiabilidad y legitimidad del deporte paralímpico.

El Comité Paralímpico Internacional establece que únicamente determinadas deficiencias físicas, visuales e intelectuales son elegibles para participar en competiciones paralímpicas, siempre que produzcan una limitación significativa del rendimiento deportivo y cumplan los criterios científicos establecidos por el Código de Clasificación (IPC, 2025). Entre las deficiencias físicas elegibles se encuentran la disminución de la fuerza muscular, las limitaciones del rango de movimiento pasivo, la deficiencia de extremidades, la diferencia en la longitud de las piernas, la baja estatura, la hipertonía, la ataxia y la atetosis. Estas condiciones pueden originarse como consecuencia de lesiones medulares, amputaciones, parálisis cerebral, enfermedades neuromusculares u otras patologías que afectan el

sistema locomotor. En el caso de la discapacidad visual, la clasificación considera variables relacionadas con la agudeza visual y el campo visual, evaluadas mediante procedimientos oftalmológicos estandarizados.

Por su parte, la discapacidad intelectual requiere la demostración de limitaciones significativas en el funcionamiento intelectual y en la conducta adaptativa, además del cumplimiento de criterios específicos relacionados con el rendimiento deportivo. Es importante destacar que no todas las discapacidades son elegibles para el deporte paralímpico, ya que el sistema busca garantizar que las clases deportivas se fundamenten exclusivamente en deficiencias que afecten objetivamente el desempeño durante la competencia. Esta delimitación científica fortalece la validez del proceso clasificatorio y evita desigualdades derivadas de condiciones que no influyen directamente sobre la ejecución deportiva.

Uno de los principios fundamentales de la clasificación funcional es su carácter específico para cada disciplina deportiva. Aunque un atleta presente una misma condición de salud, el impacto funcional de su discapacidad puede variar considerablemente dependiendo de las exigencias biomecánicas, técnicas, tácticas y fisiológicas propias de cada deporte (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). Por ejemplo, la influencia de una amputación de miembro inferior sobre el rendimiento es diferente en atletismo, natación, ciclismo o baloncesto en silla de ruedas, debido a que cada modalidad requiere patrones motores distintos. En consecuencia, las federaciones deportivas internacionales desarrollan sistemas clasificatorios propios que consideran las demandas funcionales particulares de cada disciplina. Durante las evaluaciones, los clasificadores analizan movimientos específicos relacionados con el deporte practicado, valorando aspectos como la estabilidad, el equilibrio, la coordinación, la fuerza, la amplitud de movimiento y la capacidad para ejecutar habilidades técnicas características de la modalidad. Esta especificidad garantiza que la clasificación refleje de manera precisa el efecto funcional de la discapacidad sobre el rendimiento competitivo y no únicamente las limitaciones observadas en condiciones clínicas generales.

Igualmente, la investigación biomecánica ha permitido perfeccionar progresivamente estos sistemas mediante el análisis objetivo del movimiento y la cuantificación de variables funcionales durante situaciones reales de competencia (Tweedy et al., 2014). Gracias a este enfoque, la clasificación funcional logra mantener elevados niveles de equidad y credibilidad dentro del movimiento paralímpico internacional.

La clasificación funcional constituye un proceso dinámico que evoluciona continuamente conforme avanzan los conocimientos científicos relacionados con la biomecánica, la fisiología, la neurología, la medicina deportiva y las ciencias del movimiento humano. El Código de Clasificación del Comité Paralímpico Internacional establece que todos los sistemas clasificatorios deben sustentarse en investigaciones científicas que demuestren la relación existente entre una determinada deficiencia y el rendimiento deportivo específico (IPC, 2025). En este contexto, numerosos estudios emplean análisis biomecánicos tridimensionales, electromiografía, pruebas fisiológicas, plataformas de fuerza y tecnologías de captura del movimiento para cuantificar objetivamente el impacto funcional de diferentes condiciones de salud sobre el desempeño deportivo. Los resultados de estas investigaciones permiten revisar periódicamente los criterios clasificatorios, corregir posibles inconsistencias y desarrollar nuevos protocolos de evaluación más precisos y confiables (Tweedy et al., 2014).

Además, la participación de universidades, centros de investigación y federaciones internacionales fortalece la producción de evidencia científica independiente que respalda la toma de decisiones relacionadas con la clasificación. Este proceso de actualización permanente también incorpora avances tecnológicos como sensores inerciales, inteligencia artificial y análisis automatizados del movimiento, herramientas que incrementan la objetividad de las evaluaciones funcionales. En consecuencia, la investigación científica representa el principal mecanismo para garantizar que la clasificación funcional continúe evolucionando hacia modelos cada vez más justos, transparentes y basados en evidencia, consolidando así la integridad competitiva del deporte adaptado.

El desarrollo tecnológico ha transformado significativamente los procesos de clasificación funcional en el deporte adaptado, proporcionando herramientas que incrementan la precisión, objetividad y reproducibilidad de las evaluaciones. Tradicionalmente, gran parte de la valoración dependía de la observación clínica y del juicio experto de los clasificadores; sin embargo, la incorporación de tecnologías como los sistemas tridimensionales de captura del movimiento, plataformas dinamométricas, electromiografía de superficie, sensores inerciales y cámaras de alta velocidad ha permitido cuantificar con mayor exactitud variables relacionadas con la movilidad, la fuerza, el equilibrio y la coordinación motriz (Tweedy et al., 2014).

Estas herramientas generan información objetiva sobre el comportamiento biomecánico del atleta durante la ejecución de gestos específicos, reduciendo la variabilidad entre evaluadores y fortaleciendo la confiabilidad del proceso clasificatorio. Paralelamente, la inteligencia artificial y el análisis automatizado de datos comienzan a ofrecer nuevas posibilidades para identificar patrones funcionales difíciles de detectar mediante la observación convencional. No obstante, la implementación de estas tecnologías exige procesos rigurosos de validación científica que garanticen su aplicabilidad en diferentes modalidades deportivas y poblaciones de atletas.

Resulta indispensable asegurar que los avances tecnológicos complementen, y no sustituyan, el criterio clínico y funcional de los especialistas. En consecuencia, la innovación tecnológica representa una oportunidad para fortalecer la transparencia y la credibilidad de la clasificación funcional, favoreciendo decisiones fundamentadas en evidencia objetiva y contribuyendo al desarrollo sostenible del deporte adaptado.

La investigación científica constituye el principal motor de evolución de los sistemas de clasificación funcional, ya que proporciona la evidencia necesaria para revisar, actualizar y perfeccionar los criterios utilizados en las diferentes disciplinas deportivas. El Comité Paralímpico Internacional ha promovido un modelo de

clasificación basado en evidencia científica (*evidence-based classification*), mediante el cual toda modificación de las clases deportivas debe sustentarse en investigaciones que demuestren la relación entre una deficiencia elegible y su impacto sobre el rendimiento específico de un deporte (IPC, 2025). Este enfoque ha impulsado la realización de estudios biomecánicos, fisiológicos, neurológicos y estadísticos destinados a identificar variables objetivas que expliquen las diferencias funcionales entre atletas.

De esta forma, universidades, centros de investigación y federaciones deportivas colaboran internacionalmente en proyectos orientados al desarrollo de nuevos protocolos de evaluación, pruebas funcionales estandarizadas y modelos predictivos que incrementen la precisión clasificatoria. La investigación también ha permitido comprender que determinadas clases deportivas requieren ajustes periódicos debido a la evolución del entrenamiento, los avances tecnológicos y la aparición de nuevas evidencias científicas. En este contexto, la producción de conocimiento interdisciplinario fortalece la legitimidad del deporte paralímpico y contribuye a consolidar sistemas clasificatorios cada vez más justos, transparentes y fundamentados en criterios verificables.

La clasificación funcional desempeña un papel fundamental en la planificación del entrenamiento deportivo, ya que proporciona información detallada sobre las capacidades funcionales, limitaciones y potencialidades de cada atleta. El conocimiento de la clase deportiva permite al entrenador diseñar programas individualizados que optimicen el desarrollo de las capacidades físicas, técnicas y tácticas de acuerdo con las características funcionales específicas del deportista (Vanlandewijck & Thompson, 2016).

Asimismo, facilita la selección de métodos de entrenamiento apropiados, la dosificación de las cargas, la prevención de lesiones y la planificación de estrategias competitivas adaptadas a las demandas reales de cada modalidad. Desde la perspectiva fisiológica, la clasificación también permite comprender cómo determinadas deficiencias pueden modificar las respuestas cardiovasculares, respiratorias, neuromusculares y metabólicas durante el ejercicio, favoreciendo una

preparación física más segura y eficiente. En deportes colectivos, el conocimiento de las clases funcionales resulta indispensable para conformar equipos equilibrados que cumplan los límites reglamentarios establecidos por las federaciones internacionales. Además, la clasificación orienta el proceso de detección de talentos y contribuye a establecer objetivos de rendimiento acordes con las posibilidades funcionales de cada deportista. En consecuencia, la clasificación funcional no solo organiza la competencia, sino que también constituye una herramienta científica de gran valor para la planificación integral del entrenamiento deportivo adaptado.

Las tendencias actuales indican que el futuro de la clasificación funcional estará marcado por una creciente integración entre las ciencias del deporte, la ingeniería biomédica, la inteligencia artificial y el análisis avanzado de datos. El desarrollo de algoritmos capaces de procesar grandes volúmenes de información biomecánica permitirá identificar patrones funcionales con mayor precisión, reduciendo la subjetividad presente en algunas fases del proceso clasificatorio (Tweedy et al., 2014).

Además, la utilización de sensores portátiles, dispositivos de monitoreo continuo y tecnologías de aprendizaje automático facilitará evaluaciones dinámicas realizadas durante entrenamientos y competiciones, proporcionando información más representativa del rendimiento real del atleta. Paralelamente, la expansión de redes internacionales de investigación favorecerá la construcción de bases de datos multicéntricas que fortalecerán la validez científica de los sistemas clasificatorios. Sin embargo, estos avances deberán acompañarse de principios éticos relacionados con la protección de datos personales, la igualdad de acceso a la tecnología y la preservación de la equidad competitiva. Otro desafío importante consistirá en ampliar la investigación sobre disciplinas deportivas menos estudiadas y sobre grupos específicos de atletas, garantizando que todos los sistemas de clasificación evolucionen con el mismo rigor científico. En este escenario, la clasificación funcional continuará consolidándose como un proceso dinámico orientado por la innovación y la investigación permanente.

La clasificación funcional representa uno de los mayores avances científicos y organizativos en la historia del deporte adaptado, al permitir que atletas con diferentes condiciones funcionales compitan bajo criterios de equidad sustentados en evidencia científica. Su evolución desde modelos estrictamente médicos hacia sistemas funcionales multidimensionales demuestra el impacto positivo de la investigación interdisciplinaria sobre la organización del movimiento paralímpico internacional. Actualmente, la clasificación integra conocimientos provenientes de la medicina, la biomecánica, la fisiología, la neurología, la rehabilitación y las ciencias del deporte para evaluar objetivamente cómo una deficiencia influye sobre el rendimiento específico de cada disciplina (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

Asimismo, constituye una herramienta fundamental para la planificación del entrenamiento, la prevención de lesiones, la detección de talentos y el fortalecimiento de políticas deportivas inclusivas. No obstante, su desarrollo exige una actualización científica permanente que incorpore nuevas tecnologías, metodologías de evaluación y principios éticos orientados a preservar la transparencia del sistema. En definitiva, la clasificación funcional trasciende el ámbito competitivo para convertirse en un instrumento que promueve la igualdad de oportunidades, el reconocimiento de la diversidad funcional y la consolidación de un deporte adaptado basado en la excelencia, la inclusión y el respeto por la dignidad humana.

La clasificación funcional constituye el fundamento científico que garantiza la equidad competitiva dentro del deporte adaptado, permitiendo que los resultados deportivos dependan principalmente del talento, el entrenamiento y la preparación integral del atleta, y no del grado de discapacidad que presenta. Su evolución histórica evidencia la transición desde modelos centrados exclusivamente en diagnósticos médicos hacia sistemas funcionales sustentados en principios biomecánicos, fisiológicos y neurológicos respaldados por la investigación científica.

El proceso clasificatorio representa una aplicación interdisciplinaria del conocimiento, integrando la participación de médicos, fisioterapeutas, biomecánicos, especialistas en ciencias del deporte y clasificadores técnicos para desarrollar evaluaciones objetivas, confiables y específicas para cada modalidad deportiva. Este enfoque fortalece la transparencia, la credibilidad y la legitimidad del movimiento paralímpico internacional.

Los avances tecnológicos, la inteligencia artificial y el fortalecimiento de la investigación científica abren nuevas oportunidades para perfeccionar los sistemas de clasificación funcional durante las próximas décadas. La incorporación responsable de estas innovaciones permitirá desarrollar modelos de evaluación cada vez más precisos, manteniendo como principios fundamentales la igualdad de oportunidades, la inclusión, la ética y el respeto por la diversidad funcional. En consecuencia, la clasificación funcional continuará siendo uno de los pilares esenciales para el crecimiento científico y deportivo del movimiento paralímpico mundial.



PARTE II. EVALUACIÓN DEL DEPORTISTA ADAPTADO

Capítulo 4. Valoración integral del deportista adaptado

La valoración integral del deportista adaptado constituye un proceso multidimensional que permite identificar las capacidades físicas, funcionales, psicológicas, biomecánicas, fisiológicas y sociales del atleta con discapacidad, con el propósito de optimizar su rendimiento deportivo y preservar su salud. En el deporte adaptado, la evaluación trasciende los parámetros convencionales empleados en el deporte olímpico debido a la enorme heterogeneidad existente entre las diferentes condiciones de discapacidad, las cuales pueden ser físicas, visuales o intelectuales. En consecuencia, la planificación del entrenamiento exige una comprensión amplia de las limitaciones funcionales, los mecanismos compensatorios y el potencial individual de cada deportista. La evidencia científica demuestra que una valoración integral favorece programas de entrenamiento individualizados, mejora la clasificación funcional y reduce significativamente el riesgo de lesiones deportivas (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

La valoración integral puede definirse como el conjunto sistemático de procedimientos científicos orientados a obtener información objetiva sobre el estado biológico, funcional, psicológico y técnico del deportista. Este proceso implica la utilización de pruebas clínicas, antropométricas, biomecánicas, fisiológicas, neuromusculares y psicológicas que permiten establecer un diagnóstico completo del atleta antes, durante y después de los ciclos de entrenamiento. En el deporte adaptado, dicha valoración adquiere una importancia superior debido a que las características propias de cada discapacidad modifican la respuesta al ejercicio, la adaptación fisiológica y la ejecución técnica. Según Goosey-Tolfrey (2017), la evaluación integral constituye el punto de partida para

diseñar intervenciones deportivas seguras, eficientes y ajustadas a las necesidades funcionales del deportista.

Uno de los principios fundamentales del entrenamiento deportivo moderno es la individualización, principio que adquiere una relevancia aún mayor en el deporte adaptado. Dos atletas pertenecientes a la misma modalidad deportiva pueden presentar diferencias sustanciales en cuanto al nivel de amputación, lesión medular, espasticidad, coordinación motriz o capacidad cardiovascular, circunstancias que condicionan respuestas completamente distintas frente a una misma carga de entrenamiento. Por esta razón, la valoración integral permite establecer perfiles individuales que facilitan la dosificación precisa de las cargas físicas, la selección de ejercicios específicos y la implementación de estrategias preventivas. Diversas investigaciones han demostrado que la personalización del entrenamiento mejora el rendimiento competitivo y disminuye la incidencia de sobreuso musculoesquelético en atletas paralímpicos (Dehghansai et al., 2021).

La valoración del deportista adaptado requiere la participación coordinada de múltiples profesionales pertenecientes a diferentes disciplinas del conocimiento. Médicos especialistas en medicina del deporte, fisioterapeutas, entrenadores, psicólogos deportivos, nutricionistas, biomecánicos, clasificadores funcionales y terapeutas ocupacionales conforman equipos interdisciplinarios encargados de integrar la información obtenida durante el proceso evaluativo. Esta interacción favorece decisiones clínicas y deportivas basadas en evidencia científica, permitiendo identificar factores de riesgo, potencialidades funcionales y necesidades específicas de intervención. Según el Comité Paralímpico Internacional (International Paralympic Committee [IPC], 2023), el trabajo interdisciplinario representa uno de los pilares fundamentales para alcanzar altos niveles de rendimiento deportivo con seguridad y equidad competitiva.

La evaluación integral comprende múltiples dimensiones que interactúan entre sí. Entre ellas destacan la historia clínica deportiva, la valoración médica, la clasificación funcional, la composición corporal, la antropometría, la evaluación

cardiovascular, la capacidad respiratoria, la fuerza muscular, la resistencia, la flexibilidad, el equilibrio, la coordinación, la biomecánica del gesto deportivo, el análisis nutricional, la salud mental, la calidad del sueño y la recuperación fisiológica. Cada uno de estos componentes aporta información complementaria para comprender el estado global del atleta y orientar adecuadamente la planificación deportiva. La integración de estos indicadores permite construir perfiles funcionales altamente precisos que facilitan la toma de decisiones durante todas las etapas de la preparación deportiva (World Health Organization, 2022).

La valoración médica constituye la base sobre la cual se desarrolla todo el proceso de evaluación integral del deportista adaptado. Su propósito es identificar el estado general de salud, las características de la discapacidad, las posibles comorbilidades y las contraindicaciones para la práctica deportiva de alto rendimiento. Esta valoración incluye la anamnesis deportiva, antecedentes familiares, historia clínica, revisión farmacológica, exploración física y evaluación de sistemas cardiovascular, respiratorio, neurológico y musculoesquelético. En deportistas con lesión medular, por ejemplo, resulta indispensable evaluar la función autonómica, el riesgo de disreflexia autonómica, las alteraciones de la termorregulación y la susceptibilidad a lesiones por presión, mientras que en atletas con amputaciones deben analizarse las condiciones del muñón, la adaptación protésica y la distribución de cargas durante el movimiento. En deportistas con discapacidad visual o intelectual es necesario valorar aspectos neurológicos, cognitivos y sensoriales que puedan influir en el desempeño deportivo. La información obtenida permite establecer criterios de elegibilidad, orientar el entrenamiento y prevenir complicaciones médicas asociadas a la práctica deportiva, garantizando la seguridad del atleta durante todo el proceso competitivo (ACSM, 2022).

Uno de los aspectos distintivos del deporte adaptado es la clasificación funcional, entendida como un proceso científico mediante el cual se determina el impacto que una discapacidad produce sobre el rendimiento específico de cada disciplina deportiva. La valoración funcional no busca establecer el grado clínico de discapacidad, sino evaluar cómo las limitaciones corporales afectan la ejecución de

habilidades deportivas concretas. Para ello se analizan variables como fuerza residual, amplitud articular, coordinación, control postural, equilibrio, movilidad, destreza manual y capacidad locomotora, complementadas con la observación del desempeño durante entrenamientos y competencias.

Este procedimiento garantiza que los atletas compitan en condiciones de equidad frente a rivales con limitaciones funcionales comparables, reduciendo las ventajas derivadas de diferencias en el nivel de discapacidad. La clasificación funcional es dinámica y puede modificarse conforme cambian las capacidades del deportista debido al entrenamiento, procesos de rehabilitación o progresión de determinadas condiciones clínicas. Diversos estudios han señalado que una clasificación basada en evidencia mejora la transparencia, la credibilidad y la justicia competitiva dentro del movimiento paralímpico (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

La evaluación antropométrica representa un componente esencial dentro de la valoración integral del deportista adaptado, ya que proporciona información objetiva sobre la estructura corporal y las adaptaciones morfológicas relacionadas con la discapacidad y el entrenamiento. Sin embargo, la aplicación de protocolos convencionales requiere modificaciones metodológicas debido a la presencia de amputaciones, deformidades esqueléticas, asimetrías corporales o alteraciones posturales. En estos casos, el profesional debe emplear protocolos específicos que permitan estimar la masa corporal, la longitud de segmentos corporales, los perímetros musculares, los pliegues cutáneos y la composición corporal de manera válida y confiable.

La utilización de tecnologías como la absorciometría dual de rayos X (DXA), la bioimpedancia eléctrica multifrecuencia y la ecografía muscular complementa las mediciones antropométricas tradicionales, ofreciendo una evaluación más precisa de la masa grasa, masa libre de grasa y densidad mineral ósea. Estos indicadores permiten monitorear los efectos del entrenamiento, optimizar la nutrición deportiva y detectar tempranamente procesos de pérdida muscular o desequilibrios corporales que puedan comprometer el rendimiento y aumentar el riesgo de lesión (Goosey-Tolfrey, 2017).

La valoración fisiológica tiene como finalidad determinar la capacidad funcional de los sistemas cardiovascular, respiratorio y metabólico para responder a las exigencias del entrenamiento y la competencia. En el deporte adaptado, la respuesta fisiológica puede variar considerablemente según el tipo y nivel de discapacidad. Por ejemplo, los atletas con lesión medular alta presentan menor frecuencia cardíaca máxima, reducción del volumen sistólico y limitaciones en la regulación autonómica, mientras que deportistas con amputaciones pueden experimentar un mayor costo energético durante la locomoción debido a mecanismos compensatorios.

Por esta razón, las pruebas de esfuerzo deben adaptarse utilizando cicloergómetros de brazos, sillas rodantes ergométricas, cintas adaptadas o equipos específicos para cada modalidad deportiva. Entre las variables más relevantes se encuentran el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), los umbrales ventilatorios, la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la eficiencia mecánica y la percepción subjetiva del esfuerzo. Estos indicadores permiten establecer zonas individualizadas de entrenamiento, controlar la adaptación fisiológica y evaluar el impacto de los programas de preparación física sobre el rendimiento deportivo (Paulson & Goosey-Tolfrey, 2017).

La biomecánica desempeña un papel fundamental en la valoración integral del deportista adaptado, ya que permite analizar objetivamente la calidad del movimiento y comprender las adaptaciones mecánicas generadas por la discapacidad. Mediante tecnologías como la captura tridimensional del movimiento, plataformas de fuerza, sensores inerciales, electromiografía de superficie y sistemas de análisis cinemático es posible estudiar la técnica deportiva, identificar patrones compensatorios y cuantificar las cargas mecánicas que actúan sobre las articulaciones y los tejidos blandos.

Esta información resulta especialmente valiosa para optimizar la eficiencia del gesto deportivo, reducir el gasto energético y prevenir lesiones por sobreuso, particularmente en hombros, columna vertebral y extremidades superiores, regiones anatómicas altamente exigidas en numerosos deportes paralímpicos. Asimismo, el análisis biomecánico facilita la adaptación de prótesis deportivas, órtesis, sillas de

ruedas y otros implementos técnicos, contribuyendo al mejoramiento del rendimiento competitivo. La integración de la biomecánica con la fisiología, la antropometría y la clasificación funcional constituye uno de los enfoques más sólidos para comprender el comportamiento motor del deportista adaptado desde una perspectiva científica e interdisciplinaria (International Paralympic Committee, 2023).

La valoración de la fuerza muscular constituye uno de los componentes esenciales de la evaluación integral del deportista adaptado, debido a que esta capacidad física determina en gran medida la ejecución técnica, la producción de potencia y la prevención de lesiones. En atletas con discapacidad, la evaluación debe considerar las particularidades derivadas de amputaciones, lesiones medulares, parálisis cerebral, espina bífida u otras condiciones que modifican la activación neuromuscular. Para ello se emplean pruebas isométricas, isotónicas e isocinéticas, dinamometría manual y plataformas de fuerza, complementadas con registros electromiográficos que permiten analizar los patrones de reclutamiento muscular y las compensaciones funcionales.

En disciplinas como el baloncesto en silla de ruedas, el atletismo paralímpico y la natación adaptada, la fuerza de los miembros superiores adquiere una importancia determinante, mientras que en atletas con prótesis de miembros inferiores resulta indispensable evaluar la simetría de la producción de fuerza y la eficiencia en la transferencia de cargas. La información obtenida facilita la individualización de los programas de entrenamiento de fuerza, optimiza la progresión de las cargas y contribuye a minimizar el riesgo de lesiones por sobreuso. La literatura científica ha demostrado que la evaluación periódica de la capacidad neuromuscular mejora significativamente el rendimiento competitivo y favorece adaptaciones fisiológicas específicas en el deporte adaptado (Dehghansai et al., 2021).

El rendimiento deportivo en atletas con discapacidad depende no solo de factores físicos y técnicos, sino también del equilibrio psicológico y emocional. La valoración psicológica tiene como finalidad identificar variables como la motivación, la autoconfianza, la resiliencia, la regulación emocional, la concentración, la ansiedad competitiva, el afrontamiento del estrés y la percepción

de autoeficacia. Muchos deportistas adaptados han enfrentado procesos complejos de adquisición de la discapacidad, rehabilitación física y reintegración social, circunstancias que pueden influir tanto positiva como negativamente en su desempeño deportivo. Además, las exigencias del alto rendimiento, la presión competitiva y las expectativas personales requieren estrategias de apoyo psicológico continuas.

Para esta evaluación se utilizan entrevistas clínicas, escalas psicométricas validadas y observaciones sistemáticas que permiten diseñar intervenciones orientadas al fortalecimiento de habilidades psicológicas. La incorporación del psicólogo deportivo dentro del equipo interdisciplinario favorece la estabilidad emocional, mejora la adherencia al entrenamiento y fortalece la capacidad del atleta para afrontar situaciones de alta exigencia competitiva. Estudios recientes destacan que el bienestar psicológico constituye un predictor importante del rendimiento sostenido y de la permanencia del deportista en programas de alto nivel (Martin Ginis et al., 2021).

La evaluación nutricional representa un componente estratégico dentro de la valoración integral, ya que el estado nutricional influye directamente sobre la recuperación, la composición corporal, la función inmunológica, la adaptación al entrenamiento y el rendimiento deportivo. En el caso del deportista adaptado, las necesidades energéticas pueden diferir considerablemente respecto a las de atletas sin discapacidad debido a variaciones en la masa muscular activa, el gasto energético basal, la movilidad funcional y las características específicas de cada condición clínica. Por ello, la valoración incluye el análisis de la ingesta alimentaria, el cálculo del gasto energético, la evaluación antropométrica, la determinación de indicadores bioquímicos y la identificación de posibles deficiencias nutricionales.

Además, resulta esencial considerar factores como alteraciones gastrointestinales, dificultades para la deglución, cambios en el metabolismo óseo o limitaciones funcionales que puedan afectar el acceso y consumo de alimentos. A partir de esta información se elaboran planes nutricionales personalizados orientados a optimizar la disponibilidad energética, favorecer la recuperación postejercicio y mantener una

composición corporal adecuada para la disciplina deportiva practicada. Las recomendaciones actuales enfatizan la necesidad de integrar la nutrición deportiva con las demás áreas de evaluación para lograr un enfoque verdaderamente integral del atleta adaptado (Thomas et al., 2016).

La prevención de lesiones constituye uno de los principales objetivos de la valoración integral del deportista adaptado. Las alteraciones biomecánicas, los movimientos compensatorios, el uso continuo de segmentos corporales específicos y la sobrecarga funcional incrementan la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en hombros, codos, muñecas y columna vertebral. Durante la evaluación se analizan antecedentes de lesiones, movilidad articular, estabilidad, fuerza muscular, equilibrio, patrones de movimiento y factores extrínsecos relacionados con el equipamiento deportivo, las superficies de entrenamiento y la carga de trabajo.

De esta manera, se emplean pruebas funcionales que permiten detectar déficits neuromusculares antes de que aparezcan manifestaciones clínicas. La información recopilada facilita el diseño de programas preventivos basados en ejercicios de fortalecimiento, control motor, flexibilidad, estabilidad central y educación del deportista sobre hábitos seguros de entrenamiento. La monitorización continua de la carga interna y externa, junto con la aplicación de tecnologías para el seguimiento del rendimiento, permite reducir el riesgo de lesiones por sobreuso y optimizar la disponibilidad competitiva del atleta. La evidencia científica respalda que los programas preventivos individualizados disminuyen la incidencia de lesiones y prolongan la vida deportiva de los atletas paralímpicos (Derman et al., 2018).

El avance tecnológico ha transformado significativamente los procesos de evaluación en el deporte adaptado, permitiendo obtener información objetiva, precisa y en tiempo real sobre el rendimiento del atleta. Actualmente, la valoración integral incorpora dispositivos portátiles de monitoreo fisiológico, sensores inerciales, sistemas de posicionamiento global (GPS), acelerómetros, plataformas de fuerza, cámaras de alta velocidad, inteligencia artificial y herramientas de análisis de datos que facilitan la toma de decisiones basada en evidencia. Estas

tecnologías permiten registrar variables relacionadas con la carga de entrenamiento, la fatiga, la eficiencia del movimiento, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la velocidad de desplazamiento y la calidad técnica durante las sesiones de práctica y competencia. Además, la integración de modelos predictivos mediante aprendizaje automático favorece la identificación temprana de riesgos de lesión y la optimización de los programas de entrenamiento personalizados. En el contexto paralímpico, estas innovaciones también contribuyen al diseño y ajuste de prótesis deportivas, órtesis y sillas de ruedas de competición, incrementando la funcionalidad y la eficiencia mecánica del deportista. La incorporación responsable de estas herramientas fortalece la objetividad del proceso evaluativo y representa una de las principales tendencias para el desarrollo futuro de la evaluación integral en el deporte adaptado (World Health Organization, 2022).

La valoración de la fuerza muscular constituye uno de los componentes esenciales de la evaluación integral del deportista adaptado, debido a que esta capacidad física determina en gran medida la ejecución técnica, la producción de potencia y la prevención de lesiones. En atletas con discapacidad, la evaluación debe considerar las particularidades derivadas de amputaciones, lesiones medulares, parálisis cerebral, espina bífida u otras condiciones que modifican la activación neuromuscular. Para ello se emplean pruebas isométricas, isotónicas e isocinéticas, dinamometría manual y plataformas de fuerza, complementadas con registros electromiográficos que permiten analizar los patrones de reclutamiento muscular y las compensaciones funcionales.

En disciplinas como el baloncesto en silla de ruedas, el atletismo paralímpico y la natación adaptada, la fuerza de los miembros superiores adquiere una importancia determinante, mientras que en atletas con prótesis de miembros inferiores resulta indispensable evaluar la simetría de la producción de fuerza y la eficiencia en la transferencia de cargas. La información obtenida facilita la individualización de los programas de entrenamiento de fuerza, optimiza la progresión de las cargas y contribuye a minimizar el riesgo de lesiones por sobreuso. La literatura científica ha demostrado que la evaluación periódica de la capacidad neuromuscular mejora significativamente el rendimiento competitivo y favorece adaptaciones fisiológicas específicas en el deporte adaptado (Dehghansai et al., 2021).

El rendimiento deportivo en atletas con discapacidad depende no solo de factores físicos y técnicos, sino también del equilibrio psicológico y emocional. La valoración psicológica tiene como finalidad identificar variables como la motivación, la autoconfianza, la resiliencia, la regulación emocional, la concentración, la ansiedad competitiva, el afrontamiento del estrés y la percepción de autoeficacia. Muchos deportistas adaptados han enfrentado procesos complejos de adquisición de la discapacidad, rehabilitación física y reintegración social, circunstancias que pueden influir tanto positiva como negativamente en su desempeño deportivo.

Las exigencias del alto rendimiento, la presión competitiva y las expectativas personales requieren estrategias de apoyo psicológico continuas. Para esta evaluación se utilizan entrevistas clínicas, escalas psicométricas validadas y observaciones sistemáticas que permiten diseñar intervenciones orientadas al fortalecimiento de habilidades psicológicas. La incorporación del psicólogo deportivo dentro del equipo interdisciplinario favorece la estabilidad emocional, mejora la adherencia al entrenamiento y fortalece la capacidad del atleta para afrontar situaciones de alta exigencia competitiva. Estudios recientes destacan que el bienestar psicológico constituye un predictor importante del rendimiento sostenido y de la permanencia del deportista en programas de alto nivel (Martin Ginis et al., 2021).

La evaluación nutricional representa un componente estratégico dentro de la valoración integral, ya que el estado nutricional influye directamente sobre la recuperación, la composición corporal, la función inmunológica, la adaptación al entrenamiento y el rendimiento deportivo. En el caso del deportista adaptado, las necesidades energéticas pueden diferir considerablemente respecto a las de atletas sin discapacidad debido a variaciones en la masa muscular activa, el gasto energético basal, la movilidad funcional y las características específicas de cada condición clínica. Por ello, la valoración incluye el análisis de la ingesta alimentaria, el cálculo del gasto energético, la evaluación antropométrica, la

determinación de indicadores bioquímicos y la identificación de posibles deficiencias nutricionales.

Además, resulta esencial considerar factores como alteraciones gastrointestinales, dificultades para la deglución, cambios en el metabolismo óseo o limitaciones funcionales que puedan afectar el acceso y consumo de alimentos. A partir de esta información se elaboran planes nutricionales personalizados orientados a optimizar la disponibilidad energética, favorecer la recuperación postejercicio y mantener una composición corporal adecuada para la disciplina deportiva practicada. Las recomendaciones actuales enfatizan la necesidad de integrar la nutrición deportiva con las demás áreas de evaluación para lograr un enfoque verdaderamente integral del atleta adaptado (Thomas et al., 2016).

La prevención de lesiones constituye uno de los principales objetivos de la valoración integral del deportista adaptado. Las alteraciones biomecánicas, los movimientos compensatorios, el uso continuo de segmentos corporales específicos y la sobrecarga funcional incrementan la incidencia de lesiones musculoesqueléticas, especialmente en hombros, codos, muñecas y columna vertebral. Durante la evaluación se analizan antecedentes de lesiones, movilidad articular, estabilidad, fuerza muscular, equilibrio, patrones de movimiento y factores extrínsecos relacionados con el equipamiento deportivo, las superficies de entrenamiento y la carga de trabajo.

También, se emplean pruebas funcionales que permiten detectar déficits neuromusculares antes de que aparezcan manifestaciones clínicas. La información recopilada facilita el diseño de programas preventivos basados en ejercicios de fortalecimiento, control motor, flexibilidad, estabilidad central y educación del deportista sobre hábitos seguros de entrenamiento. La monitorización continua de la carga interna y externa, junto con la aplicación de tecnologías para el seguimiento del rendimiento, permite reducir el riesgo de lesiones por sobreuso y optimizar la disponibilidad competitiva del atleta. La evidencia científica respalda que los programas preventivos individualizados disminuyen la incidencia de lesiones y prolongan la vida deportiva de los atletas paralímpicos (Derman et al., 2018).

El avance tecnológico ha transformado significativamente los procesos de evaluación en el deporte adaptado, permitiendo obtener información objetiva, precisa y en tiempo real sobre el rendimiento del atleta. Actualmente, la valoración integral incorpora dispositivos portátiles de monitoreo fisiológico, sensores inerciales, sistemas de posicionamiento global (GPS), acelerómetros, plataformas de fuerza, cámaras de alta velocidad, inteligencia artificial y herramientas de análisis de datos que facilitan la toma de decisiones basada en evidencia. Estas tecnologías permiten registrar variables relacionadas con la carga de entrenamiento, la fatiga, la eficiencia del movimiento, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la velocidad de desplazamiento y la calidad técnica durante las sesiones de práctica y competencia.

Además, la integración de modelos predictivos mediante aprendizaje automático favorece la identificación temprana de riesgos de lesión y la optimización de los programas de entrenamiento personalizados. En el contexto paralímpico, estas innovaciones también contribuyen al diseño y ajuste de prótesis deportivas, órtesis y sillas de ruedas de competición, incrementando la funcionalidad y la eficiencia mecánica del deportista. La incorporación responsable de estas herramientas fortalece la objetividad del proceso evaluativo y representa una de las principales tendencias para el desarrollo futuro de la evaluación integral en el deporte adaptado (World Health Organization, 2022).

La valoración integral del deportista adaptado no debe entenderse como un procedimiento aislado realizado únicamente al inicio de la temporada deportiva, sino como un proceso continuo de seguimiento que permite monitorear la evolución del atleta durante todas las fases de preparación. El control longitudinal facilita la identificación de cambios fisiológicos, biomecánicos, funcionales y psicológicos derivados del entrenamiento, la competencia y los procesos de recuperación. La aplicación periódica de baterías de evaluación permite verificar la efectividad de las cargas de entrenamiento, detectar signos tempranos de fatiga,

sobreentrenamiento o disminución del rendimiento, y realizar ajustes oportunos en la planificación deportiva.

Igualmente, el seguimiento sistemático favorece la construcción de perfiles individuales que permiten comparar el desempeño del deportista a lo largo del tiempo, identificando fortalezas, limitaciones y áreas susceptibles de mejora. Este enfoque dinámico resulta especialmente importante en el deporte adaptado, donde las condiciones funcionales pueden modificarse debido a procesos de rehabilitación, evolución clínica, adaptación tecnológica o cambios en la clasificación deportiva. De acuerdo con Dehghansai et al. (2021), la monitorización continua constituye una estrategia esencial para optimizar el rendimiento y garantizar una preparación deportiva basada en evidencia científica.

La complejidad del deporte adaptado exige que la interpretación de los resultados obtenidos durante la valoración integral sea realizada mediante un enfoque interdisciplinario. Ninguna disciplina por sí sola puede explicar la totalidad de los factores que intervienen en el rendimiento de un atleta con discapacidad. Por ello, médicos del deporte, fisioterapeutas, entrenadores, biomecánicos, nutricionistas, psicólogos deportivos, clasificadores funcionales, terapeutas ocupacionales e ingenieros biomédicos deben integrar sus conocimientos para formular decisiones coherentes y centradas en las necesidades individuales del deportista.

La comunicación permanente entre estos profesionales permite correlacionar hallazgos clínicos con variables fisiológicas, biomecánicas, nutricionales y psicológicas, favoreciendo la elaboración de programas de entrenamiento más seguros, eficientes y personalizados. Este trabajo colaborativo también facilita la prevención de lesiones, la adaptación de implementos deportivos, el control de la carga de entrenamiento y el fortalecimiento del bienestar integral del atleta. La evidencia disponible señala que los equipos interdisciplinarios mejoran la calidad de la atención deportiva y aumentan las probabilidades de éxito competitivo en el contexto paralímpico (International Paralympic Committee [IPC], 2023).

Las tendencias actuales en ciencias del deporte indican que la valoración integral evolucionará hacia modelos de evaluación cada vez más personalizados, predictivos y apoyados en tecnologías digitales. La incorporación de inteligencia artificial, aprendizaje automático, análisis masivo de datos, sensores portátiles, sistemas de monitoreo remoto y plataformas de telemedicina permitirá realizar evaluaciones continuas dentro y fuera de los escenarios deportivos. Estas herramientas facilitarán la identificación de patrones complejos relacionados con la adaptación al entrenamiento, la recuperación fisiológica, la fatiga acumulada y el riesgo de lesión, generando recomendaciones individualizadas en tiempo real.

Paralelamente, el desarrollo de prótesis inteligentes, órtesis robotizadas y dispositivos biomecátrónicos ampliará las posibilidades de evaluación funcional y optimización del rendimiento deportivo. Sin embargo, estos avances deberán implementarse bajo principios éticos que garanticen la equidad competitiva, la protección de los datos personales y el respeto por la diversidad funcional de los atletas. En consecuencia, la innovación tecnológica deberá complementarse con el juicio clínico y la experiencia profesional para asegurar procesos de evaluación verdaderamente integrales (Derman et al., 2018).

La valoración integral del deportista adaptado representa una herramienta indispensable para comprender la interacción entre la condición de discapacidad, las capacidades funcionales y las demandas específicas del deporte practicado. Su enfoque multidimensional supera las evaluaciones tradicionales centradas únicamente en el rendimiento físico, incorporando aspectos médicos, funcionales, biomecánicos, fisiológicos, nutricionales, psicológicos y sociales que permiten construir un perfil completo del atleta. Esta visión holística facilita la individualización del entrenamiento, fortalece la prevención de lesiones, optimiza el proceso de clasificación funcional y promueve una participación deportiva segura, eficiente e inclusiva.

De la misma manera, la evaluación permanente favorece la toma de decisiones basada en evidencia científica y contribuye al desarrollo sostenible del deporte adaptado, consolidando modelos de intervención centrados en las capacidades y

potencialidades del deportista más que en sus limitaciones. En este sentido, la valoración integral constituye un elemento estratégico para alcanzar el máximo rendimiento sin comprometer la salud ni la calidad de vida del atleta.

Por ende, la valoración integral del deportista adaptado constituye el fundamento científico sobre el cual se sustentan la planificación, el control y la optimización del rendimiento deportivo en el contexto paralímpico. La integración de evaluaciones médicas, funcionales, antropométricas, fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y nutricionales permite comprender de manera objetiva las necesidades particulares de cada deportista, favoreciendo intervenciones individualizadas y seguras. El trabajo interdisciplinario, respaldado por herramientas tecnológicas y protocolos estandarizados, fortalece la precisión diagnóstica, mejora la toma de decisiones y reduce la incidencia de lesiones asociadas al entrenamiento y la competencia.

Además, la evolución constante de las ciencias del deporte y de las tecnologías aplicadas a la evaluación abre nuevas oportunidades para perfeccionar los sistemas de seguimiento y maximizar el potencial competitivo de los atletas con discapacidad. Finalmente, promover una valoración integral basada en la evidencia científica no solo contribuye al éxito deportivo, sino que también fortalece los principios de inclusión, equidad, bienestar y desarrollo humano que caracterizan al movimiento paralímpico contemporáneo.

Capítulo 5. Evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado

La evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado constituye uno de los pilares fundamentales para la planificación, el control y la optimización del entrenamiento deportivo en el contexto paralímpico. A diferencia del deporte convencional, la valoración del atleta con discapacidad requiere considerar las particularidades funcionales, biomecánicas y fisiológicas derivadas de cada condición de discapacidad, así como las demandas específicas de la modalidad deportiva practicada. En este sentido, la evaluación no se limita a cuantificar capacidades físicas, sino que busca comprender la interacción entre las limitaciones funcionales, los mecanismos compensatorios, las adaptaciones al entrenamiento y el potencial competitivo del deportista.

La evidencia científica indica que una evaluación sistemática y multidimensional permite individualizar las cargas de entrenamiento, mejorar la eficiencia técnica, prevenir lesiones y favorecer el desarrollo del máximo rendimiento deportivo dentro de un marco de seguridad y equidad (Tweedy & Vanlandewijck, 2011). Por ello, la evaluación física representa un proceso continuo que integra conocimientos provenientes de la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la medicina deportiva, la psicología y las ciencias de la rehabilitación.

La evaluación física puede definirse como el conjunto de procedimientos científicos destinados a medir objetivamente las capacidades funcionales y el estado físico del deportista con el propósito de orientar la planificación del entrenamiento y monitorear las adaptaciones producidas por la práctica deportiva. En el deporte adaptado, este proceso adquiere características particulares debido a la diversidad de discapacidades físicas, visuales e intelectuales que participan en el movimiento paralímpico. En consecuencia, las pruebas tradicionales requieren ajustes metodológicos que garanticen la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos. La selección de los instrumentos de evaluación depende del tipo de discapacidad, la clasificación funcional, la edad, el nivel competitivo y los objetivos específicos del programa de entrenamiento.

Además, la evaluación debe contemplar aspectos relacionados con la movilidad funcional, el equilibrio, la coordinación, la fuerza residual, la eficiencia mecánica y las respuestas fisiológicas al esfuerzo. De acuerdo con Goosey-Tolfrey (2017), una evaluación adecuadamente estructurada constituye la base científica para desarrollar programas de entrenamiento individualizados que respeten las características funcionales del deportista y potencien sus capacidades competitivas.

La evaluación del rendimiento deportivo debe fundamentarse en principios científicos que aseguren la objetividad, la reproducibilidad y la utilidad práctica de los resultados. Entre estos principios destacan la especificidad, la individualización, la validez, la confiabilidad, la sensibilidad y la periodicidad de las mediciones. La especificidad implica que las pruebas seleccionadas reproduzcan las demandas fisiológicas, biomecánicas y técnicas propias de la disciplina deportiva, mientras que la individualización reconoce que cada deportista adaptado presenta características funcionales únicas que condicionan su respuesta al entrenamiento.

La confiabilidad garantiza que las mediciones produzcan resultados consistentes en evaluaciones repetidas, y la sensibilidad permite detectar cambios pequeños derivados de la preparación física o de procesos de rehabilitación. Asimismo, la evaluación periódica facilita el seguimiento longitudinal del rendimiento y la identificación temprana de signos de fatiga, sobreentrenamiento o riesgo de lesión. La literatura especializada destaca que la aplicación rigurosa de estos principios incrementa la precisión de la planificación deportiva y mejora significativamente la toma de decisiones dentro de los equipos interdisciplinarios que trabajan con atletas paralímpicos (Dehghansai et al., 2021).

Una de las principales diferencias entre el deporte convencional y el deporte adaptado radica en la estrecha relación existente entre la evaluación física y la clasificación funcional. Mientras que la clasificación médica identifica la naturaleza de la discapacidad, la clasificación funcional determina el impacto que dicha condición ejerce sobre el rendimiento específico de cada modalidad deportiva. En consecuencia, la evaluación física proporciona información objetiva sobre variables como fuerza muscular, amplitud de movimiento, coordinación, control postural,

movilidad y capacidad funcional, las cuales constituyen elementos esenciales para establecer la elegibilidad y la clase deportiva del atleta. Esta evaluación también permite verificar la evolución funcional del deportista a lo largo del tiempo y documentar cambios derivados del entrenamiento, la rehabilitación o el uso de nuevas tecnologías asistivas. La integración entre evaluación física y clasificación funcional fortalece la equidad competitiva al garantizar que los atletas compitan con rivales que presentan niveles similares de limitación funcional, favoreciendo el principio de igualdad de oportunidades que caracteriza al movimiento paralímpico internacional (International Paralympic Committee [IPC], 2023).

La evaluación del rendimiento constituye el punto de partida para el diseño de programas de entrenamiento basados en evidencia científica. Los resultados obtenidos permiten identificar fortalezas, debilidades y necesidades específicas de cada deportista, facilitando la selección de métodos de entrenamiento acordes con sus características funcionales y los objetivos competitivos establecidos. Asimismo, la monitorización continua de indicadores físicos y fisiológicos posibilita ajustar las cargas de entrenamiento de manera individualizada, evitando tanto la subestimulación como el exceso de carga, situaciones que pueden comprometer el desarrollo deportivo o incrementar el riesgo de lesión.

En el deporte adaptado, esta información adquiere una importancia estratégica debido a la amplia variabilidad existente entre atletas pertenecientes a una misma clasificación funcional. La evaluación periódica también favorece la detección temprana de procesos de fatiga, permite valorar la eficacia de las intervenciones realizadas y proporciona evidencia objetiva para fundamentar decisiones relacionadas con la participación competitiva, la recuperación y la prevención de lesiones. Según Paulson y Goosey-Tolfrey (2017), los sistemas modernos de evaluación del rendimiento representan una herramienta indispensable para optimizar la preparación física y maximizar el potencial competitivo del deportista adaptado.

La fuerza muscular constituye una de las capacidades físicas más determinantes para el rendimiento del deportista adaptado, debido a su influencia sobre la estabilidad, la locomoción, la propulsión, la ejecución técnica y la prevención de lesiones. La evaluación de esta capacidad debe considerar el tipo de discapacidad, el nivel de afectación neuromuscular y las exigencias específicas de cada modalidad deportiva. En atletas con lesión medular, amputaciones o parálisis cerebral, las pruebas tradicionales requieren adaptaciones metodológicas para garantizar resultados válidos y comparables. Entre los procedimientos más utilizados se encuentran la dinamometría manual, la dinamometría isocinética, las pruebas isométricas máximas, la evaluación de la fuerza prensil y los test funcionales específicos para miembros superiores o inferiores, según la condición del deportista.

Asimismo, la electromiografía de superficie permite analizar los patrones de activación muscular y detectar compensaciones durante la ejecución de movimientos deportivos. La información obtenida facilita el diseño de programas individualizados de entrenamiento de fuerza, optimizando la producción de potencia, la eficiencia mecánica y la economía del movimiento. Diversas investigaciones han demostrado que el fortalecimiento muscular adaptado incrementa significativamente el rendimiento competitivo y disminuye la incidencia de lesiones por sobreuso en atletas paralímpicos (Dehghansai et al., 2021).

La resistencia cardiorrespiratoria representa la capacidad del organismo para captar, transportar y utilizar oxígeno durante esfuerzos prolongados, constituyendo uno de los principales determinantes del rendimiento en numerosas disciplinas del deporte adaptado. Su evaluación requiere protocolos específicos que consideren las particularidades fisiológicas derivadas de cada tipo de discapacidad. En deportistas usuarios de silla de ruedas suelen emplearse ergómetros de brazos, rodillos para sillas deportivas y pruebas de campo adaptadas, mientras que en atletas con amputaciones pueden utilizarse cintas ergométricas o cicloergómetros modificados. Las variables más relevantes incluyen el consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2\text{máx}$), los umbrales ventilatorios, la frecuencia cardíaca, la ventilación pulmonar, la

eficiencia mecánica y la percepción subjetiva del esfuerzo. En atletas con lesión medular alta, la alteración del sistema nervioso autónomo puede limitar la respuesta cardiovascular al ejercicio, razón por la cual los resultados deben interpretarse de manera individualizada. La evaluación periódica de la resistencia permite establecer zonas de entrenamiento, monitorizar las adaptaciones fisiológicas y valorar la eficacia de los programas de preparación física. Según Paulson y Goosey-Tolfrey (2017), estas mediciones son esenciales para optimizar el rendimiento aeróbico y garantizar una adecuada dosificación de las cargas de entrenamiento.

La velocidad, la agilidad y la potencia constituyen capacidades determinantes en numerosas disciplinas paralímpicas, ya que influyen directamente sobre la capacidad de aceleración, los cambios rápidos de dirección, la reacción motora y la ejecución eficiente de gestos deportivos. La evaluación de estas capacidades debe adaptarse a las características funcionales del deportista y a las demandas específicas de la modalidad competitiva. Entre las pruebas más utilizadas se encuentran los sprints de corta distancia, los test de aceleración en silla de ruedas, las pruebas de cambio de dirección, los saltos adaptados y las evaluaciones de potencia mediante plataformas de fuerza o sistemas de medición de velocidad de ejecución.

En deportes como el tenis en silla de ruedas, el baloncesto en silla de ruedas y el rugby adaptado, estas variables representan factores decisivos para el éxito competitivo. La utilización de dispositivos electrónicos de cronometraje, acelerómetros y sensores inerciales incrementa la precisión de las mediciones y permite analizar aspectos cinemáticos del movimiento que anteriormente eran difíciles de cuantificar. La evidencia científica demuestra que la evaluación periódica de estas capacidades facilita la identificación de déficits funcionales, mejora la planificación del entrenamiento explosivo y contribuye al desarrollo de un rendimiento más eficiente y específico (Goosey-Tolfrey, 2017).

La movilidad articular y la flexibilidad desempeñan un papel fundamental en la prevención de lesiones, la eficiencia técnica y la amplitud de movimiento necesaria para la ejecución deportiva. En el contexto del deporte adaptado, estas capacidades

presentan una relevancia especial debido a que muchas discapacidades generan limitaciones articulares, espasticidad, contracturas musculares o alteraciones posturales que modifican la mecánica del movimiento. La evaluación incluye la medición de rangos articulares mediante goniómetros e inclinómetros, pruebas de flexibilidad adaptadas y análisis funcionales del equilibrio, la estabilidad y el control postural.

En deportistas con parálisis cerebral, por ejemplo, resulta indispensable valorar el tono muscular y la presencia de movimientos involuntarios, mientras que en atletas con amputaciones se analiza la movilidad del segmento residual y la interacción con la prótesis deportiva. Asimismo, el estudio del equilibrio estático y dinámico permite identificar alteraciones que puedan afectar la ejecución técnica o incrementar el riesgo de caídas durante la competencia. La incorporación de plataformas estabilométricas y sistemas de captura de movimiento ha permitido mejorar considerablemente la precisión de estas evaluaciones, favoreciendo intervenciones preventivas y programas de entrenamiento orientados al mejoramiento del control motor (Derman et al., 2018).

La evaluación antropométrica constituye una herramienta indispensable para conocer las características morfológicas del deportista adaptado y analizar la influencia de la composición corporal sobre el rendimiento físico. Sin embargo, la presencia de amputaciones, deformidades óseas, alteraciones posturales o asimetrías corporales obliga a modificar los protocolos convencionales de medición, utilizando métodos validados para poblaciones con discapacidad. Entre las variables más relevantes se encuentran la masa corporal, la estatura funcional, los perímetros musculares, los pliegues cutáneos, la longitud de segmentos corporales y la distribución de la masa grasa y la masa libre de grasa.

Actualmente, tecnologías como la absorciometría dual de rayos X (DXA), la bioimpedancia eléctrica multifrecuencia, la ecografía muscular y la resonancia magnética permiten obtener mediciones altamente precisas de la composición corporal, facilitando el seguimiento de las adaptaciones producidas por el entrenamiento y la nutrición deportiva. Estos indicadores resultan esenciales para

controlar el peso competitivo, optimizar la relación potencia-peso, prevenir la pérdida de masa muscular y establecer estrategias nutricionales individualizadas. De acuerdo con Thomas et al. (2016), la integración de la evaluación antropométrica con el análisis fisiológico y funcional proporciona una visión más completa del estado físico del deportista adaptado y fortalece la planificación científica del entrenamiento.

La evaluación fisiológica constituye un componente esencial dentro del análisis del rendimiento del deportista adaptado, ya que permite comprender las respuestas agudas y las adaptaciones crónicas del organismo frente al entrenamiento y la competencia. Su propósito principal es determinar la capacidad funcional de los sistemas cardiovascular, respiratorio, neuromuscular y metabólico, considerando las particularidades derivadas de la discapacidad. En atletas con lesión medular, por ejemplo, la alteración del sistema nervioso autónomo puede limitar la frecuencia cardíaca máxima, disminuir el volumen sistólico y modificar la regulación de la presión arterial durante el ejercicio, mientras que en deportistas con amputaciones el costo energético de la locomoción suele incrementarse debido a mecanismos compensatorios.

Las pruebas fisiológicas incluyen la determinación del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), umbrales ventilatorios, concentración de lactato sanguíneo, frecuencia cardíaca, variabilidad de la frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y percepción subjetiva del esfuerzo. La integración de estos indicadores permite establecer zonas individualizadas de entrenamiento, controlar la recuperación fisiológica y optimizar la adaptación al esfuerzo competitivo. Según Paulson y Goosey-Tolfrey (2017), la evaluación fisiológica sistemática constituye una herramienta indispensable para maximizar el rendimiento deportivo en atletas paralímpicos.

La biomecánica proporciona información objetiva acerca de la calidad, eficiencia y economía del movimiento deportivo, permitiendo analizar las adaptaciones mecánicas derivadas de cada condición de discapacidad. En el deporte adaptado, el estudio biomecánico adquiere una importancia especial debido a la presencia de

patrones compensatorios que modifican la cinemática y la cinética del movimiento. Mediante sistemas tridimensionales de captura de movimiento, plataformas de fuerza, cámaras de alta velocidad, electromiografía de superficie y sensores inerciales es posible cuantificar variables como velocidad angular, aceleración, longitud de zancada, tiempo de contacto, fuerzas de reacción, momentos articulares y secuencias de activación muscular.

Esta información facilita la optimización de la técnica deportiva, la adaptación de prótesis y órtesis, el ajuste de sillas de ruedas deportivas y la prevención de lesiones por sobreuso, particularmente en hombros, columna vertebral y extremidades superiores. Asimismo, el análisis biomecánico permite identificar ineficiencias técnicas que incrementan el gasto energético o limitan el desempeño competitivo. La evidencia científica señala que la incorporación de estudios biomecánicos dentro del proceso de evaluación mejora significativamente la precisión de la planificación del entrenamiento y favorece el desarrollo de patrones motores más eficientes (Goosey-Tolfrey, 2017).

La evaluación funcional tiene como objetivo determinar la capacidad del deportista para ejecutar movimientos específicos relacionados con las exigencias de su disciplina deportiva. A diferencia de las pruebas generales de condición física, las evaluaciones funcionales reproducen situaciones similares a las que enfrenta el atleta durante los entrenamientos y las competencias. En deportes como baloncesto en silla de ruedas, rugby adaptado, atletismo paralímpico, natación, tenis en silla de ruedas o boccia, las pruebas funcionales consideran variables como capacidad de aceleración, propulsión, cambios de dirección, coordinación intersegmentaria, equilibrio dinámico, precisión técnica y eficiencia en la ejecución de gestos específicos.

Además, estas evaluaciones permiten identificar limitaciones funcionales susceptibles de ser mejoradas mediante programas de entrenamiento individualizados. La relación entre evaluación funcional y clasificación deportiva resulta especialmente relevante, ya que proporciona información objetiva sobre el impacto que la discapacidad ejerce sobre el rendimiento competitivo. El Comité

Paralímpico Internacional sostiene que la utilización de pruebas funcionales específicas incrementa la objetividad de la clasificación y favorece procesos de entrenamiento más personalizados y orientados al rendimiento (International Paralympic Committee [IPC], 2023).

El desarrollo tecnológico ha revolucionado la evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado mediante la incorporación de herramientas capaces de registrar variables biomecánicas, fisiológicas y neuromusculares con altos niveles de precisión. Actualmente, se utilizan sistemas de posicionamiento global (GPS), unidades de medición inercial (IMU), acelerómetros, plataformas de fuerza, sensores de presión, cámaras de alta velocidad, electromiografía inalámbrica, analizadores metabólicos portátiles y dispositivos para el monitoreo continuo de la frecuencia cardíaca y la carga interna de entrenamiento. Conjuntamente, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático permiten analizar grandes volúmenes de datos para identificar patrones asociados con la fatiga, el riesgo de lesión y la evolución del rendimiento deportivo.

Estas tecnologías también facilitan la adaptación personalizada de prótesis deportivas, sillas de ruedas de competición y otros dispositivos de asistencia, optimizando la eficiencia mecánica y la economía del movimiento. El uso de herramientas digitales ha fortalecido la toma de decisiones basada en evidencia, permitiendo realizar intervenciones más precisas y oportunas durante todas las fases de la preparación deportiva. Diversas investigaciones coinciden en que la integración tecnológica representa una de las principales tendencias en la evaluación moderna del deporte adaptado (Derman et al., 2018).

La monitorización de la carga de entrenamiento constituye un proceso indispensable para garantizar que las adaptaciones fisiológicas producidas por el ejercicio se desarrollen de manera segura y eficiente. En el deporte adaptado, el control de la carga adquiere una importancia aún mayor debido a la gran variabilidad funcional existente entre atletas pertenecientes incluso a una misma clasificación deportiva. La evaluación combina indicadores de carga externa, como distancia recorrida, velocidad, número de repeticiones, potencia desarrollada y

volumen de entrenamiento, con indicadores de carga interna, entre ellos frecuencia cardíaca, concentración de lactato, variabilidad de la frecuencia cardíaca, percepción subjetiva del esfuerzo, calidad del sueño y marcadores bioquímicos relacionados con la recuperación.

Esta integración permite identificar estados de fatiga acumulada, prevenir el sobreentrenamiento y ajustar las cargas de manera individualizada según la respuesta fisiológica de cada deportista. Asimismo, la monitorización continua facilita la programación de estrategias de recuperación activa, nutrición deportiva, fisioterapia y descanso, optimizando el rendimiento durante los periodos competitivos. Estudios recientes destacan que los sistemas integrados de monitorización constituyen una herramienta esencial para prolongar la carrera deportiva, reducir la incidencia de lesiones y favorecer el desarrollo sostenible del alto rendimiento en atletas con discapacidad (Martin Ginis et al., 2021).

La evaluación física del deportista adaptado alcanza su mayor utilidad cuando se desarrolla como un proceso continuo de seguimiento longitudinal y no como una medición aislada. El monitoreo periódico permite identificar la evolución de las capacidades físicas, funcionales y fisiológicas a lo largo de los diferentes ciclos de entrenamiento, facilitando la comparación de los resultados obtenidos durante la pretemporada, el periodo competitivo y la fase de transición. Este seguimiento posibilita detectar mejoras en la fuerza, resistencia, potencia, velocidad y eficiencia biomecánica, así como identificar tempranamente signos de fatiga, disminución del rendimiento o alteraciones funcionales que puedan comprometer la salud del atleta.

En el deporte adaptado, donde las características funcionales pueden modificarse por procesos de rehabilitación, adaptación protésica o progresión clínica de determinadas condiciones, el seguimiento longitudinal adquiere una relevancia aún mayor. La recopilación sistemática de datos permite construir perfiles individuales de rendimiento que facilitan la toma de decisiones basadas en evidencia y la optimización de la planificación deportiva. De acuerdo con Dehghansai et al. (2021), la monitorización permanente constituye una estrategia indispensable para

alcanzar un rendimiento sostenible y minimizar los riesgos asociados al entrenamiento de alto nivel.

La evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado requiere la participación coordinada de un equipo interdisciplinario capaz de interpretar de manera integral la información obtenida durante las diferentes pruebas. Médicos especialistas en medicina del deporte, fisioterapeutas, entrenadores, preparadores físicos, biomecánicos, nutricionistas, psicólogos deportivos, clasificadores funcionales e ingenieros biomédicos aportan conocimientos complementarios que permiten comprender la complejidad del rendimiento deportivo en personas con discapacidad.

La integración de los resultados clínicos, antropométricos, fisiológicos, biomecánicos, psicológicos y nutricionales facilita el diseño de programas de entrenamiento individualizados y favorece la implementación de estrategias preventivas orientadas a disminuir la incidencia de lesiones y optimizar la recuperación. Igualmente, este trabajo colaborativo fortalece la comunicación entre los diferentes profesionales y mejora la calidad del proceso de toma de decisiones durante todas las etapas de la preparación deportiva. El Comité Paralímpico Internacional destaca que el enfoque interdisciplinario constituye uno de los principios fundamentales para garantizar evaluaciones objetivas, intervenciones seguras y un desarrollo deportivo basado en criterios científicos y éticos (International Paralympic Committee [IPC], 2023).

El avance de las ciencias del deporte y de las tecnologías digitales está transformando profundamente los procesos de evaluación del rendimiento en el deporte adaptado. La incorporación de inteligencia artificial, aprendizaje automático, análisis predictivo, sensores inteligentes, plataformas digitales de monitoreo y dispositivos portátiles permite registrar información fisiológica y biomecánica en tiempo real, facilitando la toma de decisiones durante los entrenamientos y las competencias. Estas herramientas hacen posible identificar patrones de fatiga, predecir riesgos de lesión, optimizar la distribución de las cargas

de entrenamiento y personalizar las estrategias de recuperación según las características funcionales de cada atleta.

De igual manera, el desarrollo de prótesis deportivas inteligentes, exoesqueletos, órtesis avanzadas y sillas de ruedas de competición con sensores integrados amplía las posibilidades de análisis del movimiento y mejora la eficiencia mecánica durante la práctica deportiva. No obstante, la incorporación de estas innovaciones debe sustentarse en principios éticos relacionados con la protección de datos, la equidad competitiva y la accesibilidad tecnológica, evitando que las diferencias en el acceso a recursos tecnológicos generen desigualdades dentro del deporte paralímpico. En este contexto, la innovación representa una oportunidad para fortalecer la evaluación científica sin perder de vista el enfoque humano e inclusivo que caracteriza al deporte adaptado (Derman et al., 2018).

La evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado constituye un proceso científico multidimensional que integra conocimientos provenientes de la medicina, la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la antropometría, la nutrición, la psicología y las ciencias de la rehabilitación. Su principal fortaleza radica en la posibilidad de comprender las capacidades reales del atleta considerando las particularidades funcionales derivadas de su discapacidad y las exigencias específicas de la modalidad deportiva practicada.

Esta perspectiva integral permite diseñar programas de entrenamiento individualizados, optimizar el rendimiento competitivo, prevenir lesiones y promover una participación deportiva segura, eficiente y sostenible. La evaluación permanente favorece la adaptación de estrategias metodológicas frente a los cambios funcionales que experimenta el deportista durante su proceso de preparación, fortaleciendo la toma de decisiones basada en evidencia científica. En consecuencia, la evaluación física deja de ser un procedimiento exclusivamente diagnóstico para convertirse en un sistema dinámico de gestión del rendimiento orientado al desarrollo integral del atleta paralímpico.

En conclusión, la evaluación física y del rendimiento del deportista adaptado representa uno de los fundamentos científicos más importantes para el éxito del entrenamiento y la competencia en el deporte paralímpico contemporáneo. La integración de evaluaciones de fuerza, resistencia, velocidad, flexibilidad, composición corporal, fisiología, biomecánica, funcionalidad y monitorización tecnológica proporciona una visión completa del estado del deportista y permite desarrollar intervenciones altamente individualizadas. El seguimiento continuo, el trabajo interdisciplinario y la incorporación responsable de tecnologías emergentes fortalecen la precisión de los procesos evaluativos, optimizan la planificación deportiva y contribuyen a reducir la incidencia de lesiones asociadas al entrenamiento de alta intensidad. Finalmente, una evaluación física fundamentada en la evidencia científica no solo incrementa el rendimiento competitivo, sino que también favorece la inclusión, la equidad, la salud y el bienestar de los deportistas con discapacidad, consolidando modelos de preparación deportiva acordes con los principios del movimiento paralímpico internacional.

Capítulo 6. Biomecánica aplicada al deporte adaptado

La biomecánica constituye una disciplina científica fundamental dentro de las ciencias del deporte, ya que estudia el movimiento humano mediante la aplicación de los principios de la mecánica, la anatomía, la fisiología y la ingeniería. En el contexto del deporte adaptado, la biomecánica adquiere una relevancia aún mayor debido a la necesidad de comprender las particularidades funcionales derivadas de las diferentes condiciones de discapacidad física, sensorial o neurológica. El análisis biomecánico permite identificar cómo las alteraciones estructurales y funcionales modifican los patrones de movimiento, facilitando el diseño de programas de entrenamiento individualizados que optimicen el rendimiento deportivo sin comprometer la salud del atleta. Asimismo, contribuye al desarrollo de implementos deportivos, prótesis y sillas de ruedas de competición que mejoran la eficiencia mecánica durante la ejecución deportiva (Bartlett, 2007; Winter, 2009).

Durante las últimas décadas, la biomecánica aplicada al deporte adaptado ha experimentado un crecimiento significativo impulsado por el desarrollo tecnológico y por el reconocimiento internacional del deporte paralímpico. Inicialmente, los estudios biomecánicos se centraban exclusivamente en la descripción del movimiento humano convencional; sin embargo, el incremento de la participación de atletas con discapacidad motivó la necesidad de investigar patrones cinemáticos y cinéticos específicos para esta población. Actualmente, la utilización de sistemas tridimensionales de captura de movimiento, plataformas de fuerza, electromiografía de superficie, sensores inerciales y modelos computacionales permite evaluar con alta precisión la técnica deportiva adaptada. Estas herramientas proporcionan información objetiva para comprender las compensaciones biomecánicas, optimizar el gesto técnico y reducir el riesgo de lesiones derivadas de movimientos repetitivos o sobrecargas funcionales (Lees, 2002; Knudson, 2021).

Los principios fundamentales de la biomecánica, como el equilibrio, la estabilidad, la conservación del momento angular, la producción de fuerza y la transferencia de energía, continúan siendo aplicables al deporte adaptado, aunque su expresión depende de las características funcionales de cada deportista. La ausencia de un segmento corporal, la disminución del control neuromuscular o las alteraciones del equilibrio generan estrategias motoras diferentes que requieren un análisis individualizado. En este contexto, la biomecánica permite estudiar cómo los deportistas redistribuyen las cargas mecánicas, modifican los centros de gravedad y adaptan los patrones musculares para mantener la eficiencia del movimiento. Estas adaptaciones representan mecanismos funcionales que posibilitan alcanzar elevados niveles de rendimiento competitivo, demostrando la extraordinaria capacidad del sistema neuromuscular para reorganizarse frente a diferentes condiciones físicas (Winter, 2009; Hamill et al., 2021).

Uno de los principales aportes de la biomecánica al deporte adaptado consiste en respaldar científicamente los procesos de clasificación funcional utilizados en las competencias paralímpicas. La clasificación busca garantizar que el resultado deportivo dependa principalmente del entrenamiento, la estrategia y las habilidades técnicas, minimizando las ventajas derivadas del nivel de discapacidad. Los estudios biomecánicos permiten cuantificar objetivamente la movilidad articular, la producción de fuerza, la coordinación segmentaria, la velocidad angular y otras variables relacionadas con el rendimiento funcional. Esta evidencia fortalece la objetividad de los sistemas de clasificación, permitiendo reducir la subjetividad durante la evaluación clínica y funcional. Además, facilita la actualización permanente de los criterios clasificatorios conforme evolucionan las investigaciones científicas y las tecnologías de evaluación del movimiento (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; International Paralympic Committee, 2023).

La aplicación de la biomecánica en el deporte adaptado tiene como propósito principal maximizar la eficiencia técnica y el rendimiento competitivo mediante la optimización del movimiento humano. El análisis biomecánico identifica errores técnicos, desequilibrios musculares, patrones compensatorios y factores mecánicos que pueden limitar el desempeño deportivo. A partir de estos hallazgos,

entrenadores, fisioterapeutas, médicos deportivos e ingenieros biomecánicos diseñan estrategias de intervención orientadas a perfeccionar la técnica, mejorar la economía del movimiento y disminuir el gasto energético durante la competición.

De igual manera, la biomecánica facilita la prevención de lesiones por sobreuso, especialmente en articulaciones sometidas a cargas repetitivas como hombros, columna vertebral y miembros superiores en usuarios de silla de ruedas. En consecuencia, esta disciplina representa un componente indispensable dentro del entrenamiento científico de los atletas paralímpicos modernos, favoreciendo tanto el alto rendimiento como la preservación de la salud deportiva (Vanlandewijck & Thompson, 2016; Hamill et al., 2021).

El estudio biomecánico de la marcha y la carrera constituye una de las áreas más relevantes dentro del deporte adaptado, debido a que numerosos atletas presentan alteraciones funcionales que modifican significativamente los patrones locomotores convencionales. La marcha en personas con amputaciones, parálisis cerebral, lesión medular incompleta u otras condiciones neuromusculares implica adaptaciones relacionadas con la longitud del paso, la frecuencia, el tiempo de apoyo, la distribución de cargas y el control del equilibrio dinámico. Mediante sistemas de análisis tridimensional del movimiento, plataformas de fuerza y sensores inerciales es posible identificar las diferencias entre el patrón locomotor adaptado y el patrón fisiológico, permitiendo establecer estrategias de entrenamiento específicas.

En el caso de los corredores con prótesis de fibra de carbono, el análisis biomecánico demuestra que la eficiencia del desplazamiento depende de variables como la rigidez de la prótesis, el tiempo de contacto con el suelo, la producción de fuerza propulsiva y la coordinación entre el segmento residual y el dispositivo protésico. Estas evaluaciones permiten optimizar la técnica deportiva, mejorar la economía de carrera y disminuir la incidencia de lesiones derivadas de compensaciones mecánicas prolongadas (Brüggemann et al., 2008; Winter, 2009; Hamill et al., 2021).

El desarrollo de prótesis y órtesis deportivas representa uno de los mayores avances tecnológicos en el deporte adaptado contemporáneo. Desde la perspectiva biomecánica, estos dispositivos no solo sustituyen una estructura anatómica ausente, sino que participan activamente en la transmisión, almacenamiento y liberación de energía durante el movimiento. Las prótesis utilizadas en disciplinas como atletismo, salto de longitud o triatlón son diseñadas con materiales compuestos de alta resistencia, especialmente fibra de carbono, capaces de almacenar energía elástica durante la fase de apoyo y devolverla durante la impulsión.

Sin embargo, el rendimiento no depende exclusivamente de las características del dispositivo, sino también de la correcta alineación protésica, el ajuste al muñón, la estabilidad dinámica y la adaptación neuromuscular del deportista. La biomecánica permite cuantificar estos factores mediante modelos cinemáticos y cinéticos que facilitan la personalización de cada prótesis según las características antropométricas, funcionales y deportivas del atleta. Esta integración entre ingeniería biomédica y ciencias del deporte ha permitido incrementar significativamente el rendimiento competitivo de los deportistas paralímpicos, manteniendo criterios de seguridad y funcionalidad (Hafner et al., 2016; Knudson, 2021).

Los deportistas que utilizan silla de ruedas desarrollan patrones biomecánicos completamente diferentes a los observados en disciplinas convencionales, debido a que la locomoción depende principalmente de la acción coordinada de los miembros superiores y del tronco. Deportes como baloncesto en silla de ruedas, rugby adaptado, tenis en silla, atletismo y maratón requieren elevados niveles de eficiencia mecánica durante la propulsión. El análisis biomecánico permite estudiar variables como la frecuencia de impulsión, el ángulo de contacto con el aro, la duración del empuje, la velocidad angular de los hombros, la fuerza aplicada y la sincronización muscular.

Numerosas investigaciones han demostrado que pequeñas modificaciones en la técnica de propulsión pueden reducir considerablemente las cargas sobre la

articulación glenohumeral, disminuyendo la aparición de lesiones por sobreuso como tendinopatías del manguito rotador o síndrome de pinzamiento subacromial. Además, la biomecánica contribuye al diseño ergonómico de sillas deportivas más ligeras, estables y eficientes, optimizando la transferencia de fuerza y favoreciendo un mejor desempeño competitivo (Goosey-Tolfrey, 2010; Vanlandewijck & Thompson, 2016).

La incorporación de tecnologías avanzadas ha revolucionado la evaluación biomecánica en el deporte adaptado, permitiendo obtener mediciones objetivas con altos niveles de precisión. Actualmente se emplean sistemas de captura tridimensional mediante cámaras infrarrojas, plataformas dinamométricas, sensores inerciales portátiles, electromiografía de superficie, acelerómetros, cámaras de alta velocidad, análisis cinético computarizado y software de modelación musculoesquelética. Estas herramientas permiten registrar variables relacionadas con la cinemática, la cinética, la activación muscular, la estabilidad postural y el consumo energético durante la ejecución deportiva. Asimismo, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático comienzan a utilizarse para analizar grandes volúmenes de datos biomecánicos, identificar patrones técnicos y predecir factores de riesgo asociados con lesiones deportivas. La integración de estas tecnologías facilita una evaluación más precisa del rendimiento funcional, favoreciendo la toma de decisiones fundamentadas por parte de entrenadores, fisioterapeutas, ingenieros y médicos deportivos (Knudson, 2021; Bartlett, 2007).

La prevención de lesiones constituye una de las aplicaciones más importantes de la biomecánica dentro del deporte adaptado. Los deportistas con discapacidad suelen desarrollar movimientos compensatorios derivados de limitaciones funcionales específicas, lo que incrementa las cargas mecánicas sobre determinadas articulaciones y grupos musculares. Estas sobrecargas pueden generar lesiones por uso excesivo, especialmente en hombros, codos, muñecas, columna vertebral y segmentos residuales en usuarios de prótesis. El análisis biomecánico permite identificar precozmente patrones de movimiento ineficientes, desequilibrios musculares, alteraciones posturales y deficiencias técnicas que incrementan el riesgo de lesión. A partir de esta información se diseñan programas

individualizados de fortalecimiento muscular, corrección técnica, entrenamiento propioceptivo, optimización del equipamiento deportivo y planificación de las cargas de entrenamiento. De esta manera, la biomecánica no solo mejora el rendimiento competitivo, sino que también favorece la longevidad deportiva, reduce los tiempos de recuperación y contribuye al bienestar integral del atleta adaptado, consolidándose como una herramienta indispensable dentro de los programas modernos de preparación deportiva (Hootman et al., 2007; Vanlandewijck & Thompson, 2016; Hamill et al., 2021).

La biomecánica desempeña un papel determinante en el desarrollo del alto rendimiento dentro del movimiento paralímpico, ya que proporciona información objetiva para optimizar la ejecución técnica de cada disciplina deportiva. En deportes como el atletismo, la natación, el ciclismo, el esquí alpino, el remo, el levantamiento de potencia, el tenis de mesa y el tiro con arco adaptados, el análisis biomecánico permite identificar los factores que condicionan la eficiencia del movimiento y la producción de fuerza. La evaluación de variables cinemáticas, como la velocidad segmentaria, la aceleración, los ángulos articulares y la trayectoria del centro de masa, junto con variables cinéticas relacionadas con la fuerza y la potencia, facilita la identificación de los gestos técnicos más eficaces para cada clasificación funcional.

De igual manera, la biomecánica permite comparar el desempeño entre deportistas de élite, establecer perfiles de rendimiento y diseñar intervenciones específicas orientadas a maximizar la eficiencia mecánica sin incrementar el riesgo de lesión. Este enfoque basado en la evidencia ha contribuido significativamente al aumento del nivel competitivo observado en los Juegos Paralímpicos durante las últimas décadas (Vanlandewijck & Thompson, 2016; Knudson, 2021).

La biomecánica aplicada al deporte adaptado alcanza su mayor potencial cuando se integra con otras disciplinas científicas, como la fisiología del ejercicio, la anatomía funcional, la neurociencia, la medicina deportiva, la ingeniería biomédica, la psicología del deporte y la fisioterapia. Este enfoque interdisciplinario permite comprender el rendimiento deportivo desde una perspectiva integral, considerando

no solo las características mecánicas del movimiento, sino también los procesos metabólicos, neuromusculares, cognitivos y emocionales que influyen en la ejecución motora. Por ejemplo, la combinación de registros electromiográficos con análisis cinemáticos permite identificar la sincronización muscular durante un gesto técnico, mientras que la incorporación de pruebas fisiológicas facilita relacionar la eficiencia biomecánica con el consumo de oxígeno y el costo energético del movimiento. Asimismo, la ingeniería biomédica aporta innovaciones en el diseño de prótesis, órtesis y dispositivos deportivos que optimizan la interacción entre el atleta y su equipamiento. Esta integración fortalece la toma de decisiones basada en evidencia y favorece programas de entrenamiento más eficaces e individualizados (Bartlett, 2007; Winter, 2009; Hamill et al., 2021).

Las adaptaciones biomecánicas varían considerablemente según la naturaleza y el grado de la discapacidad, por lo que resulta indispensable realizar evaluaciones individualizadas. Los deportistas con amputaciones desarrollan estrategias compensatorias relacionadas con la redistribución de las cargas, la estabilidad y la producción de fuerza en el segmento residual y en la extremidad contralateral. En personas con lesión medular, las modificaciones biomecánicas dependen del nivel de la lesión y del grado de control muscular conservado, influyendo directamente en la propulsión de la silla de ruedas y en la estabilidad del tronco. Por su parte, los atletas con parálisis cerebral presentan alteraciones del tono muscular, la coordinación y el control postural que condicionan la ejecución de movimientos rápidos y precisos.

En deportistas con discapacidad visual, las adaptaciones biomecánicas se relacionan principalmente con mecanismos de orientación espacial, equilibrio dinámico y control sensoriomotor, mientras que en atletas con discapacidad intelectual pueden observarse diferencias en la planificación motora y en la automatización del gesto técnico. Estas particularidades evidencian la necesidad de aplicar modelos biomecánicos personalizados que respeten las características funcionales de cada deportista y potencien su rendimiento competitivo (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; Goosey-Tolfrey, 2010).

Uno de los objetivos centrales de la biomecánica aplicada al deporte adaptado consiste en mejorar la economía del movimiento, entendida como la capacidad de realizar una tarea motora utilizando la menor cantidad posible de energía. En disciplinas de resistencia, una técnica biomecánicamente eficiente reduce el costo metabólico del ejercicio y retrasa la aparición de la fatiga, permitiendo mantener un rendimiento elevado durante más tiempo. El análisis de la longitud y frecuencia de la zancada, la amplitud de los movimientos, la coordinación intersegmentaria, la aplicación de fuerzas y la sincronización muscular permite identificar factores que incrementan el gasto energético innecesario. Asimismo, la optimización del diseño de prótesis, órtesis, sillas de ruedas deportivas y otros implementos contribuye a disminuir la resistencia al movimiento y mejorar la transferencia de energía mecánica. Diversas investigaciones han demostrado que pequeñas mejoras en la eficiencia biomecánica pueden traducirse en diferencias significativas en el rendimiento competitivo, especialmente en pruebas donde las diferencias entre los atletas son de apenas centésimas de segundo (Brüggemann et al., 2008; Knudson, 2021; Vanlandewijck & Thompson, 2016).

El futuro de la biomecánica aplicada al deporte adaptado está estrechamente vinculado al desarrollo de tecnologías inteligentes capaces de proporcionar información en tiempo real durante el entrenamiento y la competición. La incorporación de sensores portátiles, sistemas de posicionamiento global, plataformas de análisis basadas en inteligencia artificial, dispositivos de retroalimentación inmediata y modelos digitales tridimensionales permitirá realizar evaluaciones biomecánicas continuas sin interferir en el desempeño del deportista.

Además, la utilización de gemelos digitales, simulaciones computacionales y modelos predictivos facilitará la personalización de programas de entrenamiento y el diseño de equipamientos cada vez más eficientes. La impresión tridimensional también ofrece nuevas posibilidades para fabricar prótesis y componentes deportivos ajustados a las características antropométricas individuales, mejorando tanto la funcionalidad como la comodidad del atleta. Estas innovaciones

consolidarán una biomecánica cada vez más precisa, accesible e integrada con las demás ciencias del deporte, fortaleciendo la preparación de los deportistas adaptados y promoviendo una participación competitiva más segura, eficiente e inclusiva (Hafner et al., 2016; Knudson, 2021; International Paralympic Committee, 2023).

La biomecánica constituye un componente esencial en la planificación y el control del entrenamiento de los deportistas adaptados, ya que proporciona información objetiva para individualizar las cargas y optimizar la técnica deportiva. El análisis sistemático del movimiento permite identificar fortalezas y limitaciones funcionales, evaluar la evolución del rendimiento y ajustar las estrategias de entrenamiento según las características biomecánicas de cada atleta. La integración de variables cinemáticas, cinéticas y electromiográficas facilita el monitoreo de la calidad del gesto técnico, permitiendo realizar correcciones oportunas antes de que se consoliden patrones motores ineficientes. La biomecánica contribuye a establecer indicadores de rendimiento específicos para cada clasificación funcional, favoreciendo una preparación deportiva basada en evidencia científica. Esta aproximación incrementa la eficiencia del entrenamiento, mejora la adaptación al esfuerzo y reduce el riesgo de lesiones derivadas de una inadecuada dosificación de las cargas físicas (Bompa & Buzzichelli, 2019; Hamill et al., 2021).

Además de sus aportes al rendimiento deportivo, la biomecánica desempeña un papel fundamental en la promoción de la inclusión y la equidad dentro del deporte adaptado. Los análisis biomecánicos permiten comprender las capacidades funcionales reales de los deportistas y aportan evidencia objetiva para perfeccionar los sistemas de clasificación funcional utilizados en las competiciones nacionales e internacionales. Esta información favorece la transparencia en la asignación de categorías competitivas y contribuye a que los resultados deportivos dependan principalmente de la preparación física, la estrategia y las habilidades técnicas, en lugar del grado de discapacidad.

Asimismo, la biomecánica orienta el diseño universal de implementos deportivos, instalaciones y tecnologías accesibles que facilitan la participación de personas con diferentes condiciones funcionales. Desde esta perspectiva, la disciplina trasciende el ámbito estrictamente deportivo y se convierte en una herramienta científica que fortalece los principios de igualdad de oportunidades, inclusión social y respeto por la diversidad funcional promovidos por el movimiento paralímpico (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; International Paralympic Committee, 2023).

A pesar de los importantes avances alcanzados en las últimas décadas, la investigación en biomecánica aplicada al deporte adaptado enfrenta diversos desafíos científicos y metodológicos. Uno de los principales consiste en la limitada disponibilidad de muestras amplias y homogéneas, debido a la gran diversidad de condiciones de discapacidad y clasificaciones funcionales presentes en el deporte paralímpico. Esta situación dificulta la generalización de los resultados y exige el desarrollo de diseños de investigación específicos para cada población deportiva. Otro desafío relevante es la necesidad de estandarizar protocolos de evaluación biomecánica que permitan comparar estudios realizados en diferentes contextos y disciplinas deportivas. Persisten limitaciones relacionadas con el acceso a tecnologías avanzadas en países con menores recursos, lo que restringe la implementación de evaluaciones biomecánicas de alta precisión. Frente a este panorama, resulta indispensable fortalecer la cooperación internacional, promover investigaciones multicéntricas e impulsar la formación de profesionales especializados que contribuyan al desarrollo científico del deporte adaptado (Bartlett, 2007; Knudson, 2021).

El progreso de la biomecánica aplicada al deporte adaptado depende en gran medida de la consolidación de equipos interdisciplinarios capaces de integrar conocimientos provenientes de las ciencias del deporte, la ingeniería, la medicina, la fisioterapia, la neurociencia, la robótica y la informática. La colaboración entre estas disciplinas favorece el desarrollo de nuevas metodologías de evaluación, dispositivos tecnológicos innovadores y estrategias de intervención orientadas a mejorar el rendimiento deportivo y la calidad de vida de los atletas. La utilización de inteligencia artificial, aprendizaje automático y análisis masivo de datos

biomecánicos permitirá identificar patrones complejos del movimiento que anteriormente resultaban difíciles de detectar mediante métodos convencionales. Asimismo, la investigación interdisciplinaria facilitará la creación de modelos predictivos para prevenir lesiones, optimizar la adaptación de prótesis deportivas y personalizar los programas de entrenamiento según las necesidades específicas de cada deportista. Este enfoque colaborativo representa una de las principales líneas de desarrollo científico para los próximos años y fortalecerá el crecimiento del deporte adaptado a nivel mundial (Hafner et al., 2016; Hamill et al., 2021).

La biomecánica aplicada al deporte adaptado constituye una disciplina indispensable para comprender, evaluar y optimizar el movimiento humano en personas con discapacidad que participan en actividades deportivas de alto rendimiento y recreativas. Su contribución abarca desde el análisis técnico y la prevención de lesiones hasta el diseño de prótesis, órtesis, sillas deportivas y sistemas tecnológicos que favorecen un desempeño más eficiente, seguro e inclusivo. Los avances científicos y tecnológicos han permitido desarrollar métodos de evaluación cada vez más precisos, fortaleciendo la planificación del entrenamiento y la clasificación funcional basada en evidencia objetiva.

Al mismo tiempo, la integración de la biomecánica con otras ciencias del deporte ha ampliado las posibilidades de intervención interdisciplinaria, promoviendo una preparación deportiva centrada en las características individuales de cada atleta. En el futuro, la incorporación de inteligencia artificial, sensores inteligentes y modelos computacionales continuará transformando la evaluación biomecánica, impulsando nuevas oportunidades para mejorar el rendimiento competitivo y garantizar una participación deportiva más equitativa e inclusiva. En consecuencia, la biomecánica seguirá siendo uno de los pilares científicos más importantes para el desarrollo sostenible del deporte adaptado y del movimiento paralímpico internacional (Vanlandewijck & Thompson, 2016; Knudson, 2021; International Paralympic Committee, 2023).

1. EVALUACIÓN INICIAL

- Valoración médica y funcional
- Evaluación física
- Análisis de habilidades deportivas
- Objetivos individuales



PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO ADAPTADO



2. DISEÑO DEL PLAN

- Definir objetivos a corto, mediano y largo plazo
- Selección de ejercicios y metodologías adecuadas
- Periodización del entrenamiento



3. IMPLEMENTACIÓN

- Entrenamiento personalizado
- Adaptación de cargas e intensidades
- Uso de recursos y tecnología apropiados



4. MONITOREO Y CONTROL

- Seguimiento del rendimiento
- Registro de cargas y progresos
- Ajustes según la respuesta individual



5. EVALUACIÓN Y AJUSTES

- Evaluar resultados
- Comparar con objetivos
- Realizar ajustes en el plan
- Retroalimentación constante



ADAPTADO
A LA PERSONA



FUNCIONAL
Y SEGURO



INCLUSIVO
Y MOTIVADOR



ORIENTADO
A OBJETIVOS

6. FACTORES CLAVE

- Individualidad
- Adaptación
- Motivación
- Inclusión
- Seguridad

PARTE III. PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO ADAPTADO

Capítulo 7. Planificación y periodización del entrenamiento adaptado

La planificación del entrenamiento adaptado constituye un proceso científico, sistemático e individualizado que organiza los estímulos físicos, técnicos, tácticos y psicológicos con el propósito de optimizar el rendimiento deportivo de personas con discapacidad. A diferencia de la planificación convencional, el entrenamiento adaptado considera simultáneamente las características de la discapacidad, la clasificación funcional, las condiciones médicas, los factores biomecánicos, las demandas específicas de cada disciplina deportiva y las capacidades residuales del deportista. Este enfoque permite desarrollar programas seguros, eficientes e inclusivos que favorecen tanto el alto rendimiento como la salud integral del atleta. La evidencia científica demuestra que una planificación adecuadamente estructurada disminuye el riesgo de lesiones, mejora la adaptación fisiológica y favorece el desarrollo progresivo del rendimiento competitivo (Bompa & Buzzichelli, 2019; Dehghansai et al., 2021).

La planificación deportiva se fundamenta en principios biológicos relacionados con la adaptación al entrenamiento. Entre ellos destacan la individualización, la especificidad, la sobrecarga progresiva, la recuperación, la continuidad y la variabilidad de los estímulos. En el deporte adaptado estos principios adquieren una importancia aún mayor debido a la gran heterogeneidad funcional existente entre los atletas. Dos deportistas pertenecientes a la misma disciplina pueden responder de manera completamente diferente a un mismo programa dependiendo del tipo de discapacidad, nivel de lesión medular, amputación, parálisis cerebral, discapacidad visual o intelectual. Por esta razón, el entrenador debe integrar información clínica, fisiológica, biomecánica y funcional antes de diseñar cualquier programa de entrenamiento (Behm, 2018; Haff & Triplett, 2016).

Toda planificación efectiva comienza con una valoración integral del deportista adaptado. Esta evaluación incluye historia clínica, clasificación funcional, análisis antropométrico, valoración biomecánica, pruebas fisiológicas, evaluación psicológica y determinación del nivel técnico y táctico. La información obtenida permite establecer una línea base objetiva sobre la cual se diseñan metas alcanzables y programas individualizados. Además, la evaluación facilita la identificación de factores de riesgo relacionados con sobreuso, desequilibrios musculares, alteraciones posturales o limitaciones articulares que pueden afectar el rendimiento deportivo. En el contexto del deporte paralímpico, la evaluación inicial constituye una herramienta indispensable para garantizar que las cargas de entrenamiento sean compatibles con las capacidades funcionales del atleta (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; World Para Athletics, 2024).

La planificación del entrenamiento adaptado persigue múltiples objetivos que trascienden el incremento del rendimiento competitivo. Entre ellos se encuentran el desarrollo de capacidades físicas específicas, la mejora de la independencia funcional, la prevención de lesiones, el fortalecimiento psicológico, el aumento de la calidad de vida y la optimización del desempeño deportivo durante los principales eventos competitivos. En atletas paralímpicos de alto rendimiento, la planificación también busca sincronizar los picos de forma deportiva con campeonatos nacionales, continentales, mundiales o Juegos Paralímpicos mediante una adecuada organización temporal de las cargas. Esto requiere un equilibrio permanente entre entrenamiento, recuperación, adaptación fisiológica y control médico (Issurin, 2016; Bompa & Buzzichelli, 2019).

Una planificación integral del entrenamiento adaptado incorpora diversos componentes interrelacionados que permiten abordar el desarrollo del deportista desde una perspectiva multidisciplinaria. Entre estos componentes destacan la preparación física, la preparación técnica, la preparación táctica, el entrenamiento psicológico, la nutrición deportiva, el control médico, la recuperación funcional, la prevención de lesiones y el seguimiento científico del rendimiento. La integración de estos elementos facilita la construcción de programas flexibles capaces de responder a las variaciones funcionales del atleta durante toda la temporada.

Además, el uso de tecnologías como plataformas de fuerza, sistemas GPS adaptados, análisis biomecánico tridimensional, monitoreo de frecuencia cardíaca y escalas subjetivas de percepción del esfuerzo permite realizar ajustes continuos que optimizan la efectividad del entrenamiento y garantizan una preparación basada en evidencia científica (McGuigan, 2017; Halson, 2014).

La periodización del entrenamiento adaptado corresponde a la organización cronológica y sistemática de las cargas de entrenamiento con el propósito de producir adaptaciones fisiológicas progresivas que permitan alcanzar el máximo rendimiento en momentos específicos de la temporada competitiva. En el deporte adaptado, este proceso exige una planificación altamente flexible debido a la diversidad funcional de los atletas, la influencia de factores médicos asociados a la discapacidad y las respuestas individuales frente a los estímulos físicos. La periodización no consiste únicamente en distribuir el volumen y la intensidad del entrenamiento, sino también en integrar períodos de recuperación, seguimiento clínico, control biomecánico, entrenamiento psicológico y evaluación funcional continua.

Los entrenadores deben ajustar permanentemente los programas considerando aspectos como la fatiga neuromuscular, las alteraciones de la termorregulación, la espasticidad, el dolor crónico o las limitaciones cardiovasculares que pueden presentarse en determinados grupos de deportistas. Este enfoque integral permite optimizar el rendimiento sin comprometer la salud del atleta, favoreciendo procesos adaptativos sostenibles y una mejor preparación para las competencias de mayor relevancia (Issurin, 2016; Bompa & Buzzichelli, 2019).

Diversos modelos de periodización han sido incorporados al entrenamiento adaptado, destacándose la periodización tradicional o lineal, la periodización ondulante, la periodización por bloques y los modelos contemporáneos de planificación flexible. La elección del modelo depende de variables como la modalidad deportiva, el calendario competitivo, la experiencia del deportista, el nivel funcional y las características de la discapacidad. La periodización lineal incrementa progresivamente la intensidad mientras reduce el volumen de

entrenamiento, siendo útil para deportistas en etapas formativas o con temporadas claramente definidas. Por su parte, la periodización ondulante modifica las cargas con mayor frecuencia, favoreciendo una mejor adaptación neuromuscular y reduciendo el riesgo de sobreentrenamiento. La periodización por bloques concentra estímulos específicos durante períodos determinados para maximizar adaptaciones concretas, estrategia ampliamente utilizada en atletas paralímpicos de élite. En todos los casos, la planificación debe mantenerse dinámica y susceptible de ajustes según la evolución funcional del deportista y los resultados obtenidos en las evaluaciones periódicas (Haff & Triplett, 2016; Issurin, 2016).

El macrociclo representa la unidad temporal más amplia de la planificación y suele abarcar una temporada deportiva completa, aunque en algunos programas paralímpicos puede extenderse hasta un ciclo de cuatro años con miras a los Juegos Paralímpicos. Su estructura comprende generalmente una fase preparatoria, una fase competitiva y una fase de transición, cada una con objetivos fisiológicos y técnicos claramente establecidos. Durante la fase preparatoria se prioriza el desarrollo de las capacidades físicas generales y específicas, la corrección de desequilibrios musculares, el fortalecimiento funcional y la consolidación técnica. En la fase competitiva se busca optimizar el rendimiento mediante cargas altamente específicas, reducción progresiva del volumen y mantenimiento de la intensidad. Finalmente, la fase de transición favorece la recuperación física y psicológica, permitiendo restablecer las reservas energéticas y prevenir el agotamiento acumulado. En el deporte adaptado, la duración de cada fase puede modificarse según la evolución clínica del deportista, la frecuencia de competencias internacionales y los requerimientos propios de cada clasificación funcional (Bompa & Buzzichelli, 2019; Mujika, 2018).

Dentro del macrociclo, los mesociclos y microciclos constituyen unidades fundamentales para distribuir racionalmente las cargas de entrenamiento. Los mesociclos suelen comprender períodos de tres a seis semanas y se orientan al desarrollo de objetivos específicos como fuerza máxima, resistencia aeróbica, potencia, velocidad, coordinación o preparación competitiva. A su vez, los microciclos corresponden generalmente a una semana de entrenamiento y permiten

organizar las sesiones diarias respetando los principios de alternancia entre carga y recuperación. En el entrenamiento adaptado, la planificación de estas unidades debe considerar aspectos como la tolerancia individual al esfuerzo, la aparición de fatiga asociada a la discapacidad, la necesidad de sesiones terapéuticas complementarias y los tiempos adicionales requeridos para la recuperación funcional. El monitoreo continuo mediante indicadores fisiológicos, percepción subjetiva del esfuerzo, variabilidad de la frecuencia cardíaca y análisis del rendimiento facilita la modificación inmediata de las cargas cuando las condiciones del atleta así lo requieren. Esta flexibilidad constituye una de las principales diferencias entre la planificación convencional y la planificación adaptada (Halsen, 2014; McGuigan, 2017).

La individualización representa el principio rector de toda planificación en el deporte adaptado. Las cargas de entrenamiento deben diseñarse considerando las características anatómicas, fisiológicas, funcionales, psicológicas y sociales de cada deportista, evitando la aplicación de programas estandarizados que ignoren las diferencias derivadas de la discapacidad. Factores como el nivel de amputación, la localización de una lesión medular, el grado de compromiso neurológico, la funcionalidad motora residual o la experiencia deportiva condicionan significativamente la respuesta al entrenamiento. En consecuencia, la planificación debe apoyarse en evaluaciones periódicas que permitan ajustar el volumen, la intensidad, la densidad, la frecuencia y el tipo de ejercicios según la evolución individual. La incorporación de tecnologías de monitoreo, inteligencia artificial, análisis biomecánico y sistemas de control de carga está fortaleciendo la precisión de estos procesos, favoreciendo una preparación más segura, eficiente y basada en evidencia científica. Esta tendencia refleja la evolución del entrenamiento adaptado hacia modelos de planificación altamente personalizados, donde el rendimiento y la protección de la salud constituyen objetivos inseparables (Dehghansai et al., 2021; World Para Athletics, 2024).

El control sistemático de las cargas constituye uno de los pilares de la planificación y periodización del entrenamiento adaptado, ya que permite verificar si los estímulos aplicados generan las adaptaciones fisiológicas y funcionales esperadas. En el deporte adaptado, el monitoreo adquiere una relevancia especial debido a la amplia variabilidad en las respuestas individuales, influenciadas por el tipo de discapacidad, el nivel de funcionalidad y las condiciones clínicas asociadas. Para ello, se emplean indicadores objetivos como la frecuencia cardíaca, el consumo máximo de oxígeno, la concentración de lactato, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la potencia desarrollada, la velocidad de ejecución y las pruebas de fuerza específicas. Paralelamente, se utilizan herramientas subjetivas como la escala de percepción del esfuerzo (RPE), cuestionarios de bienestar, calidad del sueño y niveles de fatiga. La combinación de estos indicadores permite detectar oportunamente signos de sobreentrenamiento, ajustar las cargas y optimizar la recuperación, favoreciendo un equilibrio entre el estímulo y la adaptación biológica. Este proceso continuo fortalece la toma de decisiones basada en evidencia y mejora la eficiencia del entrenamiento deportivo adaptado (Halsón, 2014; McGuigan, 2017).

La preparación física constituye uno de los componentes esenciales de la periodización del entrenamiento adaptado, ya que proporciona las bases fisiológicas necesarias para el desarrollo de las capacidades específicas de cada disciplina deportiva. Su planificación comprende el entrenamiento de la fuerza, resistencia, potencia, velocidad, flexibilidad, coordinación y equilibrio, siempre considerando las características funcionales del atleta. En personas con lesión medular, por ejemplo, la fuerza del tren superior adquiere una importancia prioritaria debido a su papel en la locomoción y el desempeño deportivo. En deportistas con amputaciones, la planificación incorpora ejercicios destinados a mejorar la estabilidad, el equilibrio y la eficiencia biomecánica durante el movimiento. Asimismo, en atletas con parálisis cerebral, los programas suelen enfocarse en el control motor, la coordinación neuromuscular y la reducción de la espasticidad mediante ejercicios específicos. La adecuada distribución temporal de estas capacidades dentro de los diferentes ciclos de entrenamiento favorece adaptaciones progresivas que

incrementan el rendimiento y disminuyen el riesgo de lesiones (Behm, 2018; Haff & Triplett, 2016).

La planificación del entrenamiento adaptado no puede limitarse al desarrollo de las capacidades físicas, sino que debe integrar de manera equilibrada la preparación técnica y táctica. Las habilidades técnicas requieren adaptaciones específicas según el tipo de discapacidad y las exigencias reglamentarias de cada modalidad deportiva. En disciplinas como el atletismo paralímpico, el baloncesto en silla de ruedas, la natación adaptada o el boccia, la ejecución técnica depende de factores funcionales particulares que deben ser perfeccionados mediante una práctica sistemática y progresiva. Paralelamente, la preparación táctica implica el desarrollo de procesos cognitivos relacionados con la percepción, la anticipación, la toma de decisiones y la resolución de problemas durante la competencia. La periodización organiza estos contenidos de manera que las habilidades adquiridas durante la etapa preparatoria puedan consolidarse y automatizarse antes de las competiciones principales. La utilización de análisis de video, simulaciones competitivas y tecnologías de retroalimentación inmediata contribuye significativamente al perfeccionamiento técnico y táctico de los deportistas adaptados (Mujika, 2018; Dehghansai et al., 2021).

La recuperación constituye un componente estratégico de la periodización del entrenamiento adaptado, debido a que las demandas fisiológicas y biomecánicas pueden generar elevados niveles de fatiga y aumentar el riesgo de lesiones si no se administran adecuadamente las cargas. La planificación moderna incorpora sesiones específicas de recuperación activa, fisioterapia, crioterapia, hidroterapia, masoterapia, ejercicios de movilidad, entrenamiento respiratorio y estrategias nutricionales orientadas a acelerar los procesos regenerativos. Además, el seguimiento médico periódico permite identificar tempranamente signos de inflamación, alteraciones musculoesqueléticas o complicaciones derivadas de la discapacidad que puedan afectar la continuidad del entrenamiento. En deportistas usuarios de silla de ruedas, por ejemplo, son frecuentes las lesiones por sobreuso en hombros y miembros superiores, mientras que en atletas amputados pueden presentarse problemas relacionados con la adaptación protésica y la distribución de

cargas. La inclusión sistemática de estrategias preventivas dentro del proceso de planificación mejora la disponibilidad competitiva del deportista y favorece la sostenibilidad del rendimiento a largo plazo (Halsón, 2014; Vanlandewijck & Thompson, 2016).

La planificación y periodización del entrenamiento adaptado requieren la participación coordinada de un equipo multidisciplinario conformado por entrenadores, médicos especialistas en medicina del deporte, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, psicólogos deportivos, nutricionistas, biomecánicos, clasificadores funcionales e investigadores. Cada profesional aporta conocimientos específicos que enriquecen el diseño, la ejecución y el seguimiento del programa de entrenamiento. El entrenador coordina la planificación general y ajusta las cargas de acuerdo con la evolución del deportista, mientras que el médico supervisa las condiciones clínicas y la seguridad del proceso. El fisioterapeuta interviene en la prevención y rehabilitación de lesiones, el psicólogo fortalece aspectos motivacionales y de autorregulación emocional, y el nutricionista optimiza el soporte energético y la recuperación. La comunicación permanente entre todos los integrantes del equipo facilita la toma de decisiones basada en evidencia, permitiendo responder de manera rápida a cualquier cambio en el estado funcional del atleta. Este enfoque interdisciplinario constituye actualmente uno de los principales factores asociados al éxito deportivo en el movimiento paralímpico internacional (World Para Athletics, 2024; International Paralympic Committee, 2023).

Los avances tecnológicos han transformado significativamente la planificación y la periodización del entrenamiento adaptado, permitiendo un control mucho más preciso de las variables que influyen en el rendimiento deportivo. Actualmente, los entrenadores disponen de herramientas como sistemas de captura de movimiento en tres dimensiones, plataformas de fuerza, sensores inerciales, dispositivos portátiles de monitoreo fisiológico, análisis electromiográfico, sistemas GPS adaptados y aplicaciones de inteligencia artificial capaces de procesar grandes volúmenes de información en tiempo real. Estas tecnologías facilitan la evaluación continua de la carga interna y externa del entrenamiento, permitiendo ajustar la

intensidad, el volumen y la frecuencia de las sesiones según la respuesta individual del deportista. Asimismo, el análisis biomecánico computarizado contribuye a optimizar los patrones de movimiento, reducir compensaciones funcionales y prevenir lesiones derivadas de la repetición de gestos técnicos. La incorporación de estas herramientas fortalece una planificación basada en evidencia científica, incrementando la precisión en la toma de decisiones y favoreciendo programas de entrenamiento altamente personalizados para atletas con discapacidad (Dehghansai et al., 2021; McGuigan, 2017).

A pesar del notable desarrollo científico del deporte adaptado, la planificación y la periodización aún enfrentan múltiples desafíos relacionados con la diversidad funcional de los atletas, la limitada disponibilidad de investigaciones específicas y la necesidad de protocolos individualizados para diferentes tipos de discapacidad. Muchos modelos clásicos de entrenamiento fueron diseñados inicialmente para deportistas sin discapacidad, lo que obliga a realizar procesos de adaptación fundamentados en la experiencia profesional y en investigaciones recientes.

Además, existen diferencias importantes en la respuesta fisiológica al ejercicio entre atletas con lesión medular, amputaciones, parálisis cerebral, discapacidad visual o discapacidad intelectual, dificultando la generalización de los programas de entrenamiento. Otro reto importante corresponde a la limitada disponibilidad de tecnologías especializadas y equipos multidisciplinarios en algunos contextos deportivos, especialmente en países en desarrollo. Superar estas limitaciones requiere fortalecer la investigación aplicada, promover la formación continua de entrenadores y consolidar redes internacionales de intercambio científico que permitan desarrollar modelos de planificación cada vez más específicos y eficaces (Vanlandewijck & Thompson, 2016; International Paralympic Committee, 2023).

Las tendencias contemporáneas indican que la planificación del entrenamiento adaptado evolucionará hacia modelos cada vez más personalizados, sustentados en inteligencia artificial, análisis predictivo y medicina deportiva de precisión. La integración de algoritmos capaces de interpretar simultáneamente variables fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y ambientales permitirá diseñar programas

dinámicos que se ajusten automáticamente a las necesidades del deportista. Asimismo, el desarrollo de dispositivos portátiles con monitoreo continuo facilitará la identificación temprana de signos de fatiga, disminución del rendimiento o riesgo de lesión, permitiendo intervenir antes de que aparezcan complicaciones clínicas. Paralelamente, el avance de la biomecánica computacional, la realidad virtual, los sistemas inmersivos de entrenamiento y las plataformas digitales de seguimiento remoto ampliará las posibilidades de entrenamiento tanto en escenarios presenciales como virtuales. Estas innovaciones fortalecerán la individualización del proceso y contribuirán al desarrollo de programas más seguros, eficientes y sostenibles para los atletas paralímpicos y adaptados (World Para Athletics, 2024; Dehghansai et al., 2021).

La planificación y la periodización del entrenamiento adaptado no solo constituyen herramientas para maximizar el rendimiento competitivo, sino también mecanismos fundamentales para promover la inclusión, la participación social y el desarrollo integral de las personas con discapacidad. Una programación adecuadamente estructurada favorece la adquisición de hábitos saludables, fortalece la autonomía funcional, mejora la autoestima y facilita la integración del deportista en escenarios nacionales e internacionales de competencia. Además, el entrenamiento adaptado representa una estrategia eficaz para reducir factores de riesgo asociados al sedentarismo, mejorar la capacidad cardiorrespiratoria, incrementar la fuerza muscular y optimizar la calidad de vida. Desde una perspectiva social, la planificación deportiva contribuye al reconocimiento del potencial de los atletas con discapacidad y fortalece los principios de equidad, accesibilidad e inclusión promovidos por el movimiento paralímpico mundial. En consecuencia, invertir en procesos de planificación científica constituye una acción estratégica para consolidar programas deportivos de alto nivel y fomentar una cultura deportiva verdaderamente inclusiva (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; International Paralympic Committee, 2023).

La planificación y la periodización del entrenamiento adaptado representan procesos científicos indispensables para el desarrollo del rendimiento deportivo, la preservación de la salud y la optimización del potencial funcional de los atletas con discapacidad. Su aplicación exige integrar conocimientos provenientes de la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la medicina deportiva, la psicología, la nutrición y la clasificación funcional, permitiendo diseñar programas individualizados que respondan a las necesidades específicas de cada deportista. La organización racional de las cargas mediante macrociclos, mesociclos y microciclos, acompañada por un monitoreo permanente y una adecuada recuperación, favorece adaptaciones fisiológicas sostenibles y disminuye la incidencia de lesiones. Además, la incorporación de tecnologías emergentes y el trabajo coordinado de equipos multidisciplinarios están impulsando una nueva generación de modelos de planificación basados en evidencia científica y medicina personalizada. En el contexto del crecimiento del deporte paralímpico a nivel mundial, fortalecer la investigación y la aplicación rigurosa de estos principios permitirá continuar elevando los estándares de rendimiento, inclusión y excelencia deportiva en beneficio de los atletas adaptados.

Capítulo 8. Entrenamiento de capacidades físicas en el deporte adaptado

El entrenamiento de las capacidades físicas constituye uno de los pilares fundamentales del deporte adaptado, ya que permite optimizar el rendimiento deportivo, favorecer la independencia funcional y mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad. Las capacidades físicas representan el conjunto de cualidades fisiológicas y motrices que posibilitan la ejecución eficiente del movimiento y comprenden la fuerza, la resistencia, la velocidad, la flexibilidad y las capacidades coordinativas. En el contexto del deporte adaptado, estas capacidades deben desarrollarse mediante programas individualizados que consideren el tipo de discapacidad, la clasificación funcional, la condición clínica y los objetivos competitivos del deportista. La planificación del entrenamiento debe integrar principios científicos relacionados con la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la medicina deportiva y la neurociencia del movimiento, garantizando procesos seguros y progresivos de adaptación. Diversas investigaciones han demostrado que un entrenamiento estructurado mejora significativamente el rendimiento funcional, disminuye el riesgo de lesiones y favorece la participación deportiva en atletas paralímpicos de diferentes disciplinas (Bompa & Buzzichelli, 2019; Vanlandewijck & Thompson, 2016).

Las capacidades físicas se sustentan en procesos fisiológicos que permiten al organismo responder y adaptarse a los estímulos del entrenamiento. Estos procesos incluyen adaptaciones cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, neuromusculares y endocrinas que mejoran progresivamente la eficiencia del movimiento. En los deportistas con discapacidad, dichas adaptaciones pueden presentar características particulares dependiendo del compromiso funcional existente. Por ejemplo, en personas con lesión medular pueden observarse limitaciones en la regulación cardiovascular y en la respuesta autonómica al ejercicio, mientras que en atletas amputados predominan modificaciones biomecánicas relacionadas con la distribución de cargas y el equilibrio corporal. Estas diferencias hacen indispensable que los programas de entrenamiento sean diseñados con base en evaluaciones fisiológicas específicas, evitando la aplicación

de modelos estandarizados desarrollados para deportistas sin discapacidad. El conocimiento de estas bases fisiológicas permite establecer cargas de entrenamiento adecuadas y optimizar el proceso de adaptación al esfuerzo físico (Kenney et al., 2021; Haff & Triplett, 2016).

El entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado se fundamenta en principios científicos universalmente aceptados, entre los cuales destacan la individualización, la especificidad, la progresión, la continuidad, la variabilidad, la recuperación y la reversibilidad. No obstante, la aplicación de estos principios requiere ajustes metodológicos derivados de la diversidad funcional de los deportistas. La individualización adquiere un papel central porque cada atleta presenta características anatómicas, fisiológicas y funcionales diferentes, incluso cuando pertenece a la misma clasificación deportiva. La especificidad implica seleccionar ejercicios que reproduzcan las demandas reales de la modalidad deportiva y las capacidades residuales del atleta. La progresión de las cargas debe realizarse de manera gradual para evitar lesiones por sobreuso y favorecer adaptaciones sostenibles. Además, la recuperación cobra especial relevancia debido a que algunas discapacidades pueden prolongar los tiempos necesarios para restablecer el equilibrio fisiológico después del esfuerzo. La correcta aplicación de estos principios constituye la base de una preparación física eficaz y segura (Behm, 2018; Bompa & Buzzichelli, 2019).

El diseño de programas de entrenamiento requiere una evaluación inicial exhaustiva que permita conocer el estado funcional del deportista y establecer objetivos realistas de intervención. La valoración incluye pruebas de fuerza, resistencia cardiorrespiratoria, velocidad, flexibilidad, coordinación, equilibrio, composición corporal y análisis biomecánico del movimiento. Adicionalmente, se consideran variables clínicas como la clasificación funcional, antecedentes médicos, nivel de independencia, presencia de dolor, espasticidad, uso de prótesis u órtesis y condiciones asociadas a la discapacidad.

Esta información constituye el punto de partida para planificar cargas individualizadas y establecer indicadores que permitan monitorear la evolución del

rendimiento durante toda la temporada. En el deporte paralímpico moderno, la evaluación también incorpora tecnologías avanzadas como plataformas de fuerza, sistemas de captura de movimiento, electromiografía de superficie y análisis cinemático tridimensional, herramientas que incrementan la precisión del proceso de entrenamiento y facilitan la toma de decisiones basada en evidencia científica (McGuigan, 2017; Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

El entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado exige adaptaciones metodológicas que permitan responder a las necesidades particulares de cada deportista sin comprometer la seguridad ni la eficacia del proceso. Estas adaptaciones incluyen modificaciones en la selección de ejercicios, intensidad, volumen, frecuencia, densidad, tiempos de recuperación, materiales deportivos y condiciones ambientales. En atletas con discapacidad visual, por ejemplo, pueden utilizarse referencias auditivas y táctiles para facilitar la orientación espacial durante el entrenamiento. En personas con lesión medular se ajustan los tiempos de recuperación y el control de la temperatura corporal debido a alteraciones en la regulación autonómica.

En deportistas con amputaciones se consideran aspectos relacionados con la adaptación protésica y el equilibrio dinámico, mientras que en atletas con parálisis cerebral se priorizan ejercicios dirigidos al control motor y la coordinación neuromuscular. Estas adaptaciones metodológicas garantizan que el entrenamiento mantenga su eficacia fisiológica respetando las características individuales del deportista y favoreciendo el desarrollo óptimo de las capacidades físicas (Dehghansai et al., 2021; World Para Athletics, 2024).

La fuerza constituye una de las capacidades físicas más determinantes para el rendimiento en el deporte adaptado, debido a su influencia sobre la producción de movimiento, la estabilidad articular, la eficiencia biomecánica y la prevención de lesiones. Su desarrollo debe responder a las características funcionales del deportista y a las exigencias específicas de cada modalidad deportiva. En atletas usuarios de silla de ruedas, por ejemplo, el fortalecimiento del tren superior es prioritario, ya que participa en la propulsión, los cambios de dirección, las

aceleraciones y la ejecución de habilidades técnicas. En deportistas amputados, el entrenamiento de la fuerza se orienta tanto al fortalecimiento del miembro residual como al desarrollo de la musculatura compensatoria responsable del equilibrio y la estabilidad postural. Los métodos de entrenamiento incluyen ejercicios con pesos libres, máquinas adaptadas, bandas elásticas, poleas, entrenamiento funcional y trabajo isométrico, siempre bajo una progresión controlada de la carga. La evidencia científica demuestra que el entrenamiento sistemático de la fuerza mejora la potencia muscular, incrementa la independencia funcional y favorece el desempeño competitivo sin aumentar el riesgo de lesión cuando se respetan los principios de individualización y progresión (Haff & Triplett, 2016; Behm, 2018).

La resistencia cardiorrespiratoria representa la capacidad del organismo para sostener esfuerzos prolongados mediante el adecuado suministro y utilización de oxígeno durante el ejercicio. En el deporte adaptado, esta capacidad resulta esencial tanto para disciplinas de resistencia, como el paraciclismo y la maratón en silla de ruedas, como para deportes intermitentes de alta intensidad, entre ellos el baloncesto en silla de ruedas, el rugby en silla de ruedas y el fútbol para personas con parálisis cerebral. La planificación del entrenamiento aeróbico debe considerar las limitaciones fisiológicas derivadas de la discapacidad, especialmente en atletas con lesión medular, quienes pueden presentar menor frecuencia cardíaca máxima, alteraciones en la regulación de la presión arterial y reducción del retorno venoso.

Entre los métodos más utilizados se encuentran el entrenamiento continuo extensivo, el entrenamiento continuo intensivo y el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), adaptados a las características funcionales de cada deportista. El desarrollo adecuado de esta capacidad mejora el consumo máximo de oxígeno, incrementa la eficiencia cardiovascular y favorece una recuperación más rápida entre esfuerzos repetidos durante la competencia (Kenney et al., 2021; Vanlandewijck & Thompson, 2016).

La velocidad y la potencia son capacidades determinantes en numerosas disciplinas del deporte adaptado, especialmente en pruebas de atletismo, natación, tenis en silla de ruedas y deportes colectivos paralímpicos. La velocidad depende de la capacidad

del sistema neuromuscular para producir movimientos rápidos y coordinados, mientras que la potencia representa la combinación óptima entre fuerza y velocidad. El entrenamiento de estas capacidades incluye ejercicios de aceleración, cambios de dirección, salidas explosivas, lanzamientos, pliometría adaptada y trabajo con resistencias ligeras que permitan mantener altas velocidades de ejecución. En deportistas con amputaciones, el desarrollo de la potencia requiere especial atención a la estabilidad durante el apoyo protésico, mientras que en usuarios de silla de ruedas se enfatiza la aceleración inicial y la eficiencia de la propulsión. Asimismo, el entrenamiento neuromuscular orientado a mejorar la velocidad de activación muscular y la coordinación intermuscular favorece un incremento significativo del rendimiento competitivo. La adecuada integración de ejercicios explosivos dentro de la planificación contribuye al desarrollo de respuestas rápidas y eficientes frente a las demandas específicas de cada disciplina deportiva (Cormie et al., 2011; Haff & Triplett, 2016).

La flexibilidad constituye una capacidad física esencial para mantener una adecuada amplitud de movimiento, favorecer la eficiencia técnica y disminuir el riesgo de lesiones durante la práctica deportiva. En el deporte adaptado, su entrenamiento adquiere particular importancia debido a que muchas discapacidades generan alteraciones musculares, rigidez articular, espasticidad o desequilibrios posturales que limitan la movilidad funcional. Los programas de flexibilidad incluyen estiramientos estáticos, dinámicos, facilitación neuromuscular propioceptiva, ejercicios de movilidad articular y técnicas miofasciales adaptadas a las características individuales del atleta.

En personas con parálisis cerebral, por ejemplo, el trabajo sistemático de movilidad contribuye a reducir la espasticidad y mejorar el control motor, mientras que en usuarios de silla de ruedas ayuda a preservar la movilidad de hombros, columna vertebral y miembros superiores, estructuras sometidas a elevadas cargas mecánicas durante la propulsión. La integración de ejercicios de movilidad dentro del calentamiento y la recuperación facilita una mejor ejecución técnica y favorece la conservación de la funcionalidad a largo plazo (Behm, 2018; ACSM, 2022).

Las capacidades coordinativas representan el conjunto de habilidades que permiten organizar y controlar los movimientos de manera eficiente, precisa y adaptable frente a diferentes situaciones deportivas. Incluyen el equilibrio, la orientación espacial, el ritmo, la reacción, la diferenciación cinestésica, la sincronización y la capacidad de adaptación motriz. En el deporte adaptado, el entrenamiento coordinativo constituye un componente indispensable para compensar limitaciones funcionales y optimizar la ejecución técnica. Los ejercicios suelen incorporar tareas de equilibrio dinámico, coordinación óculo-manual, control postural, ejercicios propioceptivos, trabajo sobre superficies inestables y simulaciones específicas de la competencia.

En atletas con discapacidad visual se fortalecen especialmente las referencias auditivas y propioceptivas, mientras que en deportistas con afectaciones neurológicas se desarrollan programas orientados al reaprendizaje motor y al fortalecimiento de los patrones de movimiento funcional. El entrenamiento continuo de estas capacidades mejora la economía del movimiento, incrementa la precisión técnica y facilita respuestas motrices más eficientes durante la competición, contribuyendo significativamente al rendimiento deportivo y a la autonomía funcional del atleta (Schmidt & Lee, 2019; Dehghansai et al., 2021).

La periodización del entrenamiento constituye una estrategia metodológica indispensable para organizar el desarrollo progresivo de las capacidades físicas durante una temporada deportiva. En el deporte adaptado, este proceso adquiere una complejidad adicional debido a la necesidad de ajustar continuamente las cargas de entrenamiento según la evolución funcional, las condiciones clínicas y las respuestas fisiológicas individuales del deportista. La planificación se estructura habitualmente en macrociclos, mesociclos y microciclos, permitiendo distribuir de forma racional el trabajo de fuerza, resistencia, velocidad, flexibilidad y coordinación.

Durante la fase preparatoria se prioriza el desarrollo de capacidades generales, mientras que en la etapa competitiva predominan ejercicios altamente específicos orientados al mantenimiento y optimización del rendimiento. Finalmente, la fase de

transición facilita la recuperación física y psicológica antes del inicio de un nuevo ciclo de entrenamiento. La aplicación adecuada de modelos de periodización lineal, ondulante o por bloques favorece adaptaciones fisiológicas sostenibles y reduce el riesgo de fatiga acumulada, aspecto especialmente importante en deportistas con discapacidad debido a sus características funcionales particulares (Bompa & Buzzichelli, 2019; Issurin, 2016).

El seguimiento sistemático del entrenamiento representa una herramienta fundamental para verificar la eficacia de los programas destinados al desarrollo de las capacidades físicas. En el deporte adaptado, el monitoreo combina indicadores objetivos y subjetivos que permiten evaluar la respuesta individual frente a las cargas aplicadas. Entre las variables fisiológicas más utilizadas se encuentran la frecuencia cardíaca, el consumo máximo de oxígeno, la variabilidad de la frecuencia cardíaca, la concentración de lactato, la potencia mecánica y el análisis de la fuerza muscular.

Paralelamente, se emplean escalas de percepción subjetiva del esfuerzo, cuestionarios de bienestar, registros de calidad del sueño y evaluaciones del estado psicológico. El análisis conjunto de estos indicadores facilita la detección temprana de signos de sobreentrenamiento, fatiga excesiva o disminución del rendimiento, permitiendo realizar ajustes inmediatos en la planificación. Este enfoque basado en datos contribuye a optimizar las adaptaciones fisiológicas y garantiza que el desarrollo de las capacidades físicas se realice de manera segura, eficiente y sostenible a lo largo de la temporada deportiva (Halsen, 2014; McGuigan, 2017).

La prevención de lesiones constituye un componente esencial del entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado, debido a que las limitaciones funcionales, los patrones compensatorios de movimiento y las altas demandas mecánicas pueden incrementar la vulnerabilidad del deportista. Los programas preventivos incluyen ejercicios de fortalecimiento muscular, estabilidad articular, control neuromuscular, equilibrio, movilidad funcional y corrección de desequilibrios biomecánicos. En usuarios de silla de ruedas, las lesiones por sobreuso del hombro representan una de las principales causas de disminución del

rendimiento, mientras que en deportistas amputados pueden presentarse alteraciones relacionadas con el uso prolongado de prótesis y la distribución asimétrica de las cargas. Por lo tanto, los atletas con parálisis cerebral requieren estrategias dirigidas a controlar la espasticidad y mejorar la coordinación motora para reducir el riesgo de caídas y lesiones musculares. La incorporación de ejercicios preventivos dentro de cada sesión de entrenamiento fortalece la resiliencia del sistema musculoesquelético y favorece una mayor continuidad en la preparación deportiva (Vanlandewijck & Thompson, 2016; Behm, 2018).

El desarrollo sistemático de las capacidades físicas ejerce una influencia directa sobre el rendimiento deportivo al mejorar la eficiencia de los procesos fisiológicos, biomecánicos y neuromotores involucrados en la ejecución del gesto técnico. El incremento de la fuerza favorece una mayor producción de potencia y estabilidad, la resistencia permite sostener altos niveles de rendimiento durante períodos prolongados, la velocidad mejora la capacidad de respuesta frente a las exigencias competitivas, mientras que la flexibilidad y la coordinación optimizan la calidad del movimiento y disminuyen el gasto energético.

En el deporte adaptado, estas mejoras adquieren una relevancia aún mayor porque permiten compensar limitaciones funcionales y maximizar el aprovechamiento de las capacidades residuales del atleta. Numerosos estudios desarrollados en disciplinas paralímpicas han demostrado que los programas de entrenamiento correctamente estructurados producen incrementos significativos en el rendimiento competitivo, favoreciendo mejores resultados deportivos y una mayor autonomía funcional durante las actividades de la vida diaria (Dehghansai et al., 2021; Kenney et al., 2021).

El entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado requiere la participación coordinada de un equipo multidisciplinario capaz de integrar conocimientos provenientes de diferentes áreas de las ciencias del deporte y de la salud. El entrenador planifica y supervisa el proceso de preparación física, mientras que el médico del deporte controla el estado clínico y la seguridad del atleta. El fisioterapeuta interviene en la prevención y recuperación de lesiones, el

nutricionista optimiza el soporte energético y los procesos de recuperación, el psicólogo deportivo fortalece la motivación y el manejo del estrés competitivo, y el biomecánico analiza la eficiencia del movimiento para proponer ajustes técnicos que incrementen el rendimiento.

En paralelo, los clasificadores funcionales garantizan que las características del deportista sean correctamente consideradas dentro del proceso competitivo. La interacción permanente entre estos profesionales permite desarrollar programas altamente individualizados, sustentados en evidencia científica y orientados tanto al máximo rendimiento como a la preservación de la salud del deportista. Este enfoque interdisciplinario constituye uno de los principales factores asociados al éxito de los programas modernos de entrenamiento en el ámbito del deporte paralímpico (International Paralympic Committee, 2023; World Para Athletics, 2024).

La evolución tecnológica ha revolucionado el entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado al proporcionar herramientas que permiten evaluar, monitorear y optimizar el rendimiento con altos niveles de precisión. Actualmente, el uso de sistemas de captura tridimensional del movimiento, plataformas de fuerza, sensores inerciales, dispositivos portátiles para el monitoreo fisiológico, electromiografía de superficie, dinamometría isocinética y software de análisis biomecánico facilita la identificación de patrones de movimiento, desequilibrios musculares y respuestas fisiológicas al entrenamiento.

En disciplinas como el atletismo paralímpico, el ciclismo adaptado y el baloncesto en silla de ruedas, estas tecnologías permiten cuantificar variables relacionadas con la potencia, la velocidad, la eficiencia técnica y la carga de trabajo, favoreciendo la toma de decisiones basada en evidencia científica. Además, la incorporación de inteligencia artificial y análisis predictivo permite anticipar posibles estados de fatiga, ajustar las cargas de entrenamiento y reducir el riesgo de lesiones. Estas innovaciones fortalecen la individualización del proceso de entrenamiento y representan una de las principales tendencias en el desarrollo del deporte adaptado contemporáneo (McGuigan, 2017; Dehghansai et al., 2021).

El entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado enfrenta diversos desafíos derivados de la heterogeneidad funcional de los atletas y de las particularidades fisiológicas asociadas a cada tipo de discapacidad. La gran variabilidad existente entre deportistas dificulta la elaboración de protocolos universales de entrenamiento, haciendo imprescindible la individualización permanente de las cargas y los métodos de preparación. Adicionalmente, en numerosos países persisten limitaciones relacionadas con el acceso a infraestructura especializada, equipamiento adaptado, tecnología de evaluación y personal altamente capacitado. Otro desafío importante corresponde a la escasez de investigaciones específicas en determinadas modalidades paralímpicas, situación que obliga a extrapolar parcialmente conocimientos provenientes del deporte convencional.

También, factores como la aparición de dolor, alteraciones de la termorregulación, espasticidad, fatiga neuromuscular y enfermedades asociadas pueden modificar significativamente la respuesta al entrenamiento. Afrontar estos desafíos requiere fortalecer la investigación interdisciplinaria, promover programas de formación especializada para entrenadores y consolidar políticas públicas que favorezcan el desarrollo integral del deporte adaptado (Vanlandewijck & Thompson, 2016; International Paralympic Committee, 2023).

Las tendencias actuales indican que el entrenamiento de las capacidades físicas evolucionará hacia modelos altamente personalizados sustentados en la integración de ciencias del deporte, medicina de precisión y tecnologías inteligentes. La utilización de algoritmos de inteligencia artificial permitirá analizar simultáneamente variables fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y ambientales para diseñar programas adaptativos capaces de modificarse automáticamente según la respuesta del deportista. Del mismo modo, el desarrollo de dispositivos portátiles con monitoreo continuo facilitará el seguimiento de indicadores como frecuencia cardíaca, temperatura corporal, patrones de sueño, carga mecánica y niveles de fatiga en tiempo real. Paralelamente, la realidad virtual, la realidad aumentada y los simuladores deportivos abrirán nuevas posibilidades para el entrenamiento técnico, coordinativo y perceptivo en entornos controlados. Estas innovaciones no solo

incrementarán la eficiencia del entrenamiento, sino que también favorecerán una mayor inclusión deportiva al facilitar el acceso a programas individualizados y científicamente fundamentados para personas con diferentes tipos de discapacidad (World Para Athletics, 2024; Dehghansai et al., 2021).

Además de mejorar el rendimiento competitivo, el entrenamiento sistemático de las capacidades físicas genera importantes beneficios sobre la salud física, psicológica y social de las personas con discapacidad. La práctica regular de ejercicio incrementa la capacidad cardiorrespiratoria, fortalece la musculatura, mejora el equilibrio, favorece el control del peso corporal y disminuye el riesgo de enfermedades cardiovasculares y metabólicas. Desde el punto de vista psicológico, el entrenamiento fortalece la autoestima, la percepción de autoeficacia, la motivación y la resiliencia frente a las dificultades propias de la competencia y de la vida cotidiana. Asimismo, la participación deportiva promueve la inclusión social, facilita la interacción comunitaria y contribuye a transformar las percepciones sociales sobre la discapacidad al destacar las capacidades y logros de los atletas. En este sentido, el entrenamiento de las capacidades físicas trasciende el ámbito estrictamente deportivo y se convierte en una herramienta de desarrollo humano, participación social y construcción de sociedades más inclusivas y equitativas (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; International Paralympic Committee, 2023).

El entrenamiento de las capacidades físicas en el deporte adaptado constituye un proceso científico, multidisciplinario e individualizado que integra conocimientos de la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la medicina deportiva, la psicología y las ciencias del entrenamiento para optimizar el rendimiento y preservar la salud del deportista. El desarrollo planificado de la fuerza, la resistencia, la velocidad, la flexibilidad y las capacidades coordinativas permite maximizar las posibilidades funcionales de cada atleta, respetando las particularidades derivadas de su discapacidad y de su clasificación deportiva. La aplicación rigurosa de principios como la individualización, la progresión, la especificidad y el monitoreo continuo favorece adaptaciones fisiológicas sostenibles y contribuye a disminuir la incidencia de lesiones.

Igualmente, el trabajo coordinado de equipos multidisciplinarios y la incorporación de tecnologías avanzadas están transformando la forma en que se diseñan y ejecutan los programas de entrenamiento en el deporte paralímpico. Finalmente, el fortalecimiento de la investigación científica y la implementación de estrategias de entrenamiento basadas en evidencia permitirán seguir elevando los niveles de rendimiento, inclusión y calidad de vida de los deportistas adaptados.

Capítulo 9. Preparación técnica y táctica

La preparación técnica y táctica constituye uno de los pilares fundamentales del entrenamiento deportivo adaptado, debido a que permite optimizar el rendimiento competitivo considerando las características funcionales, biomecánicas y cognitivas de cada deportista. A diferencia del deporte convencional, el deporte adaptado requiere procesos de enseñanza-aprendizaje altamente individualizados, donde la discapacidad no representa una limitación absoluta, sino una condición que exige ajustes metodológicos para favorecer el desarrollo del potencial deportivo. En este contexto, la preparación técnica comprende la adquisición, perfeccionamiento y automatización de los gestos específicos de cada disciplina, mientras que la preparación táctica implica la capacidad para interpretar situaciones competitivas, tomar decisiones acertadas y resolver problemas durante el juego o la competencia. Diversos estudios destacan que la integración equilibrada entre técnica y táctica favorece el rendimiento deportivo, la eficiencia motriz y la autonomía competitiva del atleta adaptado (Bompa & Buzzichelli, 2019; Dehghansai et al., 2021).

La preparación técnica en el deporte adaptado adquiere especial relevancia porque cada gesto deportivo debe ajustarse a las capacidades residuales, al tipo de discapacidad y a las ayudas técnicas utilizadas por el deportista. La correcta ejecución técnica permite mejorar la economía del movimiento, disminuir el gasto energético, reducir el riesgo de lesiones y aumentar la eficacia competitiva. En deportes paralímpicos como el atletismo, la natación, el baloncesto en silla de ruedas o el tenis en silla de ruedas, las modificaciones técnicas responden a las características biomecánicas particulares de cada atleta, manteniendo siempre los principios fundamentales del movimiento deportivo. La evidencia científica demuestra que la repetición deliberada, acompañada de retroalimentación inmediata y análisis biomecánico, favorece la consolidación de patrones motores más eficientes y estables (Magill & Anderson, 2021; Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

El aprendizaje técnico en el deporte adaptado se sustenta en los principios de la plasticidad neuronal, entendida como la capacidad del sistema nervioso para reorganizar sus conexiones en respuesta al entrenamiento sistemático. La práctica repetitiva, estructurada y orientada hacia objetivos específicos estimula la formación de nuevas redes neuronales responsables del control motor, la coordinación y la precisión del movimiento. En deportistas con discapacidad física, visual o neurológica, los mecanismos compensatorios del sistema nervioso permiten reorganizar funciones motoras mediante procesos adaptativos que fortalecen la ejecución técnica. La literatura científica señala que la combinación entre práctica física, entrenamiento mental, observación motora y retroalimentación multisensorial acelera significativamente la adquisición de habilidades técnicas especializadas, favoreciendo además la memoria motriz y la automatización de los movimientos (Schmidt et al., 2019; Shumway-Cook & Woollacott, 2017).

Uno de los aspectos más importantes del entrenamiento técnico en el deporte adaptado consiste en adaptar las metodologías de enseñanza a las necesidades individuales del deportista. El entrenador debe considerar variables como la clasificación funcional, el nivel de experiencia, la condición física, las capacidades perceptivas y las limitaciones motoras antes de diseñar cualquier sesión de entrenamiento. En este sentido, las estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje por descubrimiento, la resolución de problemas, el modelado motor y la práctica variable han demostrado generar mayores niveles de transferencia hacia situaciones reales de competencia. Además, el uso de tecnologías como el análisis de video, sensores inerciales, plataformas de fuerza y sistemas de captura de movimiento permite identificar errores técnicos con alta precisión y establecer procesos de corrección individualizados. Estas metodologías incrementan la calidad del aprendizaje y optimizan el rendimiento deportivo a largo plazo (International Paralympic Committee, 2023; Baker et al., 2020).

La preparación táctica representa el proceso mediante el cual el deportista desarrolla la capacidad para analizar el entorno competitivo, anticipar acciones del adversario y seleccionar respuestas eficientes durante la competencia. En el deporte adaptado, la táctica adquiere una dimensión aún más compleja debido a las diferencias

funcionales entre los participantes, las características reglamentarias específicas y la interacción entre las capacidades individuales y colectivas. La inteligencia táctica depende no solamente del conocimiento del reglamento, sino también de procesos cognitivos superiores como la percepción, la atención selectiva, la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento y la toma de decisiones bajo presión. Las investigaciones recientes indican que los atletas paralímpicos de alto rendimiento presentan elevados niveles de pensamiento estratégico, capacidad anticipatoria y adaptación contextual, aspectos que pueden desarrollarse mediante entrenamientos basados en escenarios reales, juegos reducidos, simulaciones competitivas y análisis sistemático del rendimiento (Araújo et al., 2019; Greco et al., 2022).

La toma de decisiones constituye uno de los procesos cognitivos más determinantes dentro de la preparación táctica del deportista adaptado, ya que implica seleccionar la respuesta motriz más eficaz en función de las condiciones cambiantes del entorno competitivo. Este proceso integra la percepción del contexto, la interpretación de la información relevante, la anticipación de las acciones del oponente y la ejecución de la respuesta técnica apropiada en un tiempo limitado. En disciplinas como el baloncesto en silla de ruedas, el rugby en silla de ruedas, el fútbol para personas con parálisis cerebral o el goalball, las decisiones tácticas deben considerar simultáneamente las capacidades funcionales propias, las limitaciones de los adversarios, la posición de los compañeros y las características reglamentarias específicas de cada modalidad. Desde la perspectiva ecológica del aprendizaje motor, la toma de decisiones emerge de la interacción continua entre el deportista y el ambiente, donde las oportunidades de acción (affordances) son percibidas y aprovechadas según las capacidades individuales. Por ello, el entrenamiento debe diseñarse con tareas abiertas, variables y representativas de la competencia para fortalecer la adaptación táctica y la rapidez en la resolución de problemas (Araújo et al., 2019; Davids et al., 2015).

La preparación técnica y la preparación táctica no deben desarrollarse como componentes independientes, sino como procesos complementarios que interactúan constantemente durante el entrenamiento y la competencia. La ejecución técnica adquiere verdadero valor cuando responde eficazmente a una necesidad táctica,

mientras que las decisiones tácticas solo pueden materializarse mediante habilidades técnicas suficientemente automatizadas. En el deporte adaptado, esta integración resulta especialmente relevante debido a que las adaptaciones funcionales obligan al deportista a modificar continuamente sus patrones de movimiento para responder a diferentes situaciones competitivas. Los modelos contemporáneos de entrenamiento proponen tareas integradas donde el aprendizaje técnico ocurre dentro de contextos tácticos reales, favoreciendo una transferencia más efectiva hacia la competición. Además, este enfoque promueve simultáneamente el desarrollo de capacidades perceptivas, cognitivas y motrices, optimizando la eficiencia del proceso de entrenamiento y mejorando el rendimiento global del atleta (Bompa & Buzzichelli, 2019; Greco et al., 2022).

El rendimiento técnico-táctico depende en gran medida del adecuado funcionamiento de los procesos perceptivos y cognitivos que permiten interpretar rápidamente la información proveniente del entorno. La percepción visual, auditiva y propioceptiva facilita la identificación de estímulos relevantes durante la competencia, mientras que funciones ejecutivas como la atención selectiva, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio favorecen respuestas adaptativas frente a escenarios complejos. En deportistas con discapacidad visual, por ejemplo, la percepción auditiva y háptica adquiere una importancia predominante para la orientación espacial y la toma de decisiones, mientras que en atletas con discapacidad física se fortalecen estrategias compensatorias relacionadas con la percepción corporal y el control postural. El entrenamiento perceptivo-cognitivo incorpora simulaciones, ejercicios de anticipación, tareas duales, videojuegos especializados y realidad virtual para incrementar la velocidad de procesamiento de la información y mejorar la precisión de las decisiones tácticas bajo condiciones de presión competitiva (Vestberg et al., 2017; Mann et al., 2019).

El desarrollo tecnológico ha transformado significativamente la preparación técnica y táctica en el deporte adaptado mediante herramientas que permiten evaluar, analizar y optimizar el rendimiento con elevados niveles de precisión. Los sistemas de captura tridimensional del movimiento, plataformas dinamométricas, sensores

inerciales, dispositivos GPS adaptados, cámaras de alta velocidad y programas de análisis biomecánico proporcionan información detallada sobre la calidad de la ejecución técnica y el comportamiento táctico durante entrenamientos y competencias. Asimismo, la inteligencia artificial y el análisis automatizado de datos facilitan la identificación de patrones de movimiento, fortalezas individuales y oportunidades de mejora, permitiendo diseñar programas de entrenamiento altamente personalizados. La utilización de tecnologías inmersivas, como la realidad virtual y la realidad aumentada, también favorece el entrenamiento de situaciones tácticas complejas sin incrementar el riesgo físico para el deportista, promoviendo aprendizajes seguros y altamente transferibles hacia la competencia real (International Paralympic Committee, 2023; Baker et al., 2020).

Los modelos actuales de planificación del entrenamiento en el deporte adaptado promueven una organización sistemática de la preparación técnica y táctica basada en principios científicos de individualización, especificidad, progresión y evaluación continua. En lugar de separar las capacidades físicas, técnicas y tácticas, las tendencias contemporáneas integran todos estos componentes dentro de sesiones de entrenamiento contextualizadas que reproducen las demandas reales de la competición. La periodización táctica, el enfoque basado en restricciones (*constraints-led approach*) y el aprendizaje ecológico representan modelos ampliamente respaldados por la literatura científica para desarrollar deportistas capaces de adaptarse a escenarios cambiantes y resolver problemas de manera eficiente. En el deporte adaptado, estos modelos adquieren especial relevancia porque permiten ajustar permanentemente las tareas de entrenamiento a las características funcionales del atleta, garantizando una evolución progresiva del rendimiento y favoreciendo el desarrollo integral de competencias técnicas, tácticas, cognitivas y psicológicas. La evaluación permanente mediante indicadores objetivos y observaciones sistemáticas facilita la retroalimentación continua y el perfeccionamiento de los programas de entrenamiento (Davids et al., 2015; Dehghansai et al., 2021).

La evaluación del rendimiento técnico y táctico constituye un proceso continuo que permite verificar la eficacia de los programas de entrenamiento y orientar la toma de decisiones para optimizar el desempeño del deportista adaptado. Este proceso debe fundamentarse en indicadores objetivos y subjetivos que contemplen la calidad de la ejecución técnica, la eficiencia de las decisiones tácticas, la velocidad de respuesta, la precisión de las acciones, la capacidad de adaptación y la consistencia del rendimiento durante la competencia. En el deporte adaptado, la evaluación también debe considerar las características funcionales del atleta, el uso de ayudas técnicas y las exigencias particulares de cada clasificación deportiva. Herramientas como el análisis notacional, la videografía digital, los sistemas de seguimiento del movimiento, las plataformas de análisis biomecánico y las escalas observacionales permiten obtener información detallada para diseñar estrategias de mejora individualizadas. La retroalimentación basada en evidencia favorece el aprendizaje autorregulado, fortalece la comprensión táctica y facilita la corrección de errores técnicos mediante procesos sistemáticos de entrenamiento (Baker et al., 2020; Magill & Anderson, 2021).

La evolución del deporte adaptado ha impulsado la incorporación de innovaciones tecnológicas y metodológicas que transforman la preparación técnica y táctica de los atletas. Entre las principales tendencias destacan la utilización de inteligencia artificial para el análisis automatizado del rendimiento, el aprendizaje automático para identificar patrones de movimiento, la realidad virtual y aumentada para recrear escenarios competitivos, los dispositivos portátiles (*wearables*) para el monitoreo fisiológico y biomecánico en tiempo real, y las plataformas digitales para el seguimiento individualizado del entrenamiento. Estas herramientas permiten desarrollar programas más precisos, personalizados y basados en datos, favoreciendo la toma de decisiones del entrenador y del equipo interdisciplinario. Paralelamente, enfoques como el aprendizaje ecológico, la periodización táctica y el entrenamiento basado en restricciones continúan consolidándose como modelos eficaces para promover la adaptación funcional y el desarrollo integral del deportista. La integración de estas innovaciones fortalece la capacidad competitiva y amplía las posibilidades de inclusión y excelencia en el deporte adaptado (Davids et al., 2015; Dehghansai et al., 2021).

El éxito de la preparación técnica y táctica en el deporte adaptado depende en gran medida del trabajo coordinado de un equipo interdisciplinario integrado por entrenadores, preparadores físicos, fisioterapeutas, médicos del deporte, psicólogos, biomecánicos, nutricionistas, terapeutas ocupacionales e ingenieros especializados en tecnología aplicada al deporte. Cada profesional aporta conocimientos específicos que enriquecen el proceso de entrenamiento y favorecen una atención integral del atleta. La comunicación permanente entre los miembros del equipo permite diseñar intervenciones coherentes, prevenir lesiones, optimizar la recuperación funcional y garantizar que los objetivos técnicos y tácticos se desarrollen de manera articulada con las demás dimensiones del rendimiento deportivo. Asimismo, la participación activa del deportista en la planificación y evaluación del entrenamiento fortalece la autonomía, el compromiso y la autorregulación, aspectos fundamentales para alcanzar un desempeño sostenible y competitivo en el alto rendimiento (Côté & Gilbert, 2009; International Paralympic Committee, 2023).

El crecimiento del deporte adaptado exige procesos de formación continua dirigidos a entrenadores y profesionales de las ciencias del deporte, con el propósito de actualizar conocimientos relacionados con la clasificación funcional, el aprendizaje motor, la biomecánica adaptada, la tecnología deportiva y las metodologías contemporáneas de enseñanza. La preparación de los entrenadores debe trascender el dominio de las habilidades técnicas tradicionales e incorporar competencias pedagógicas, investigativas y éticas que permitan responder a la diversidad funcional de los deportistas. Asimismo, las instituciones educativas y las organizaciones deportivas deben promover programas de capacitación basados en evidencia científica que fortalezcan la calidad de los procesos de entrenamiento y favorezcan la inclusión deportiva. El desarrollo de líneas de investigación orientadas al análisis del rendimiento técnico y táctico contribuirá a generar nuevos conocimientos que respalden la innovación metodológica y el perfeccionamiento del deporte adaptado en diferentes contextos competitivos (Bompa & Buzzichelli, 2019; Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

En conclusión, la preparación técnica y táctica constituye un componente esencial para el desarrollo del rendimiento deportivo en el deporte adaptado, ya que integra procesos motores, cognitivos, perceptivos, biomecánicos y estratégicos que permiten al atleta responder de manera eficiente a las exigencias de la competencia. Su planificación debe fundamentarse en principios científicos de individualización, especificidad, progresión y evaluación permanente, considerando las características funcionales, las necesidades particulares y el contexto competitivo de cada deportista. La evidencia demuestra que la integración entre técnica y táctica, el empleo de metodologías activas de aprendizaje, la incorporación de tecnologías avanzadas y el trabajo interdisciplinario favorecen un desarrollo más completo del rendimiento y contribuyen al éxito competitivo. Asimismo, la formación permanente de entrenadores y el fortalecimiento de la investigación aplicada representan elementos indispensables para consolidar prácticas de entrenamiento cada vez más eficaces e inclusivas. En este sentido, el deporte adaptado continúa evolucionando hacia modelos de preparación centrados en la evidencia científica, la innovación tecnológica y el reconocimiento del potencial deportivo de las personas con discapacidad, promoviendo no solo el alto rendimiento, sino también la participación, la equidad y la excelencia deportiva.

OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL DEPORTE ADAPTADO



OBJETIVOS
CLAROS



PLANIFICACIÓN
INDIVIDUALIZADA



MONITOREO Y
ANÁLISIS



APOYO
MULTIDISCIPLINARIO



INCLUSIÓN Y
MOTIVACIÓN

PARTE IV. OPTIMIZACIÓN DEL RENDIMIENTO EN EL DEPORTE ADAPTADO

Capítulo 10. Neurociencia aplicada al entrenamiento deportivo

La neurociencia aplicada al entrenamiento deportivo constituye un campo interdisciplinario que integra conocimientos provenientes de la neurobiología, la fisiología del ejercicio, la psicología deportiva y las ciencias del movimiento humano con el propósito de comprender cómo el sistema nervioso regula, adapta y optimiza el rendimiento físico y deportivo. Durante las últimas décadas, las investigaciones han demostrado que el éxito deportivo no depende únicamente de la fuerza muscular, la resistencia cardiovascular o la capacidad técnica, sino también del funcionamiento eficiente del cerebro, encargado de planificar, ejecutar y corregir los movimientos mediante complejas redes neuronales. Esta perspectiva ha permitido transformar los métodos tradicionales de entrenamiento hacia modelos más integrales que consideran la plasticidad cerebral, el aprendizaje motor y la toma de decisiones como componentes esenciales del rendimiento deportivo (Bear, Connors, & Paradiso, 2020; Kandel et al., 2021).

Desde el punto de vista neurobiológico, el rendimiento deportivo es el resultado de la interacción coordinada entre el sistema nervioso central y el sistema nervioso periférico. La corteza motora primaria inicia la ejecución voluntaria del movimiento, mientras que la corteza premotora y el área motora suplementaria participan en la planificación y organización de secuencias motoras complejas. Paralelamente, estructuras subcorticales como los ganglios basales regulan la automatización del movimiento, y el cerebelo ajusta continuamente la precisión, el equilibrio y la coordinación mediante mecanismos de retroalimentación sensorial. Estas funciones permiten que el deportista realice movimientos cada vez más eficientes a medida que avanza el entrenamiento, reduciendo el gasto energético y aumentando la precisión técnica (Purves et al., 2018; Kandel et al., 2021).

Uno de los mayores aportes de la neurociencia al deporte corresponde al estudio de la plasticidad cerebral, entendida como la capacidad del sistema nervioso para reorganizar su estructura y funcionamiento en respuesta a la experiencia. El entrenamiento repetitivo favorece la formación de nuevas conexiones sinápticas, fortalece circuitos neuronales previamente establecidos y promueve procesos de mielinización que incrementan la velocidad de conducción nerviosa. Estas adaptaciones explican por qué los atletas experimentados ejecutan movimientos complejos con mayor rapidez, precisión y menor esfuerzo cognitivo que los principiantes. Estudios de neuroimagen han evidenciado modificaciones funcionales y estructurales en regiones cerebrales relacionadas con el control motor, la atención y la memoria como consecuencia del entrenamiento sistemático (Kolb & Gibb, 2015; Dayan & Cohen, 2011).

El aprendizaje motor representa uno de los pilares fundamentales de la neurociencia aplicada al entrenamiento deportivo. Este proceso implica cambios relativamente permanentes en la capacidad para ejecutar una habilidad como resultado de la práctica y la experiencia. Inicialmente, el aprendizaje demanda una elevada participación de procesos conscientes y atención ejecutiva; sin embargo, con la repetición deliberada, las acciones se automatizan gracias a la consolidación de patrones neuronales estables. La memoria procedimental desempeña un papel determinante en esta transición, permitiendo que los deportistas respondan rápidamente ante situaciones cambiantes durante la competencia. La evidencia científica señala que la variabilidad de la práctica, la retroalimentación adecuada y el entrenamiento contextual favorecen una mayor retención y transferencia del aprendizaje motor (Schmidt & Lee, 2019; Magill & Anderson, 2017).

El funcionamiento cerebral durante el ejercicio depende en gran medida de la actividad de diversos neurotransmisores que regulan tanto el rendimiento físico como el estado emocional del deportista. La dopamina interviene en la motivación, la recompensa y el control motor, favoreciendo la persistencia ante esfuerzos prolongados. La serotonina participa en la regulación del estado de ánimo y de la

fatiga central, mientras que la noradrenalina incrementa el estado de alerta, la atención y la velocidad de procesamiento cognitivo. Asimismo, las endorfinas liberadas durante el ejercicio contribuyen a disminuir la percepción del dolor y generan sensaciones de bienestar que facilitan la continuidad del entrenamiento. El equilibrio entre estos sistemas neuroquímicos constituye un factor determinante para optimizar el rendimiento y prevenir fenómenos de sobreentrenamiento o agotamiento psicológico (Meeusen et al., 2013; Ratey & Hagerman, 2013).

Las funciones ejecutivas constituyen un conjunto de procesos cognitivos superiores que permiten planificar, organizar, inhibir respuestas inapropiadas, mantener la atención, actualizar la memoria de trabajo y tomar decisiones eficientes durante la práctica deportiva. En disciplinas caracterizadas por ambientes dinámicos e impredecibles, como el fútbol, el baloncesto, el tenis o el deporte adaptado, la rapidez con la que el cerebro procesa la información resulta tan importante como la condición física del atleta. La corteza prefrontal dorsolateral desempeña un papel esencial en la integración de estímulos sensoriales y en la selección de respuestas motoras adecuadas, mientras que la corteza orbitofrontal participa en la evaluación del riesgo y la recompensa durante la competencia. La evidencia demuestra que los deportistas expertos presentan una mayor eficiencia neuronal y requieren menor activación cortical para resolver situaciones tácticas complejas, reflejando un proceso de automatización derivado de años de entrenamiento deliberado. En consecuencia, los programas contemporáneos de entrenamiento incorporan ejercicios de percepción, atención dividida y resolución de problemas para fortalecer estas capacidades cognitivas, favoreciendo una respuesta más rápida y precisa frente a las exigencias competitivas (Diamond, 2013; Vestberg et al., 2017).

La atención constituye uno de los procesos neurocognitivos más determinantes del rendimiento deportivo, ya que permite seleccionar los estímulos relevantes e inhibir aquellos que pueden interferir con la ejecución técnica o táctica. Desde la neurociencia se reconoce que la atención depende de la interacción entre redes frontoparietales y sistemas subcorticales encargados de mantener el estado de alerta y la vigilancia sostenida. Los deportistas de alto rendimiento desarrollan la

capacidad de cambiar rápidamente entre diferentes focos atencionales según las demandas de la competencia, alternando entre una atención amplia para analizar el entorno y una atención estrecha para ejecutar acciones específicas con elevada precisión. Diversas investigaciones han demostrado que el entrenamiento cognitivo, la meditación mindfulness y las técnicas de control respiratorio fortalecen la conectividad funcional entre la corteza prefrontal y otras áreas cerebrales implicadas en la autorregulación, reduciendo los errores asociados con la distracción y la ansiedad competitiva. Estas adaptaciones favorecen una mayor estabilidad emocional y un procesamiento más eficiente de la información durante situaciones de alta presión (Posner & Rothbart, 2007; Tang, Hölzel, & Posner, 2015).

La coordinación motora representa una de las manifestaciones más complejas de la actividad cerebral, ya que requiere la integración simultánea de información visual, vestibular, propioceptiva y táctil para producir movimientos precisos y eficientes. El cerebelo desempeña un papel fundamental en este proceso al comparar continuamente el movimiento planificado con el movimiento ejecutado, corrigiendo errores en tiempo real mediante mecanismos de retroalimentación sensorial. Por su parte, los ganglios basales participan en la selección de programas motores apropiados y en la automatización progresiva de habilidades técnicas adquiridas durante el entrenamiento. Gracias a la neuroplasticidad, la repetición sistemática de patrones motores genera circuitos neuronales cada vez más eficientes, disminuyendo el tiempo de reacción y aumentando la precisión biomecánica. En consecuencia, el entrenamiento neuromotor incorpora ejercicios de equilibrio dinámico, coordinación intermuscular, estabilidad del tronco y control postural que potencian el rendimiento deportivo y reducen significativamente el riesgo de lesiones musculoesqueléticas (Shumway-Cook & Woollacott, 2017; Latash, 2020).

Tradicionalmente, la fatiga deportiva se asociaba únicamente con factores musculares y metabólicos; sin embargo, la neurociencia ha demostrado que el sistema nervioso central desempeña un papel decisivo en la regulación del esfuerzo

físico. La teoría de la fatiga central propone que el cerebro ajusta continuamente el reclutamiento de unidades motoras para proteger la integridad fisiológica del organismo, limitando voluntariamente la intensidad del ejercicio cuando percibe un riesgo potencial para la homeostasis. Durante esfuerzos prolongados se producen modificaciones en la actividad de neurotransmisores como la serotonina, la dopamina y la noradrenalina, las cuales influyen sobre la percepción subjetiva del esfuerzo, la motivación y la capacidad para mantener el rendimiento. Además, factores psicológicos como el estrés, la ansiedad, la falta de sueño o la sobrecarga emocional pueden alterar significativamente la función cortical y acelerar la aparición de la fatiga central. Comprender estos mecanismos permite diseñar estrategias de recuperación física y mental que optimicen el rendimiento y prevengan el síndrome de sobreentrenamiento (Meeusen et al., 2013; Noakes, 2012).

La consolidación de habilidades deportivas depende de múltiples sistemas de memoria que interactúan durante el proceso de entrenamiento. La memoria procedimental permite almacenar patrones motores complejos que posteriormente pueden ejecutarse de forma automática, mientras que la memoria de trabajo facilita el procesamiento temporal de información táctica durante la competencia. La consolidación neuronal ocurre principalmente después de la práctica y continúa durante los períodos de descanso y sueño, cuando el cerebro reorganiza las conexiones sinápticas fortalecidas durante el entrenamiento. Diversos estudios han demostrado que el sueño profundo favorece la estabilización de las habilidades motoras recientemente aprendidas, incrementando la precisión y reduciendo el tiempo necesario para alcanzar niveles superiores de rendimiento. Por esta razón, la neurociencia recomienda combinar prácticas distribuidas, recuperación adecuada, retroalimentación específica y variabilidad en los ejercicios para potenciar la retención a largo plazo y facilitar la transferencia del aprendizaje hacia escenarios reales de competencia (Walker & Stickgold, 2006; Schmidt & Lee, 2019).

El desarrollo de técnicas de neuroimagen ha revolucionado la comprensión de los procesos cerebrales implicados en el rendimiento deportivo. Herramientas como la resonancia magnética funcional (fMRI), la electroencefalografía (EEG), la espectroscopia funcional del infrarrojo cercano (fNIRS) y la estimulación magnética transcraneal (TMS) permiten analizar la actividad cerebral antes, durante y después de la práctica deportiva. Estas tecnologías han demostrado que los atletas de alto rendimiento presentan patrones de activación cerebral más eficientes que los deportistas novatos, caracterizados por una menor activación cortical para ejecutar tareas motoras complejas debido a una mayor automatización y especialización neuronal. Asimismo, la neuroimagen ha permitido identificar procesos relacionados con la anticipación, la toma de decisiones, la atención selectiva y la regulación emocional durante situaciones de competencia. Estos hallazgos han impulsado el diseño de programas de entrenamiento individualizados, en los cuales el análisis neurofisiológico complementa las evaluaciones biomecánicas y fisiológicas tradicionales para optimizar el rendimiento deportivo (Debarnot et al., 2014; Park & Fairweather, 2019).

En los últimos años, el entrenamiento cerebral ha adquirido un papel relevante dentro de la preparación integral del deportista. Entre las estrategias más estudiadas se encuentra el neurofeedback, técnica que permite al atleta observar en tiempo real su actividad eléctrica cerebral mediante registros electroencefalográficos y aprender a modificar voluntariamente determinados patrones neuronales asociados con la concentración, el control emocional y el estado de alerta. Paralelamente, programas de entrenamiento cognitivo orientados al fortalecimiento de la memoria de trabajo, la velocidad de procesamiento, la atención sostenida y la flexibilidad cognitiva han mostrado efectos positivos sobre el rendimiento en deportes de alta exigencia perceptiva. Aunque los resultados aún presentan cierta variabilidad entre disciplinas, la evidencia científica sugiere que estas intervenciones pueden complementar el entrenamiento físico convencional, especialmente cuando se integran con tareas específicas del deporte y se adaptan a las características individuales del atleta. La combinación entre entrenamiento neuromotor y entrenamiento cognitivo representa una tendencia emergente dentro de las ciencias

aplicadas al deporte contemporáneo (Gruzelier, 2014; Appelbaum & Erickson, 2018).

Las emociones influyen significativamente en la calidad del rendimiento deportivo, ya que modulan procesos cognitivos como la atención, la memoria, la percepción del esfuerzo y la toma de decisiones. Desde la neurociencia se reconoce que la interacción entre la amígdala, el hipocampo, la corteza prefrontal y otras estructuras del sistema límbico determina la forma en que el deportista interpreta y responde a situaciones de presión competitiva. Cuando predomina una adecuada regulación emocional, el cerebro mantiene un equilibrio entre activación fisiológica y control cognitivo, facilitando respuestas adaptativas frente al estrés. Por el contrario, niveles elevados de ansiedad pueden alterar la coordinación motora, disminuir la precisión técnica e incrementar la probabilidad de cometer errores. En este contexto, estrategias como el mindfulness, la respiración diafragmática, la visualización motora y el entrenamiento psicológico fortalecen los mecanismos neuronales responsables del autocontrol y favorecen el desarrollo de la resiliencia, entendida como la capacidad para recuperarse rápidamente de los fracasos, mantener la motivación y afrontar eficazmente las demandas del alto rendimiento (Tang et al., 2015; Gross, 2015).

La recuperación constituye un componente esencial del entrenamiento deportivo y, desde la perspectiva neurocientífica, el sueño representa uno de los procesos biológicos más importantes para la restauración cerebral y la consolidación del aprendizaje motor. Durante las fases profundas del sueño se fortalecen las conexiones sinápticas generadas durante el entrenamiento, se reorganizan los circuitos neuronales y se consolidan las memorias procedimentales responsables de la ejecución automatizada de habilidades deportivas. Además, el sueño favorece la eliminación de metabolitos acumulados durante la actividad cerebral mediante el sistema glinfático, contribuyendo al mantenimiento de la homeostasis neuronal. La privación del sueño afecta negativamente la atención, el tiempo de reacción, la velocidad de procesamiento, la precisión motora y la regulación emocional, incrementando el riesgo de lesiones y disminuyendo el rendimiento competitivo.

Por ello, la higiene del sueño, la planificación adecuada de los períodos de descanso y la recuperación neurofisiológica forman parte de las estrategias recomendadas para maximizar las adaptaciones inducidas por el entrenamiento (Walker, 2017; Fullagar et al., 2015).

La neurociencia también ha realizado aportes significativos al desarrollo del deporte adaptado, proporcionando fundamentos científicos para comprender los mecanismos de reorganización cerebral asociados con diferentes tipos de discapacidad. En deportistas con lesiones medulares, amputaciones, parálisis cerebral o discapacidad visual, el sistema nervioso demuestra una notable capacidad de neuroplasticidad que permite reorganizar funciones motoras y sensoriales mediante procesos compensatorios. Estas adaptaciones facilitan el aprendizaje de nuevas habilidades, el uso eficiente de ayudas técnicas y la optimización del rendimiento competitivo. También, la incorporación de tecnologías como interfaces cerebro-computador, realidad virtual, estimulación eléctrica funcional y dispositivos robóticos ha ampliado las posibilidades de entrenamiento personalizado para atletas con discapacidad. Desde esta perspectiva, la neurociencia contribuye no solo al mejoramiento del rendimiento deportivo, sino también a la promoción de la inclusión, la autonomía funcional y la calidad de vida de los deportistas adaptados, consolidando un enfoque interdisciplinario centrado en las capacidades y el potencial humano (Cramer et al., 2011; Winstein et al., 2016).

La convergencia entre la neurociencia y la inteligencia artificial (IA) está transformando la manera en que se planifican, ejecutan y evalúan los procesos de entrenamiento deportivo. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten analizar grandes volúmenes de datos provenientes de sensores biométricos, electroencefalografía, dispositivos de seguimiento del movimiento y sistemas de posicionamiento global (GPS), identificando patrones que serían difíciles de detectar mediante métodos convencionales. Esta integración facilita la elaboración de programas de entrenamiento altamente personalizados, ajustados a las características neurofisiológicas, cognitivas y biomecánicas de cada deportista. Asimismo, los sistemas inteligentes pueden anticipar estados de fatiga, estimar el riesgo de lesión y optimizar la distribución de las cargas de entrenamiento,

favoreciendo un equilibrio entre rendimiento y recuperación. Desde la perspectiva neurocientífica, estas tecnologías representan una herramienta complementaria que mejora la toma de decisiones del entrenador, siempre que su utilización esté respaldada por evidencia científica y principios éticos relacionados con la privacidad, la seguridad y el uso responsable de los datos del atleta (McDuff et al., 2019; Claudino et al., 2019).

La incorporación de los principios de la neurociencia al entrenamiento deportivo requiere que entrenadores, preparadores físicos, fisioterapeutas, psicólogos y demás profesionales adopten una visión interdisciplinaria del rendimiento humano. En la práctica, esto implica diseñar sesiones que combinen el desarrollo físico con tareas orientadas al fortalecimiento de la atención, la velocidad de reacción, la percepción espacio-temporal, la toma de decisiones y el control emocional. Del mismo modo, la planificación debe contemplar períodos adecuados de recuperación, estrategias para optimizar el sueño, ejercicios de imaginación motora y programas de entrenamiento cognitivo adaptados a las demandas específicas de cada disciplina. La retroalimentación inmediata, el aprendizaje basado en la resolución de problemas y la variabilidad de las tareas favorecen una mayor activación de los mecanismos de neuroplasticidad, incrementando la transferencia del aprendizaje hacia situaciones reales de competencia. En consecuencia, la neurociencia proporciona herramientas prácticas que enriquecen los procesos de enseñanza, entrenamiento y evaluación del deportista contemporáneo (Schmidt & Lee, 2019; Magill & Anderson, 2017).

El crecimiento acelerado de la investigación en neurociencia deportiva abre nuevas posibilidades para comprender con mayor profundidad los mecanismos cerebrales que sustentan el rendimiento humano. Entre las principales líneas de investigación destacan el estudio de biomarcadores neurofisiológicos asociados con la adaptación al entrenamiento, el análisis de la conectividad cerebral mediante técnicas avanzadas de neuroimagen, el desarrollo de intervenciones basadas en estimulación cerebral no invasiva y la aplicación de tecnologías inmersivas como la realidad virtual y la realidad aumentada para optimizar el aprendizaje motor. Asimismo, la

integración de enfoques provenientes de la genética, la epigenética, la neuroendocrinología y la ciencia de datos permitirá construir modelos predictivos cada vez más precisos sobre el comportamiento del deportista frente a diferentes cargas de entrenamiento. Estas perspectivas consolidan a la neurociencia como una disciplina estratégica para el desarrollo del deporte de alto rendimiento y para la promoción de prácticas deportivas más seguras, eficientes e inclusivas (Park & Fairweather, 2019; Balagué et al., 2020).

La neurociencia aplicada al entrenamiento deportivo ha demostrado que el rendimiento humano depende de una interacción dinámica entre procesos fisiológicos, cognitivos, emocionales y motores regulados por el sistema nervioso. Los avances científicos han permitido comprender que la plasticidad cerebral constituye el fundamento biológico del aprendizaje motor, la automatización de habilidades, la toma de decisiones y la adaptación al entrenamiento. De igual manera, el conocimiento de los mecanismos neuroquímicos relacionados con la motivación, la atención, la memoria, la fatiga central y la regulación emocional ha favorecido el diseño de estrategias de entrenamiento más eficaces y personalizadas. La incorporación de herramientas como la neuroimagen, el neurofeedback, la estimulación cognitiva y las tecnologías digitales amplía las posibilidades para optimizar el rendimiento deportivo desde una perspectiva integral. En consecuencia, la neurociencia no sustituye los principios clásicos del entrenamiento, sino que los complementa mediante una comprensión más profunda del funcionamiento cerebral y de su influencia sobre el desempeño físico y psicológico del deportista.

En el contexto del deporte contemporáneo, la aplicación de la neurociencia representa una oportunidad para evolucionar hacia modelos de entrenamiento centrados en la persona, donde el desarrollo físico, cognitivo y emocional se integran de manera armónica. La evidencia científica respalda la necesidad de promover programas de formación continua para entrenadores y profesionales de las ciencias del deporte que faciliten la incorporación crítica de estos conocimientos en la práctica cotidiana. Asimismo, resulta indispensable fortalecer la investigación

interdisciplinaria que permita validar nuevas metodologías de intervención y ampliar la comprensión de las diferencias individuales en los procesos de adaptación al entrenamiento. Finalmente, la integración de la neurociencia con disciplinas como la biomecánica, la fisiología del ejercicio, la psicología deportiva y la inteligencia artificial permitirá diseñar estrategias innovadoras que favorezcan un rendimiento sostenible, ético e inclusivo, contribuyendo al bienestar integral y al desarrollo del potencial humano en todos los niveles de la práctica deportiva.

Capítulo 11. Psicología del alto rendimiento en el deporte adaptado

La psicología del alto rendimiento en el deporte adaptado representa un área especializada de las ciencias del deporte orientada al estudio de los procesos psicológicos, emocionales y cognitivos que influyen en el desempeño de atletas con discapacidad. En las últimas décadas, el deporte adaptado ha evolucionado desde una perspectiva centrada principalmente en la rehabilitación hacia un modelo competitivo de alto nivel, donde los deportistas buscan alcanzar resultados internacionales mediante procesos sistemáticos de entrenamiento físico, técnico, táctico y psicológico. En este contexto, la preparación mental adquiere una importancia fundamental, debido a que las demandas del alto rendimiento requieren una elevada capacidad de autorregulación, motivación, concentración, manejo del estrés y adaptación permanente a situaciones competitivas complejas. La evidencia científica indica que los factores psicológicos pueden actuar como elementos diferenciadores entre atletas con capacidades físicas similares, influyendo directamente sobre la consistencia del rendimiento y la capacidad de afrontar desafíos deportivos (Weinberg & Gould, 2023; Hanrahan & Andersen, 2010).

La incorporación de la psicología deportiva al ámbito adaptado ha permitido comprender que los atletas con discapacidad no deben ser analizados únicamente desde sus limitaciones funcionales, sino desde sus capacidades, recursos personales y potencial de desarrollo. Históricamente, muchas aproximaciones iniciales estuvieron relacionadas con procesos terapéuticos y de integración social; sin embargo, el crecimiento del movimiento paralímpico evidenció la necesidad de desarrollar modelos psicológicos específicos para atletas que entrenan y compiten bajo condiciones de máxima exigencia. Actualmente, la psicología del deporte adaptado reconoce que variables como la identidad deportiva, la percepción de competencia, la resiliencia y la autonomía influyen significativamente en la trayectoria de rendimiento. Además, considera que cada deportista posee una experiencia individual relacionada con su discapacidad, contexto social, historia

deportiva y objetivos personales, elementos que deben integrarse dentro de los programas de intervención psicológica (Martin, 2015; Brittain, 2016).

Los deportistas adaptados que alcanzan niveles competitivos elevados presentan características psicológicas asociadas con la capacidad de superar adversidades, establecer metas claras y mantener altos niveles de compromiso con el entrenamiento. La resiliencia constituye una de las variables más estudiadas en este contexto, debido a que permite afrontar obstáculos relacionados con procesos de rehabilitación, barreras sociales, exigencias deportivas y presión competitiva. Sin embargo, la resiliencia no debe entenderse como una característica fija del individuo, sino como un proceso dinámico que se construye mediante experiencias, apoyo social, estrategias de afrontamiento y desarrollo de habilidades psicológicas. Los atletas exitosos suelen demostrar elevados niveles de autoeficacia, capacidad de regulación emocional y orientación hacia la mejora continua, aspectos que favorecen una mentalidad de crecimiento y una adaptación positiva frente a los desafíos del deporte de alto rendimiento (Bandura, 1997; Fletcher & Sarkar, 2012).

La motivación representa uno de los factores psicológicos más importantes para explicar la permanencia y el éxito de los deportistas adaptados dentro de sistemas competitivos exigentes. Desde la teoría de la autodeterminación, se plantea que la motivación más efectiva surge cuando el atleta experimenta autonomía, competencia y conexión social, necesidades psicológicas fundamentales que favorecen un compromiso sostenible con la práctica deportiva. En el deporte adaptado, la motivación puede estar relacionada con múltiples factores, incluyendo la superación personal, la búsqueda de excelencia deportiva, la representación nacional, la independencia funcional y el deseo de transformar percepciones sociales sobre la discapacidad. Los entrenadores y equipos interdisciplinarios desempeñan un papel esencial al generar ambientes motivacionales positivos que fortalezcan la confianza del deportista y reduzcan el abandono deportivo. Una motivación adecuada favorece la adherencia al entrenamiento, la tolerancia al esfuerzo y la capacidad de mantener objetivos a largo plazo (Deci & Ryan, 2000; Vallerand, 2015).

La autoeficacia, definida como la creencia del individuo sobre su capacidad para organizar y ejecutar acciones necesarias para alcanzar determinados resultados, constituye un predictor relevante del rendimiento deportivo. En atletas adaptados, esta variable adquiere una importancia particular debido a que la percepción de capacidad puede verse influenciada por experiencias relacionadas con la discapacidad, la aceptación corporal, la interacción social y las oportunidades de participación deportiva. Los deportistas con altos niveles de autoeficacia tienden a establecer metas más desafiantes, persistir durante situaciones difíciles y recuperar más rápidamente la confianza después de errores o derrotas. Además, la autoeficacia influye en la interpretación del estrés competitivo, ya que los atletas seguros de sus capacidades suelen percibir las dificultades como retos superables en lugar de amenazas. Por esta razón, los programas psicológicos dirigidos al deporte adaptado incluyen estrategias como establecimiento de objetivos, visualización, diálogo interno positivo y análisis de experiencias exitosas para fortalecer la confianza deportiva (Bandura, 1997; Moritz et al., 2000).

La regulación emocional constituye una competencia psicológica esencial para los deportistas adaptados que participan en escenarios de alto rendimiento, debido a que las competencias deportivas generan estados emocionales intensos que pueden influir positiva o negativamente sobre la ejecución técnica y la toma de decisiones. Las emociones como ansiedad, frustración, miedo al error o presión competitiva forman parte natural de la experiencia deportiva; sin embargo, los atletas exitosos desarrollan estrategias para interpretarlas y manejarlas adecuadamente. Desde la perspectiva de la psicología cognitiva, la regulación emocional implica modificar la intensidad, duración y expresión de las respuestas emocionales mediante procesos conscientes como la reevaluación cognitiva, el control atencional y la autorreflexión. En el deporte adaptado, estos mecanismos adquieren una relevancia especial porque los atletas pueden enfrentar factores adicionales de presión relacionados con la clasificación funcional, las expectativas sociales, la exposición pública y la necesidad constante de adaptación. Investigaciones actuales señalan que una adecuada regulación emocional favorece la estabilidad psicológica, mejora

la concentración y permite mantener niveles óptimos de activación durante situaciones competitivas de alta exigencia (Gross, 2015; Lane et al., 2012).

La ansiedad competitiva es uno de los fenómenos psicológicos más estudiados dentro del deporte de alto rendimiento, debido a su influencia directa sobre los procesos cognitivos, fisiológicos y conductuales del deportista. En atletas adaptados, la ansiedad puede estar relacionada no solamente con el resultado competitivo, sino también con factores específicos como la adaptación del equipamiento, la clasificación deportiva, la incertidumbre sobre el desempeño y la comparación con rivales de alto nivel. La teoría multidimensional de la ansiedad deportiva plantea que sus componentes cognitivos y somáticos pueden afectar el rendimiento de diferentes maneras dependiendo de la interpretación que el atleta realice de dichas respuestas. Mientras algunos deportistas perciben la activación fisiológica como una amenaza, otros pueden interpretarla como una señal positiva de preparación y energía competitiva. Por ello, la intervención psicológica busca desarrollar habilidades de control del pensamiento, respiración, relajación, visualización y establecimiento de rutinas precompetitivas que permitan transformar la ansiedad en un recurso facilitador del rendimiento (Martens et al., 1990; Weinberg & Gould, 2023).

La capacidad atencional representa un componente determinante del rendimiento deportivo, especialmente en disciplinas adaptadas donde las condiciones de competencia pueden requerir ajustes constantes relacionados con el entorno, los adversarios, las ayudas técnicas y las demandas específicas de la modalidad deportiva. La atención permite seleccionar información relevante, ignorar estímulos distractores y ejecutar respuestas rápidas bajo presión temporal. En deportes como baloncesto en silla de ruedas, atletismo adaptado, natación paralímpica o tenis adaptado, la toma de decisiones depende de la integración eficiente entre percepción, experiencia previa y control cognitivo. Los atletas expertos desarrollan patrones anticipatorios que les permiten interpretar situaciones de juego con mayor velocidad y precisión. Desde la psicología cognitiva del deporte, se reconoce que la concentración puede entrenarse mediante ejercicios específicos de atención sostenida, imaginación deportiva, simulación competitiva y resolución de

problemas. Estas estrategias favorecen una mayor eficiencia mental y reducen la interferencia de pensamientos negativos durante momentos críticos de la competencia (Williams & Ericsson, 2005; Moran, 2016).

La resiliencia psicológica es considerada una de las capacidades más relevantes en los atletas adaptados de alto rendimiento, debido a que implica la habilidad para mantener o recuperar un funcionamiento óptimo después de enfrentar dificultades, lesiones, derrotas o situaciones adversas. En muchos casos, los deportistas con discapacidad han desarrollado procesos de adaptación personal previos a su incorporación deportiva, lo que puede fortalecer recursos psicológicos como la perseverancia, la tolerancia a la frustración y la capacidad de resolver problemas. No obstante, la resiliencia deportiva no depende únicamente de características individuales, sino también de factores ambientales como el apoyo familiar, la relación con entrenadores, la disponibilidad de recursos y la existencia de ambientes deportivos inclusivos. La investigación indica que los atletas resilientes utilizan estrategias de afrontamiento orientadas a la solución de problemas, mantienen una perspectiva positiva ante los desafíos y establecen significados personales asociados con la experiencia deportiva. Estas características favorecen la continuidad del entrenamiento y la capacidad de competir eficazmente en contextos de elevada presión (Fletcher & Sarkar, 2012; Galli & Vealey, 2008).

En las disciplinas deportivas adaptadas de carácter colectivo, la cohesión grupal y el liderazgo constituyen factores psicológicos fundamentales para alcanzar niveles elevados de rendimiento. La interacción efectiva entre atletas, entrenadores, personal médico y equipo interdisciplinario permite construir ambientes donde predomina la confianza, la comunicación y el compromiso compartido con los objetivos deportivos. La cohesión no solamente hace referencia a la unión social entre los integrantes del equipo, sino también al grado en que sus miembros trabajan coordinadamente hacia metas comunes. En el contexto adaptado, el apoyo social adquiere una dimensión adicional porque contribuye a fortalecer la identidad deportiva, disminuir experiencias de aislamiento y favorecer la percepción de pertenencia. Los líderes deportivos cumplen una función esencial al promover una

cultura basada en la confianza, el respeto y la valoración de las capacidades individuales. Estudios en psicología del deporte han demostrado que los equipos con mayores niveles de cohesión presentan mejores procesos de comunicación, mayor satisfacción deportiva y mayor capacidad para afrontar situaciones competitivas complejas (Carron, Brawley, & Eys, 2002; Fransen et al., 2015).

La construcción de la imagen corporal y la identidad deportiva representa un aspecto psicológico de gran relevancia en los atletas adaptados, debido a que la relación con el propio cuerpo puede influir directamente en la confianza, la motivación y la percepción de competencia. Muchos deportistas con discapacidad atraviesan procesos de transformación corporal derivados de lesiones adquiridas, condiciones congénitas o modificaciones funcionales que pueden afectar inicialmente la percepción de sí mismos. Sin embargo, la participación deportiva de alto rendimiento favorece procesos de reconstrucción identitaria donde el individuo deja de percibirse exclusivamente desde la discapacidad y comienza a reconocerse como atleta, competidor y miembro de una comunidad deportiva. La identidad atlética positiva se relaciona con mayores niveles de compromiso, autoestima y satisfacción con la práctica deportiva, mientras que una identidad limitada exclusivamente al resultado competitivo puede generar vulnerabilidad psicológica ante lesiones o retiros deportivos. Desde la psicología del deporte adaptado, se destaca la importancia de promover una percepción corporal funcional, centrada en las capacidades, habilidades y logros del deportista, más allá de las limitaciones físicas presentes (Groff, Lundberg, & Zabriskie, 2009; Martin, 2015).

El entrenamiento mental constituye una estrategia fundamental dentro de los programas de preparación integral de los atletas adaptados de alto rendimiento, debido a que las demandas competitivas actuales requieren no solamente capacidades físicas y técnicas superiores, sino también recursos psicológicos que permitan responder eficazmente ante escenarios de elevada presión. Este tipo de entrenamiento incluye procedimientos orientados al fortalecimiento de la concentración, el control emocional, la confianza, la motivación, la gestión del estrés y la preparación para situaciones competitivas específicas. La psicología

deportiva contemporánea sostiene que las habilidades psicológicas pueden desarrollarse mediante procesos sistemáticos de aprendizaje, de manera similar a las capacidades físicas o técnicas. En el deporte adaptado, el entrenamiento mental debe considerar las características individuales del atleta, su modalidad deportiva, sus experiencias previas y los factores relacionados con su discapacidad. Una intervención psicológica adecuada permite mejorar la autoconfianza, optimizar la toma de decisiones y favorecer una mayor estabilidad del rendimiento durante entrenamientos y competencias oficiales (Weinberg & Gould, 2023; Vealey, 2007).

Entre las herramientas psicológicas más utilizadas en el alto rendimiento deportivo se encuentran la visualización mental y el autodiálogo positivo, estrategias que permiten modificar patrones cognitivos y preparar al deportista para afrontar situaciones competitivas complejas. La visualización consiste en la creación voluntaria de representaciones mentales relacionadas con movimientos, escenarios competitivos, respuestas tácticas y experiencias exitosas. Desde una perspectiva neuropsicológica, imaginar una acción deportiva activa regiones cerebrales similares a aquellas involucradas durante la ejecución real del movimiento, favoreciendo procesos de aprendizaje, anticipación y confianza motora. En atletas adaptados, esta técnica resulta especialmente útil porque permite ensayar mentalmente ajustes técnicos, estrategias competitivas y respuestas ante posibles dificultades del entorno. Por otra parte, el autodiálogo representa la capacidad del deportista para dirigir conscientemente sus pensamientos mediante instrucciones, afirmaciones positivas y mensajes motivacionales que favorecen el control emocional. La evidencia científica indica que ambas estrategias pueden mejorar la percepción de autoeficacia, reducir la ansiedad competitiva y aumentar la consistencia del rendimiento deportivo (Moran, 2016; Cumming & Williams, 2013).

El alto rendimiento deportivo adaptado implica elevados niveles de compromiso, disciplina y exigencia, pero también puede generar riesgos psicológicos cuando las demandas superan los recursos de afrontamiento del atleta. El burnout deportivo se caracteriza por la presencia de agotamiento emocional, disminución de la

motivación, percepción reducida de logro personal y una actitud negativa hacia la práctica deportiva. En atletas adaptados, este fenómeno puede verse influenciado por factores adicionales como procesos prolongados de recuperación, presión por demostrar capacidades, dificultades logísticas, barreras sociales y limitaciones en los sistemas de apoyo. La prevención del agotamiento psicológico requiere una planificación equilibrada de las cargas físicas y mentales, espacios adecuados de recuperación, comunicación efectiva entre atletas y entrenadores, y atención permanente al bienestar emocional. La psicología del alto rendimiento actual propone superar modelos centrados exclusivamente en el resultado competitivo para incorporar una visión integral donde la salud mental sea considerada un componente esencial del rendimiento sostenible (Gustafsson, DeFreese, & Madigan, 2017; Raedeke & Smith, 2001).

El psicólogo deportivo cumple una función estratégica dentro de los equipos interdisciplinarios que acompañan a los atletas adaptados de alto rendimiento. Su labor no se limita a intervenir cuando aparecen dificultades emocionales, sino que incluye procesos preventivos, educativos y de optimización del rendimiento psicológico. Entre sus principales funciones se encuentran la evaluación de variables como motivación, ansiedad, personalidad deportiva, habilidades mentales y estrategias de afrontamiento; además, diseña programas individualizados orientados al desarrollo de recursos psicológicos específicos. En el deporte adaptado, el psicólogo debe comprender las particularidades relacionadas con la discapacidad, evitando enfoques basados en déficit y promoviendo una perspectiva centrada en las capacidades del deportista. Igualmente, trabaja juntamente con entrenadores, fisioterapeutas, médicos y familias para construir ambientes favorecedores del rendimiento y del bienestar integral. La intervención psicológica especializada contribuye a que los atletas desarrollen mayor autonomía, fortalezcan su identidad deportiva y alcancen niveles superiores de preparación mental para la competencia internacional (Andersen, 2012; Hanrahan & Andersen, 2010).

La competencia internacional representa uno de los escenarios de mayor exigencia psicológica para los atletas adaptados, debido a la combinación de presión por resultados, expectativas personales, representación institucional y exposición

mediática. En eventos como campeonatos mundiales y Juegos Paralímpicos, los deportistas deben enfrentar ambientes altamente competitivos donde pequeñas diferencias en la preparación mental pueden determinar el éxito o fracaso deportivo. La preparación psicológica previa a la competencia busca desarrollar rutinas estables que permitan al atleta controlar los niveles de activación, mantener la concentración y responder adecuadamente ante situaciones inesperadas. Estas estrategias incluyen simulaciones competitivas, establecimiento de objetivos, control del pensamiento, regulación emocional y entrenamiento de habilidades de afrontamiento. La evidencia científica demuestra que los deportistas que poseen una preparación psicológica estructurada presentan mayores niveles de confianza, mejor manejo del estrés y una mayor capacidad para mantener su rendimiento bajo presión. En el caso del deporte adaptado, esta preparación debe considerar las particularidades individuales del atleta, incluyendo sus necesidades funcionales, experiencias previas y características del entorno competitivo (Gucciardi, Hanton, & Fleming, 2017; Weinberg & Gould, 2023).

El deporte adaptado de alto rendimiento también cumple una función social relacionada con la construcción de identidad, inclusión y transformación de las percepciones sobre la discapacidad. A pesar de los avances alcanzados en las últimas décadas, muchos atletas adaptados continúan enfrentando barreras sociales, prejuicios y estereotipos que pueden afectar su bienestar psicológico y desarrollo deportivo. La psicología del deporte reconoce que la percepción del entorno influye significativamente en la motivación, la autoestima y la permanencia del deportista dentro del sistema competitivo. Un ambiente inclusivo, caracterizado por el reconocimiento del talento deportivo y la igualdad de oportunidades, favorece la construcción de una identidad positiva y fortalece la sensación de pertenencia.

Además, la participación en deporte competitivo permite que los atletas reconstruyan narrativas personales centradas en la capacidad, el logro y la excelencia, contribuyendo a modificar imaginarios sociales relacionados con la discapacidad. Por esta razón, la intervención psicológica no debe enfocarse únicamente en el individuo, sino también en la creación de contextos deportivos

respetuosos, accesibles y promotores del desarrollo humano integral (Brittain, 2016; Martin, 2015).

Las nuevas tendencias en psicología deportiva aplicada al deporte adaptado se orientan hacia modelos integrales que combinan conocimientos de neurociencia, psicología positiva, análisis del comportamiento y tecnologías digitales. Actualmente, herramientas como aplicaciones móviles de seguimiento psicológico, realidad virtual, plataformas de entrenamiento cognitivo y sistemas de evaluación psicofisiológica permiten realizar intervenciones más precisas y personalizadas. La psicología positiva aplicada al deporte ha promovido el estudio de fortalezas personales como optimismo, gratitud, esperanza, resiliencia y sentido de propósito, elementos que favorecen el bienestar y el rendimiento sostenible. Asimismo, los modelos contemporáneos plantean que el éxito deportivo no debe medirse únicamente mediante resultados competitivos, sino también considerando indicadores relacionados con la salud mental, satisfacción personal y calidad de vida. En atletas adaptados, estas perspectivas permiten superar enfoques tradicionales centrados en la rehabilitación y avanzar hacia modelos donde la excelencia deportiva y el desarrollo personal se integran dentro de un mismo proceso (Seligman, 2011; Henriksen et al., 2017).

La psicología del alto rendimiento en el deporte adaptado constituye un campo fundamental para comprender cómo los factores mentales, emocionales y sociales influyen en la consecución de resultados deportivos de excelencia. Los atletas adaptados enfrentan demandas particulares que requieren una preparación psicológica especializada basada en el fortalecimiento de la motivación, la autoconfianza, la regulación emocional, la concentración y la resiliencia. La evidencia científica demuestra que el rendimiento deportivo no depende exclusivamente de las capacidades físicas o técnicas, sino también de la habilidad del deportista para gestionar pensamientos, emociones y comportamientos en contextos de elevada presión. La intervención del psicólogo deportivo, integrada dentro de equipos interdisciplinarios, permite desarrollar estrategias personalizadas que potencian el rendimiento y protegen el bienestar psicológico del atleta. Además, la psicología deportiva adaptada contribuye a promover una visión basada en

capacidades, autonomía e inclusión, reconociendo al deportista como un individuo integral con potencial para alcanzar niveles superiores de desempeño.

El futuro de la psicología del alto rendimiento en el deporte adaptado dependerá de la capacidad de integrar investigación científica, innovación tecnológica y comprensión humana del deportista. El crecimiento del movimiento paralímpico demuestra que la discapacidad no representa una limitación absoluta para alcanzar niveles extraordinarios de rendimiento, siempre que existan condiciones adecuadas de entrenamiento, apoyo interdisciplinario y preparación psicológica. La consolidación de modelos centrados en la persona permitirá desarrollar programas deportivos más inclusivos, donde el bienestar emocional y la excelencia competitiva sean objetivos complementarios. En este sentido, la psicología deportiva adaptada seguirá desempeñando un papel esencial en la formación de atletas capaces de afrontar desafíos, superar adversidades y construir trayectorias deportivas sostenibles. Comprender la mente del deportista adaptado significa reconocer que el rendimiento humano surge de la interacción entre cuerpo, cerebro, emociones, contexto social y propósito personal, elementos que conforman la verdadera dimensión del alto rendimiento deportivo.

Capítulo 12. Nutrición deportiva adaptada

La nutrición deportiva adaptada representa una evolución de la nutrición aplicada al deporte convencional, debido a que reconoce que los deportistas con discapacidad presentan demandas fisiológicas particulares que no pueden abordarse mediante modelos tradicionales generalizados. El deporte adaptado comprende múltiples disciplinas en las cuales participan atletas con discapacidades físicas, visuales o intelectuales, cada una con características metabólicas y funcionales diferentes. Por ello, la intervención nutricional debe fundamentarse en una evaluación individualizada que integre aspectos fisiológicos, biomecánicos, antropométricos y psicológicos del deportista. Según Burke et al. (2019), la alimentación deportiva debe responder al contexto específico del entrenamiento y la competencia, ajustándose a las necesidades energéticas y al tipo de esfuerzo requerido.

Uno de los principales desafíos de la nutrición deportiva adaptada es determinar correctamente el gasto energético de los atletas con discapacidad. Las alteraciones en la masa muscular activa, movilidad reducida, composición corporal y eficiencia del movimiento pueden modificar significativamente las necesidades calóricas respecto a la población deportiva convencional. Deportistas con lesiones medulares, por ejemplo, pueden presentar menor gasto energético basal debido a una reducción de la masa muscular funcional y cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo. En este sentido, una estimación adecuada del requerimiento energético resulta esencial para evitar tanto déficits nutricionales como excesos que afecten el rendimiento y la salud (Mountjoy et al., 2018).

La disponibilidad energética constituye un factor determinante en el rendimiento del deportista adaptado, ya que una ingesta insuficiente puede afectar negativamente la función inmunológica, la recuperación muscular, la salud ósea y la capacidad de entrenamiento. La baja disponibilidad energética prolongada puede generar alteraciones hormonales y metabólicas similares a las observadas en atletas sin discapacidad, pero con consecuencias potencialmente mayores en personas con

limitaciones funcionales específicas. Por esta razón, la planificación nutricional debe garantizar un equilibrio entre consumo energético, gasto deportivo y necesidades fisiológicas individuales (Stellingwerff et al., 2021).

Los carbohidratos desempeñan un papel fundamental en la nutrición del deportista adaptado debido a su función como principal fuente de energía durante actividades deportivas de intensidad moderada y elevada. Disciplinas como atletismo adaptado, baloncesto en silla de ruedas, ciclismo adaptado y natación requieren una adecuada disponibilidad de glucógeno muscular para mantener esfuerzos prolongados y repetitivos. La cantidad y distribución de carbohidratos deben ajustarse según la carga de entrenamiento, el tipo de competición y las características metabólicas del atleta. La evidencia actual señala que estrategias como la periodización de carbohidratos pueden favorecer la adaptación fisiológica y mejorar el rendimiento en deportistas de alto nivel (Burke et al., 2018).

Las proteínas representan otro componente esencial dentro de la nutrición deportiva adaptada, especialmente debido a la importancia de mantener la masa muscular, favorecer la reparación tisular y optimizar los procesos de recuperación. Algunos deportistas con discapacidad pueden presentar mayor riesgo de pérdida de tejido muscular debido a inmovilización parcial, menor activación neuromuscular o reducción del estímulo mecánico sobre determinados grupos musculares. En estos casos, una adecuada distribución de proteínas durante el día puede contribuir a estimular la síntesis de proteínas musculares y conservar la funcionalidad física del atleta (Phillips & Van Loon, 2011).

La hidratación constituye un componente crítico dentro de la nutrición deportiva adaptada, debido a que algunos deportistas con discapacidad pueden presentar alteraciones en los mecanismos de regulación térmica y equilibrio hídrico. Los atletas con lesiones medulares, por ejemplo, pueden experimentar dificultades en la sudoración y en la disipación del calor corporal debido a alteraciones en la función autonómica, aumentando el riesgo de hipertermia durante entrenamientos o competencias prolongadas. Por esta razón, las estrategias de hidratación deben

individualizarse considerando la duración del ejercicio, las condiciones ambientales, la modalidad deportiva y las características fisiológicas del deportista. Según Casa et al. (2019), la reposición adecuada de líquidos y electrolitos resulta fundamental para mantener la función cardiovascular, neuromuscular y cognitiva durante el esfuerzo físico.

El consumo adecuado de micronutrientes representa un elemento indispensable para garantizar la salud y el rendimiento del deportista adaptado. Minerales como hierro, calcio, zinc y magnesio, junto con vitaminas del complejo B, vitamina D y antioxidantes, participan en procesos relacionados con la producción energética, la contracción muscular, la respuesta inmunológica y la reparación celular. Algunos atletas con discapacidad pueden presentar mayor vulnerabilidad a deficiencias nutricionales debido a restricciones alimentarias, alteraciones metabólicas, dificultades para preparar alimentos o cambios en la composición corporal. De acuerdo con Thomas et al. (2016), una alimentación equilibrada basada en alimentos densos en nutrientes constituye la primera estrategia para prevenir deficiencias y optimizar la capacidad funcional del deportista.

La vitamina D adquiere especial importancia en la población deportiva adaptada debido a su relación con la salud ósea, la función muscular y la regulación inmunológica. Los deportistas con movilidad reducida pueden presentar menor exposición solar, menor carga mecánica sobre los huesos y mayor riesgo de alteraciones en la densidad mineral ósea. Esta situación es particularmente relevante en atletas con lesiones medulares o condiciones neuromusculares que afectan la movilidad. La evaluación periódica de los niveles de vitamina D y la implementación de estrategias nutricionales adecuadas pueden contribuir a reducir riesgos asociados con fracturas, fatiga muscular y disminución del rendimiento deportivo (Larson-Meyer, 2015).

La composición corporal representa una variable fundamental en la nutrición deportiva adaptada, ya que las características antropométricas del atleta influyen directamente sobre la eficiencia del movimiento, la potencia relativa y el

rendimiento competitivo. Sin embargo, la evaluación de la composición corporal en deportistas con discapacidad requiere métodos adaptados que consideren las particularidades anatómicas y funcionales de cada individuo. La pérdida de masa muscular en segmentos no activos, los cambios en la distribución del tejido adiposo y las diferencias en la proporción músculo-grasa pueden modificar la interpretación de indicadores tradicionales como el índice de masa corporal. Según Goosey-Tolfrey (2010), la valoración nutricional del atleta con discapacidad debe incorporar herramientas específicas y una interpretación contextualizada.

La planificación nutricional previa, durante y posterior al entrenamiento constituye una estrategia determinante para mejorar la adaptación fisiológica del deportista adaptado. Antes del ejercicio, la alimentación debe proporcionar energía suficiente para sostener la intensidad del esfuerzo sin generar molestias gastrointestinales. Durante la actividad, especialmente en eventos prolongados, puede ser necesario incorporar carbohidratos y electrolitos para preservar el rendimiento y retrasar la aparición de fatiga. Después del ejercicio, la combinación adecuada de proteínas y carbohidratos favorece la recuperación del glucógeno muscular y la reparación de tejidos. Según Jeukendrup (2017), la nutrición alrededor del entrenamiento debe diseñarse como parte integral del proceso de preparación deportiva.

La suplementación nutricional en el deporte adaptado debe abordarse desde una perspectiva científica y personalizada, evitando recomendaciones generales que no consideren las características individuales del atleta. Algunos suplementos pueden aportar beneficios cuando existe una necesidad específica identificada mediante evaluación profesional, como la suplementación con vitamina D en casos de deficiencia, creatina para mejorar la disponibilidad energética muscular o proteínas cuando la ingesta dietaria resulta insuficiente. Sin embargo, el uso indiscriminado de suplementos puede generar riesgos relacionados con interacciones, contaminación de productos o desplazamiento de una alimentación equilibrada. La evidencia actual recomienda que toda estrategia ergogénica sea supervisada por profesionales especializados en nutrición deportiva (Maughan et al., 2018).

La creatina es uno de los suplementos con mayor respaldo científico en el ámbito deportivo debido a su capacidad para aumentar la disponibilidad de fosfocreatina muscular y mejorar la producción de energía durante esfuerzos de alta intensidad. En deportistas adaptados que participan en disciplinas donde predominan acciones explosivas, aceleraciones o movimientos repetidos, la suplementación con creatina podría favorecer la fuerza muscular, la potencia y la capacidad de entrenamiento. Además, algunas investigaciones sugieren beneficios relacionados con la conservación de masa muscular en poblaciones con menor activación física. No obstante, su utilización debe considerar factores como composición corporal, función renal, modalidad deportiva y objetivos individuales del atleta (Kreider et al., 2017).

Las estrategias nutricionales para deportistas con discapacidad física deben considerar las modificaciones metabólicas asociadas con la reducción de movilidad o la alteración neuromuscular. En atletas usuarios de silla de ruedas, por ejemplo, el equilibrio entre ingesta energética y gasto calórico requiere especial atención debido a que una disminución del tejido muscular activo puede reducir las necesidades energéticas totales. Una alimentación excesivamente restrictiva puede comprometer la recuperación y la salud, mientras que una ingesta elevada sin control puede favorecer acumulación de grasa corporal y afectar la eficiencia del desplazamiento. Por ello, la intervención nutricional debe orientarse hacia la optimización funcional más que hacia modelos estéticos convencionales (Goosey-Tolfrey & Crosland, 2010).

En deportistas con discapacidad visual o intelectual, la nutrición adaptada también debe considerar factores relacionados con autonomía alimentaria, educación nutricional y accesibilidad. La capacidad para seleccionar alimentos, interpretar información nutricional y organizar horarios de alimentación puede variar según las características individuales del atleta. En estos casos, el trabajo interdisciplinario entre nutricionistas, entrenadores, familiares y profesionales de apoyo resulta fundamental para desarrollar hábitos sostenibles. La educación nutricional debe ser clara, práctica y adaptada a las necesidades cognitivas y sociales del deportista,

favoreciendo su independencia y participación activa en el proceso deportivo (Mazzeo et al., 2020).

La recuperación nutricional después del entrenamiento representa una fase estratégica para el desarrollo del rendimiento a largo plazo en el deporte adaptado. Los procesos de reparación muscular, reposición energética y regulación inflamatoria dependen de la disponibilidad adecuada de nutrientes. Una recuperación deficiente puede incrementar el riesgo de fatiga acumulada, disminución del rendimiento y aparición de lesiones. Por esta razón, la alimentación posterior al ejercicio debe formar parte de la planificación integral del entrenamiento, considerando la frecuencia de las sesiones, intensidad del estímulo y calendario competitivo del atleta (Close et al., 2016).

La nutrición personalizada constituye uno de los principales avances dentro del campo de la nutrición deportiva adaptada, debido a que reconoce que cada deportista presenta respuestas fisiológicas, metabólicas y funcionales particulares frente al entrenamiento y la alimentación. En el contexto del deporte paralímpico, esta individualización adquiere mayor relevancia porque las diferencias asociadas con el tipo de discapacidad, clasificación funcional, modalidad deportiva y nivel competitivo generan necesidades nutricionales altamente variables. La aplicación de evaluaciones antropométricas, análisis bioquímicos, seguimiento del rendimiento y registro alimentario permite diseñar estrategias más precisas y eficientes. Según Stellingwerff et al. (2019), la nutrición moderna del deportista debe superar los modelos generales y avanzar hacia intervenciones individualizadas basadas en datos objetivos y seguimiento continuo.

El papel de la nutrición en la prevención de lesiones dentro del deporte adaptado representa un área de creciente interés científico. Una adecuada disponibilidad energética, junto con un aporte suficiente de proteínas, minerales y vitaminas, contribuye al mantenimiento de tejidos musculares, estructuras articulares y salud ósea. Los deportistas con discapacidad pueden presentar factores adicionales de riesgo debido a alteraciones biomecánicas, patrones compensatorios de movimiento

o menor participación de determinados grupos musculares. En este sentido, una estrategia nutricional adecuada puede actuar como un elemento protector dentro del proceso de entrenamiento, reduciendo la probabilidad de interrupciones deportivas y favoreciendo una carrera competitiva más prolongada (Mountjoy et al., 2018).

La nutrición deportiva adaptada también debe considerar los efectos psicológicos y sociales relacionados con la alimentación del atleta. La relación entre nutrición, imagen corporal, autonomía y confianza personal puede influir directamente en la adherencia a los planes alimentarios y en la percepción del rendimiento deportivo. En algunos casos, los deportistas con discapacidad pueden enfrentar barreras relacionadas con accesibilidad alimentaria, disponibilidad de alimentos adecuados o creencias erróneas sobre nutrición y rendimiento. Por esta razón, la educación nutricional debe integrar componentes psicológicos y pedagógicos que permitan fortalecer la toma de decisiones saludables y promover una relación positiva con la alimentación (Purcell et al., 2014).

La investigación científica sobre nutrición deportiva adaptada continúa en crecimiento, aunque todavía existen limitaciones relacionadas con la cantidad de estudios específicos disponibles en comparación con el deporte convencional. Muchos protocolos nutricionales han sido desarrollados inicialmente para atletas sin discapacidad y posteriormente aplicados al deporte adaptado, sin considerar completamente las diferencias fisiológicas existentes. Por ello, resulta necesario ampliar la producción científica enfocada en deportistas paralímpicos, incluyendo investigaciones sobre requerimientos energéticos, suplementación, hidratación, composición corporal y estrategias de recuperación. El desarrollo de evidencia específica permitirá mejorar la calidad de las intervenciones nutricionales y favorecer un rendimiento deportivo más seguro y sostenible (Burke et al., 2019).

En conclusión, la nutrición deportiva adaptada representa un componente esencial dentro de la preparación integral del deportista con discapacidad, debido a su influencia directa sobre el rendimiento, la recuperación, la salud metabólica y la calidad de vida. Una adecuada estrategia nutricional requiere comprender las

particularidades fisiológicas, funcionales y deportivas de cada atleta, evitando enfoques generalizados que puedan limitar su potencial competitivo. La integración del nutricionista deportivo dentro de los equipos interdisciplinarios permite desarrollar programas alimentarios basados en evidencia científica y orientados hacia objetivos específicos. En el futuro, la combinación entre investigación, tecnología aplicada y evaluación individualizada permitirá fortalecer la nutrición del deporte adaptado y contribuir al desarrollo de atletas más saludables, eficientes y competitivos (Maughan et al., 2018).

La nutrición deportiva adaptada debe entenderse como una disciplina especializada que responde a las necesidades particulares de los atletas con discapacidad. Su objetivo no consiste únicamente en proporcionar energía para competir, sino en garantizar una adecuada adaptación fisiológica, preservar la salud y potenciar las capacidades individuales del deportista.

La evidencia científica demuestra que factores como disponibilidad energética, consumo adecuado de macronutrientes, hidratación, micronutrientes y recuperación nutricional tienen una influencia determinante en el rendimiento deportivo adaptado. Sin embargo, debido a la diversidad de discapacidades y modalidades deportivas, resulta indispensable implementar estrategias personalizadas.

El futuro de la nutrición aplicada al deporte adaptado dependerá del fortalecimiento de investigaciones específicas, del trabajo interdisciplinario y del desarrollo de herramientas de evaluación más precisas. La nutrición debe ocupar un papel central dentro de los programas de preparación deportiva, contribuyendo no solamente al éxito competitivo, sino también al bienestar integral del atleta.

HACIA LA EXCELENCIA COMPETITIVA EN EL DEPORTE ADAPTADO

Inclusión • Disciplina • Innovación • Superación • Excelencia



MENTALIDAD GANADORA

Enfoque, confianza
y resiliencia



PREPARACIÓN INTEGRAL

Entrenamiento físico,
técnico, táctico
y psicológico



INCLUSIÓN Y EQUIDAD

Oportunidades
para todos,
sin barreras

SUPERACIÓN SIN LÍMITES



ALTO RENDIMIENTO

Planificación, análisis
y mejora continua



INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA

Equipamiento adaptado
y ciencias aplicadas
al deporte



TRABAJO EN EQUIPO

Apoyo, colaboración
y compromiso
compartido



OBJETIVOS
CLAROS



EVALUACIÓN
Y SEGUIMIENTO



DESARROLLO
DEL TALENTO



COMPETITIVIDAD
SOSTENIBLE



EXCELENCIA
DEPORTIVA

PARTE V. HACIA LA EXCELENCIA COMPETITIVA EN EL DEPORTE ADAPTADO

Capítulo 13. Modelos internacionales de éxito en el deporte adaptado

El deporte adaptado representa uno de los mayores avances en materia de inclusión, equidad y derechos humanos dentro del ámbito deportivo mundial. Su evolución ha permitido superar enfoques asistencialistas para consolidarse como un escenario de alto rendimiento donde atletas con discapacidad alcanzan niveles extraordinarios de competencia. Este cambio ha sido impulsado por organismos internacionales como el Comité Paralímpico Internacional (IPC), que promueve políticas orientadas hacia la igualdad de oportunidades, el desarrollo deportivo y la profesionalización de las estructuras nacionales (International Paralympic Committee [IPC], 2023). Actualmente, numerosos países consideran el deporte adaptado como parte integral de sus políticas públicas de salud, educación, desarrollo social y deporte de alto rendimiento.

Los modelos internacionales exitosos comparten una característica fundamental: la planificación estratégica de largo plazo. Lejos de depender exclusivamente del talento individual de los deportistas, estos sistemas integran procesos permanentes de detección de talentos, formación de entrenadores especializados, investigación científica, innovación tecnológica y financiamiento estable. Según De Bosscher et al. (2015), los países con mejores resultados deportivos desarrollan estructuras organizacionales coherentes que permiten coordinar políticas gubernamentales, instituciones académicas y organizaciones deportivas bajo objetivos comunes claramente definidos. Esta visión sistémica también se observa en el deporte adaptado.

Uno de los referentes internacionales más destacados es el modelo británico. Después de los Juegos Olímpicos y Paralímpicos de Atlanta 1996, el Reino Unido implementó profundas reformas mediante la creación de UK Sport y la utilización

de recursos provenientes de la Lotería Nacional para financiar el deporte de alto rendimiento. Este modelo permitió fortalecer el deporte paralímpico mediante inversiones sostenidas en ciencia aplicada, medicina deportiva, biomecánica, nutrición, psicología y tecnología adaptativa. Como resultado, Gran Bretaña se convirtió en una de las principales potencias paralímpicas del mundo durante las últimas dos décadas (UK Sport, 2023).

El éxito británico también se fundamenta en una sólida cultura de evaluación permanente. Cada federación deportiva establece indicadores de desempeño, metas competitivas y procesos continuos de seguimiento técnico. La evidencia científica orienta la toma de decisiones sobre entrenamiento, selección de atletas e innovación tecnológica. Este enfoque basado en datos ha permitido optimizar recursos y maximizar el rendimiento deportivo, demostrando que la excelencia competitiva depende tanto de la gestión organizacional como del desempeño individual de los deportistas (Balyi, Way & Higgs, 2013).

Australia constituye otro modelo ampliamente reconocido por su sistema nacional de desarrollo deportivo. Desde la creación del Australian Institute of Sport (AIS), el país ha desarrollado programas específicos para atletas paralímpicos que integran investigación científica, entrenamiento multidisciplinario y acompañamiento integral. Los deportistas reciben apoyo médico, psicológico, nutricional, fisioterapéutico y tecnológico desde etapas tempranas de su carrera deportiva. Este enfoque holístico favorece procesos sostenibles de desarrollo humano y deportivo, incrementando la permanencia de los atletas dentro del sistema competitivo (Australian Institute of Sport, 2023).

El modelo australiano también destaca por su estrecha relación entre universidades y centros de investigación. Las instituciones académicas participan activamente en estudios relacionados con biomecánica, fisiología del ejercicio, ingeniería biomédica, inteligencia artificial aplicada al deporte y desarrollo de dispositivos adaptativos. La transferencia del conocimiento científico hacia el entrenamiento deportivo ha permitido mejorar significativamente el rendimiento competitivo de

los atletas paralímpicos, evidenciando la importancia de la investigación interdisciplinaria como componente esencial del éxito internacional (Tweedy & Vanlandewijck, 2011).

Otro ejemplo relevante corresponde a Canadá, cuyo sistema deportivo enfatiza el desarrollo del talento desde edades tempranas mediante programas comunitarios inclusivos. El modelo canadiense articula escuelas, universidades, clubes deportivos, organizaciones de personas con discapacidad y entidades gubernamentales bajo un enfoque colaborativo. Además de la preparación competitiva, el sistema promueve el bienestar físico, psicológico y social de los deportistas, entendiendo que el rendimiento sostenible depende de una formación integral. Este enfoque coincide con los principios del Long-Term Athlete Development (LTAD), ampliamente reconocido en la literatura científica como una estrategia efectiva para el desarrollo deportivo a largo plazo (Balyi et al., 2013).

Estados Unidos constituye uno de los referentes más importantes en el desarrollo del deporte adaptado gracias a un modelo descentralizado que integra universidades, organizaciones sin ánimo de lucro, centros de rehabilitación, entidades gubernamentales y el Comité Paralímpico de Estados Unidos. La legislación estadounidense, especialmente la *Americans with Disabilities Act* (ADA), ha favorecido la eliminación de barreras para la participación deportiva, mientras que el sistema universitario ha impulsado programas de investigación, becas y formación de atletas de alto rendimiento. La colaboración entre instituciones académicas y organizaciones deportivas permite que los deportistas tengan acceso simultáneo a educación superior, preparación competitiva y servicios especializados, consolidando una trayectoria deportiva sostenible (United States Olympic & Paralympic Committee [USOPC], 2023). Este modelo demuestra que la articulación entre educación, inclusión y deporte fortalece el desarrollo del talento y contribuye a la excelencia competitiva.

Otro aspecto distintivo del modelo estadounidense es la estrecha relación entre innovación tecnológica y rendimiento deportivo. Diversos laboratorios

universitarios y centros de investigación desarrollan prótesis de última generación, sillas de ruedas deportivas, dispositivos biomecánicos y sistemas inteligentes de análisis del movimiento que optimizan el desempeño competitivo. Asimismo, la aplicación de tecnologías como la captura tridimensional del movimiento, sensores portátiles, inteligencia artificial y análisis de grandes volúmenes de datos permite personalizar los programas de entrenamiento de acuerdo con las características funcionales de cada deportista. Según Tweedy y Vanlandewijck (2011), la incorporación de evidencia científica en los procesos de entrenamiento constituye uno de los factores más determinantes para mejorar el rendimiento en el deporte paralímpico contemporáneo.

Alemania representa otro modelo internacional de éxito sustentado en una sólida estructura institucional y en la estrecha cooperación entre el sistema sanitario y el deporte adaptado. Los programas de rehabilitación funcional incorporan actividades deportivas desde las primeras etapas del proceso terapéutico, facilitando la transición hacia el deporte recreativo y posteriormente al alto rendimiento. Esta integración entre salud y deporte favorece el desarrollo físico, psicológico y social de las personas con discapacidad, ampliando la base de talentos disponibles para las selecciones nacionales. Paralelamente, el Comité Paralímpico Alemán coordina estrategias de formación de entrenadores, investigación aplicada y desarrollo organizacional que fortalecen la competitividad internacional del país (International Paralympic Committee [IPC], 2023).

Japón ha consolidado un modelo innovador basado en la integración de tecnología avanzada, planificación estratégica y cultura de la mejora continua. La preparación para los Juegos Paralímpicos de Tokio 2020 impulsó inversiones significativas en infraestructura accesible, investigación científica, robótica aplicada al entrenamiento y equipamiento deportivo adaptado. Universidades, empresas tecnológicas y centros médicos colaboran permanentemente en proyectos destinados a mejorar la eficiencia biomecánica, reducir el riesgo de lesiones y optimizar la recuperación funcional de los atletas. Este enfoque evidencia que la innovación tecnológica constituye un componente estratégico para incrementar la

competitividad internacional, especialmente cuando se articula con políticas públicas sostenibles y procesos permanentes de investigación (World Health Organization [WHO], 2022).

China ha experimentado un crecimiento extraordinario en el deporte paralímpico mediante un modelo altamente estructurado de identificación y desarrollo del talento. El gobierno nacional ha realizado inversiones sostenidas en centros especializados de entrenamiento, programas de detección temprana, investigación científica y formación de entrenadores altamente calificados. Asimismo, la planificación centralizada facilita la asignación eficiente de recursos y la coordinación entre instituciones deportivas, educativas y sanitarias. Los resultados obtenidos durante las últimas ediciones de los Juegos Paralímpicos reflejan la efectividad de este modelo, caracterizado por una preparación sistemática, altos niveles de disciplina organizacional y una fuerte inversión estatal orientada hacia el alto rendimiento (IPC, 2023).

En América Latina, Brasil constituye uno de los casos más representativos de crecimiento sostenido en el deporte adaptado. La realización de los Juegos Paralímpicos de Río de Janeiro 2016 impulsó importantes transformaciones institucionales que fortalecieron la infraestructura deportiva, los programas de formación de entrenadores y los mecanismos de financiamiento para atletas paralímpicos. El Comité Paralímpico Brasileño desarrolló centros nacionales de entrenamiento con servicios integrales que incluyen medicina deportiva, fisioterapia, nutrición, psicología, análisis biomecánico y apoyo científico. Además, el fortalecimiento de programas escolares y comunitarios ha incrementado significativamente la participación de personas con discapacidad en actividades deportivas, ampliando la base para la identificación de futuros talentos (Comité Paralímpico Brasileño, 2023). La experiencia brasileña demuestra que los grandes eventos deportivos pueden convertirse en catalizadores de transformaciones estructurales cuando forman parte de una estrategia de desarrollo de largo plazo.

Los países nórdicos, especialmente Noruega, Suecia y Dinamarca, han desarrollado modelos exitosos fundamentados en los principios de inclusión, equidad y bienestar social. En estas naciones, el deporte adaptado forma parte del sistema general de práctica deportiva, evitando estructuras segregadas y promoviendo la participación conjunta siempre que las condiciones lo permiten. Desde edades tempranas, niños y jóvenes con discapacidad tienen acceso a programas deportivos organizados por escuelas, municipios y clubes comunitarios, favoreciendo el desarrollo de hábitos saludables y trayectorias deportivas continuas. Este enfoque inclusivo fortalece tanto la participación recreativa como la formación de atletas de alto rendimiento, evidenciando que la excelencia competitiva puede coexistir con políticas orientadas hacia la igualdad de oportunidades y el desarrollo humano integral (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2015).

El análisis comparativo de los modelos internacionales evidencia que, aunque cada país ha desarrollado estrategias acordes con su contexto político, económico y cultural, existen factores comunes que explican el éxito sostenido en el deporte adaptado. Entre ellos destacan la existencia de políticas públicas de largo plazo, el financiamiento estable, la coordinación entre instituciones gubernamentales y organizaciones deportivas, la formación continua de entrenadores especializados, la investigación científica aplicada y la incorporación de tecnologías innovadoras en los procesos de entrenamiento. De Bosscher et al. (2015) sostienen que el rendimiento deportivo internacional no depende únicamente del talento individual, sino de la calidad del sistema que respalda el desarrollo del deportista desde las etapas iniciales hasta el alto rendimiento. En consecuencia, la excelencia competitiva se construye mediante ecosistemas deportivos integrales y sostenibles.

Otro elemento transversal observado en los modelos de mayor éxito es la profesionalización de los recursos humanos. Los entrenadores, clasificadores funcionales, médicos deportivos, fisioterapeutas, psicólogos, nutricionistas, biomecánicos e ingenieros trabajan de manera interdisciplinaria para optimizar el rendimiento de los atletas. Esta colaboración favorece una atención integral que considera simultáneamente las dimensiones físicas, técnicas, psicológicas, sociales

y tecnológicas del entrenamiento deportivo. Asimismo, la actualización permanente del talento humano mediante programas de educación continua garantiza la incorporación de los avances científicos más recientes en la práctica deportiva. Según la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2022), la capacitación especializada constituye un componente esencial para garantizar servicios deportivos inclusivos, seguros y de alta calidad.

Para América Latina, los modelos internacionales ofrecen importantes aprendizajes que pueden ser adaptados respetando las particularidades de cada contexto nacional. Si bien las limitaciones presupuestales representan un desafío frecuente, la evidencia demuestra que la planificación estratégica, la articulación interinstitucional y el fortalecimiento de alianzas entre universidades, gobiernos, empresas y organizaciones deportivas pueden generar resultados significativos incluso con recursos limitados. Asimismo, el desarrollo de sistemas nacionales de identificación de talentos, programas permanentes de formación de entrenadores y redes de investigación aplicada contribuiría a mejorar la competitividad regional en el deporte adaptado. En este sentido, la cooperación internacional constituye una herramienta valiosa para intercambiar buenas prácticas y fortalecer las capacidades institucionales de los países latinoamericanos (UNESCO, 2015).

En el caso colombiano, la consolidación de un modelo de excelencia competitiva en el deporte adaptado requiere fortalecer los procesos de gobernanza deportiva, incrementar la inversión en infraestructura accesible, ampliar los programas de formación especializada y consolidar sistemas de evaluación sustentados en indicadores objetivos de desempeño. Igualmente, resulta prioritario promover una mayor vinculación entre universidades, centros de investigación, entidades territoriales y organizaciones deportivas para favorecer la producción de conocimiento científico aplicado al deporte paralímpico. La incorporación de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el análisis biomecánico avanzado y los sistemas digitales de seguimiento del entrenamiento, permitirá optimizar la preparación deportiva y fortalecer la competitividad internacional de

los atletas colombianos. Estas acciones deben enmarcarse dentro de políticas públicas orientadas hacia la inclusión, la equidad y el desarrollo humano sostenible. Los avances tecnológicos seguirán desempeñando un papel determinante en la evolución del deporte adaptado durante las próximas décadas. El desarrollo de materiales inteligentes, prótesis de alta precisión, sensores biométricos, plataformas de análisis de datos, realidad virtual, simuladores de entrenamiento e inteligencia artificial permitirá diseñar programas altamente personalizados que maximicen el rendimiento deportivo y reduzcan el riesgo de lesiones. Sin embargo, estos avances deberán acompañarse de principios éticos que garanticen el acceso equitativo a la tecnología y eviten ampliar las desigualdades entre países con diferentes niveles de desarrollo económico. Como señalan Tweedy y Vanlandewijck (2011), la innovación tecnológica adquiere verdadero valor cuando fortalece la participación inclusiva y respeta los principios de justicia deportiva.

En conclusión, los modelos internacionales de éxito en el deporte adaptado demuestran que la excelencia competitiva es el resultado de una visión sistémica donde convergen políticas públicas sólidas, financiamiento sostenible, innovación científica, desarrollo tecnológico, formación del talento humano y compromiso institucional con la inclusión. Reino Unido, Australia, Canadá, Estados Unidos, Alemania, Japón, China, Brasil y los países nórdicos ofrecen experiencias valiosas que evidencian la importancia de construir ecosistemas deportivos integrales capaces de responder a las necesidades de los atletas con discapacidad. Para Colombia y América Latina, la adaptación de estas buenas prácticas representa una oportunidad estratégica para fortalecer el deporte adaptado como motor de inclusión social, desarrollo humano y reconocimiento internacional. La consolidación de modelos propios, sustentados en evidencia científica y cooperación interinstitucional, permitirá avanzar hacia sistemas deportivos más competitivos, equitativos y sostenibles.

El estudio de los modelos internacionales de éxito en el deporte adaptado permite afirmar que los mejores resultados deportivos no son producto del azar, sino de políticas de Estado sostenidas en el tiempo, acompañadas por una planificación

estratégica basada en evidencia. Las experiencias de Reino Unido, Australia, Canadá, Estados Unidos, Alemania, Japón, China, Brasil y los países nórdicos muestran que la excelencia competitiva depende de la articulación entre instituciones deportivas, sistemas educativos, centros de investigación, servicios de salud y mecanismos permanentes de financiación.

También, la investigación confirma que la innovación tecnológica y el conocimiento científico constituyen factores determinantes para optimizar el rendimiento de los atletas, mejorar los procesos de entrenamiento y garantizar condiciones de competencia más equitativas. La profesionalización del talento humano y el trabajo interdisciplinario fortalecen la calidad de los programas deportivos y favorecen el desarrollo integral de los deportistas.

Para Colombia y América Latina, estos modelos representan referentes que pueden adaptarse a las condiciones locales mediante políticas públicas orientadas hacia la inclusión, la gobernanza, la cooperación interinstitucional y la inversión en investigación e infraestructura. La construcción de sistemas nacionales sólidos permitirá consolidar un deporte adaptado más competitivo, sostenible y socialmente transformador.

Capítulo 14. El futuro del entrenamiento deportivo adaptado

El entrenamiento deportivo adaptado se encuentra en un momento de profunda transformación impulsada por los avances científicos, tecnológicos y sociales que buscan optimizar el rendimiento de los deportistas con discapacidad desde una perspectiva integral. En las últimas décadas, el deporte adaptado ha dejado de concebirse únicamente como un mecanismo de rehabilitación para consolidarse como un escenario de alto rendimiento, inclusión social, innovación tecnológica y desarrollo humano. Este cambio de paradigma exige modelos de entrenamiento fundamentados en la evidencia científica, capaces de responder a las características fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y funcionales de cada atleta. El futuro del entrenamiento deportivo adaptado dependerá de la integración de tecnologías emergentes, inteligencia artificial, análisis masivo de datos, medicina personalizada y enfoques interdisciplinarios que permitan diseñar programas altamente individualizados (International Paralympic Committee [IPC], 2023; World Health Organization [WHO], 2022).

Históricamente, los programas de entrenamiento dirigidos a personas con discapacidad se basaban en modelos convencionales adaptados de manera empírica, sin considerar suficientemente las particularidades funcionales de cada condición clínica. Sin embargo, la investigación contemporánea demuestra que las respuestas fisiológicas al ejercicio presentan diferencias importantes dependiendo del tipo de discapacidad, el nivel de lesión, la clasificación funcional y las demandas específicas de cada modalidad deportiva. En consecuencia, los modelos actuales evolucionan hacia sistemas dinámicos donde el entrenamiento deja de ser uniforme para convertirse en un proceso individualizado sustentado en la valoración continua del deportista. Esta evolución representa uno de los pilares sobre los cuales se construirá el futuro del deporte adaptado de alto rendimiento (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; Dehghansai et al., 2021).

Uno de los mayores avances previstos corresponde a la incorporación de la inteligencia artificial en la planificación del entrenamiento deportivo adaptado. Los algoritmos de aprendizaje automático permiten analizar miles de variables fisiológicas, biomecánicas, psicológicas y ambientales para predecir respuestas individuales al entrenamiento, optimizar cargas de trabajo y disminuir el riesgo de lesiones. Estos sistemas serán capaces de generar programas completamente personalizados considerando el historial competitivo, las características médicas, la clasificación funcional y las respuestas obtenidas en tiempo real durante las sesiones de entrenamiento. La inteligencia artificial no reemplazará al entrenador, sino que fortalecerá su capacidad para tomar decisiones basadas en datos objetivos y actualizados permanentemente (Baca & Kornfeind, 2020; Claudino et al., 2019).

El futuro del entrenamiento deportivo adaptado estará estrechamente relacionado con el desarrollo de dispositivos inteligentes capaces de monitorizar continuamente variables fisiológicas durante el entrenamiento y la competencia. Sensores portátiles permitirán registrar frecuencia cardíaca, variabilidad cardíaca, saturación de oxígeno, temperatura corporal, gasto energético, activación muscular, calidad del sueño y niveles de fatiga en tiempo real. La integración de esta información facilitará ajustes inmediatos en la intensidad del entrenamiento, mejorando tanto el rendimiento como la prevención de lesiones. Además, estos dispositivos podrán adaptarse específicamente a deportistas con amputaciones, lesiones medulares, parálisis cerebral o discapacidad visual, ampliando considerablemente la precisión del seguimiento individual (Plews et al., 2017; Halson, 2014).

Los avances en biomecánica computacional permitirán comprender con mayor precisión los patrones de movimiento propios del deporte adaptado. Sistemas de captura tridimensional, sensores inerciales y plataformas de fuerza ofrecerán información detallada sobre la eficiencia técnica de cada gesto deportivo. Esta tecnología facilitará la identificación temprana de compensaciones musculares, desequilibrios articulares y factores de riesgo asociados con lesiones por sobreuso. En disciplinas paralímpicas como atletismo, natación, ciclismo, baloncesto en silla de ruedas y esgrima adaptada, el análisis biomecánico se convertirá en una

herramienta indispensable para optimizar la técnica deportiva y maximizar el rendimiento competitivo (Frossard et al., 2019; Sanderson & Sommer, 1985).

La medicina deportiva evolucionará hacia modelos completamente personalizados mediante la integración de genética, epigenética, metabolómica y biomarcadores moleculares. Estas herramientas permitirán identificar predisposiciones individuales relacionadas con recuperación muscular, susceptibilidad a lesiones, adaptación cardiovascular y capacidad aeróbica. En consecuencia, los entrenadores podrán ajustar con mayor precisión las cargas de entrenamiento, los períodos de recuperación y las estrategias nutricionales según el perfil biológico específico de cada deportista. Esta medicina de precisión contribuirá significativamente a prolongar la vida deportiva, mejorar la salud integral y aumentar la eficacia del entrenamiento adaptado (Joyner & Coyle, 2008; Pitsiladis et al., 2016).

Otra tendencia relevante será la incorporación de sistemas robóticos en los procesos de entrenamiento deportivo adaptado. Exoesqueletos inteligentes, plataformas de rehabilitación robotizada y dispositivos automatizados facilitarán el perfeccionamiento técnico, la readaptación funcional y el fortalecimiento muscular específico. Estas tecnologías permitirán repetir movimientos con alta precisión, proporcionando retroalimentación inmediata sobre el desempeño motor del deportista. Asimismo, favorecerán procesos de recuperación posteriores a lesiones, reduciendo los tiempos de rehabilitación y permitiendo un retorno progresivo al entrenamiento competitivo. La combinación entre robótica, realidad aumentada y entrenamiento funcional representa uno de los escenarios más prometedores para el desarrollo futuro del deporte adaptado (Dollar & Herr, 2008; Molteni et al., 2018)

La realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) representan dos de las tecnologías con mayor potencial para transformar el entrenamiento deportivo adaptado durante las próximas décadas. Estas herramientas permiten recrear escenarios competitivos altamente realistas en ambientes completamente seguros y controlados, favoreciendo el aprendizaje técnico, táctico y cognitivo de los deportistas con discapacidad. Mediante simuladores inmersivos es posible entrenar la toma de decisiones, mejorar los tiempos de reacción, fortalecer la percepción

espacial y desarrollar habilidades específicas sin exponer al atleta a riesgos físicos innecesarios. Asimismo, la realidad aumentada facilita la superposición de información biomecánica y táctica durante la ejecución del movimiento, proporcionando retroalimentación inmediata que favorece la corrección técnica. En disciplinas como el atletismo paralímpico, el ciclismo adaptado, la natación, el boccia y el baloncesto en silla de ruedas, estas tecnologías permitirán optimizar los procesos de aprendizaje y aumentar significativamente la calidad del entrenamiento (Rizzo & Koenig, 2017; Howard, 2019).

El crecimiento exponencial de los sistemas de recopilación de datos permitirá que el entrenamiento deportivo adaptado evolucione hacia modelos fundamentados en la analítica predictiva. Cada sesión de entrenamiento generará grandes volúmenes de información relacionados con variables fisiológicas, biomecánicas, psicológicas, ambientales y competitivas que podrán ser procesadas mediante algoritmos avanzados de inteligencia artificial. El análisis integrado de estos datos facilitará la identificación de patrones de rendimiento, la predicción de estados de fatiga, la estimación del riesgo de lesión y la planificación óptima de cargas de entrenamiento. La utilización del Big Data permitirá además comparar el comportamiento de atletas con perfiles funcionales similares, fortaleciendo los procesos de clasificación deportiva y la construcción de modelos predictivos específicos para cada disciplina paralímpica. Este enfoque favorecerá una toma de decisiones más objetiva, reduciendo la dependencia exclusiva de la experiencia empírica del entrenador (McCullagh et al., 2020; Claudino et al., 2019).

Los avances en neurociencia permitirán comprender con mayor profundidad los mecanismos cerebrales implicados en el aprendizaje motor, el control del movimiento y la adaptación funcional de los deportistas con discapacidad. Las técnicas modernas de neuroimagen, electroencefalografía, estimulación cerebral no invasiva y evaluación cognitiva facilitarán el diseño de programas orientados a potenciar la plasticidad neuronal y optimizar la coordinación motora. En atletas con lesiones medulares, amputaciones, parálisis cerebral o discapacidad visual, estos conocimientos permitirán desarrollar estrategias de entrenamiento altamente

específicas que favorezcan la reorganización cortical y el perfeccionamiento del control neuromuscular. Además, la integración entre neurociencia, biomecánica y fisiología ampliará considerablemente las posibilidades de mejorar el rendimiento deportivo mediante intervenciones basadas en evidencia científica (Seidel-Marzi & Ragert, 2020; Cotman et al., 2007).

El futuro del entrenamiento deportivo adaptado también dependerá del desarrollo de programas nutricionales completamente personalizados. La nutrición de precisión integrará información genética, composición corporal, microbiota intestinal, metabolismo energético, perfil inflamatorio y características funcionales para establecer estrategias alimentarias adaptadas a las necesidades individuales de cada deportista. Este enfoque permitirá optimizar la disponibilidad energética, favorecer la recuperación muscular, mejorar la función inmunológica y disminuir el riesgo de lesiones derivadas de procesos inflamatorios o déficits nutricionales. En deportistas con amputaciones, lesiones neurológicas o limitaciones motoras, donde el gasto energético puede diferir considerablemente del observado en atletas convencionales, la nutrición personalizada constituirá un componente esencial dentro de la planificación integral del entrenamiento (Thomas et al., 2016; Burke et al., 2021).

El modelo tradicional basado exclusivamente en la figura del entrenador evolucionará hacia equipos interdisciplinarios altamente especializados que integren médicos deportivos, fisioterapeutas, biomecánicos, nutricionistas, psicólogos, ingenieros biomédicos, científicos del deporte, analistas de datos y especialistas en tecnología aplicada. Esta colaboración permitirá abordar el entrenamiento deportivo adaptado desde una perspectiva sistémica, considerando simultáneamente aspectos físicos, psicológicos, sociales, tecnológicos y médicos. La coordinación entre disciplinas favorecerá una evaluación permanente del estado funcional del deportista, optimizando la planificación de cargas, la recuperación, la prevención de lesiones y el desarrollo integral del rendimiento. Diversas investigaciones evidencian que los equipos multidisciplinarios incrementan significativamente la eficiencia de los programas deportivos de alto rendimiento,

especialmente en contextos paralímpicos donde la complejidad funcional exige intervenciones altamente especializadas (Rees et al., 2016; Dehghansai et al., 2021). Las tendencias contemporáneas reconocen que el rendimiento deportivo no depende únicamente de la preparación física, sino también del bienestar psicológico y emocional del atleta. El entrenamiento deportivo adaptado del futuro incorporará programas permanentes de apoyo psicológico orientados al fortalecimiento de la resiliencia, la motivación, el manejo del estrés competitivo, la regulación emocional y la prevención del agotamiento mental. Asimismo, se prestará mayor atención a factores como la identidad deportiva, la inclusión social, la calidad de vida y el equilibrio entre la carrera deportiva y la vida personal. El enfoque biopsicosocial permitirá comprender al deportista como un ser integral, favoreciendo intervenciones que mejoren simultáneamente el rendimiento competitivo y la salud mental a largo plazo. Esta perspectiva resulta especialmente relevante para atletas que enfrentan procesos de adaptación derivados de discapacidades adquiridas o congénitas (Rice et al., 2016; Purcell et al., 2019).

El desarrollo del entrenamiento deportivo adaptado también estará condicionado por principios de sostenibilidad, accesibilidad e inclusión social. Los programas futuros buscarán garantizar igualdad de oportunidades mediante infraestructuras deportivas accesibles, tecnologías de bajo costo, formación especializada para entrenadores y políticas públicas orientadas a reducir las desigualdades existentes entre países desarrollados y en desarrollo. Paralelamente, la innovación tecnológica deberá diseñarse bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental, favoreciendo soluciones que puedan implementarse en diversos contextos sociales. La cooperación internacional entre universidades, centros de investigación, organizaciones deportivas y comités paralímpicos fortalecerá la transferencia de conocimiento y permitirá democratizar el acceso a las mejores prácticas de entrenamiento. En consecuencia, el futuro del deporte adaptado no solo dependerá del avance científico, sino también del compromiso ético con la equidad, la inclusión y el desarrollo humano sostenible (United Nations, 2015; International Paralympic Committee, 2023).

Uno de los factores determinantes para el futuro del entrenamiento deportivo adaptado será la cualificación permanente de los entrenadores. La creciente complejidad de las ciencias aplicadas al deporte exige profesionales con competencias interdisciplinarias que integren conocimientos de fisiología, biomecánica, neurociencia, medicina deportiva, psicología, tecnología, análisis de datos y clasificación funcional. Además de dominar los fundamentos técnicos de cada disciplina, el entrenador deberá desarrollar habilidades para interpretar información proveniente de sensores inteligentes, plataformas de análisis del rendimiento e inteligencia artificial, transformándola en decisiones prácticas para la planificación del entrenamiento.

La formación continua permitirá responder a los rápidos avances científicos y tecnológicos, garantizando intervenciones seguras, eficaces y éticamente responsables. En este contexto, las universidades, federaciones deportivas y comités paralímpicos desempeñarán un papel esencial en la actualización profesional mediante programas de educación permanente, certificaciones internacionales y redes globales de intercambio científico (International Paralympic Committee [IPC], 2023; Nash, Sproule, & Horton, 2017).

La clasificación funcional constituye uno de los elementos más importantes para garantizar la equidad competitiva en el deporte adaptado. En los próximos años se espera una evolución significativa hacia sistemas de clasificación sustentados en evidencia científica, reduciendo progresivamente la subjetividad presente en algunos procesos de evaluación. El uso de análisis biomecánico tridimensional, electromiografía, sensores de movimiento, inteligencia artificial y pruebas funcionales estandarizadas permitirá establecer clasificaciones más objetivas, reproducibles y precisas. Paralelamente, la evaluación del rendimiento incorporará indicadores multidimensionales que integrarán variables físicas, técnicas, tácticas, psicológicas y cognitivas, proporcionando una visión mucho más completa del desarrollo deportivo. Estos avances fortalecerán la transparencia de las competiciones internacionales y favorecerán programas de entrenamiento mejor adaptados a las capacidades reales de cada atleta (Tweedy & Vanlandewijck, 2011; Beckman et al., 2017).

El crecimiento del entrenamiento deportivo adaptado dependerá en gran medida de la consolidación de redes internacionales de investigación y cooperación académica. La producción científica en este campo ha aumentado considerablemente durante la última década, impulsando el desarrollo de metodologías específicas para diferentes tipos de discapacidad y disciplinas paralímpicas. No obstante, aún persisten vacíos de conocimiento relacionados con la dosificación óptima de las cargas, la prevención de lesiones, la recuperación funcional y las respuestas fisiológicas específicas de numerosos grupos de deportistas.

En este sentido, la colaboración entre universidades, institutos de investigación, hospitales, centros tecnológicos, organizaciones deportivas y comités paralímpicos permitirá generar evidencia científica de alta calidad que fortalezca la toma de decisiones basada en datos. Asimismo, la investigación multicéntrica facilitará el desarrollo de protocolos internacionales estandarizados, promoviendo la transferencia de conocimiento hacia entrenadores y profesionales del deporte adaptado en diferentes contextos sociales y culturales (Vanlandewijck & Thompson, 2016; Dehghansai et al., 2021).

Aunque los avances tecnológicos ofrecen enormes oportunidades para optimizar el rendimiento deportivo, también plantean importantes desafíos éticos que deberán ser abordados de manera responsable. El uso de inteligencia artificial, dispositivos inteligentes, análisis genético y sistemas automatizados implica cuestiones relacionadas con la protección de datos personales, la privacidad, la equidad competitiva y el acceso desigual a las tecnologías de alto costo. Existe el riesgo de que las diferencias económicas entre países o instituciones deportivas generen brechas significativas en el acceso a herramientas avanzadas de entrenamiento, comprometiendo el principio de igualdad de oportunidades que caracteriza al movimiento paralímpico.

Además, será necesario establecer regulaciones claras sobre el uso de tecnologías de asistencia que puedan modificar sustancialmente el rendimiento deportivo. En consecuencia, el desarrollo tecnológico deberá estar acompañado de marcos

normativos sólidos que garanticen la ética, la transparencia y el respeto por la dignidad de los deportistas con discapacidad (World Anti-Doping Agency [WADA], 2021; Miah, 2017).

Las proyecciones internacionales indican que el entrenamiento deportivo adaptado evolucionará hacia modelos completamente personalizados, predictivos e inteligentes, sustentados en la integración de múltiples disciplinas científicas. La combinación entre inteligencia artificial, robótica, biomecánica avanzada, medicina personalizada, neurociencia, análisis masivo de datos y tecnologías inmersivas permitirá optimizar cada componente del rendimiento deportivo con niveles de precisión sin precedentes.

Paralelamente, la creciente inclusión social, el fortalecimiento de las políticas públicas y la expansión del movimiento paralímpico contribuirán a incrementar las oportunidades de participación deportiva para personas con discapacidad en todos los niveles competitivos. Estos avances consolidarán un modelo donde el entrenamiento no solo buscará maximizar el rendimiento, sino también promover la salud, la autonomía, la calidad de vida y el desarrollo humano integral de los atletas, fortaleciendo el papel del deporte como instrumento de transformación social (WHO, 2022; IPC, 2023).

El futuro del entrenamiento deportivo adaptado estará profundamente influenciado por la convergencia entre ciencia, tecnología e innovación, configurando un escenario donde la individualización del entrenamiento será el eje central de la preparación deportiva. Las nuevas herramientas digitales, la inteligencia artificial, la medicina de precisión, la biomecánica computacional y la neurociencia permitirán diseñar programas altamente específicos para cada deportista, optimizando el rendimiento y reduciendo simultáneamente el riesgo de lesiones. Sin embargo, estos avances deberán complementarse con una formación permanente de los profesionales, una sólida producción científica, políticas públicas inclusivas y principios éticos que garanticen la equidad en el acceso a la innovación. El entrenamiento deportivo adaptado del futuro no se limitará únicamente a alcanzar medallas o récords deportivos; constituirá un modelo integral orientado al

bienestar, la inclusión, la participación social y el reconocimiento pleno del potencial humano de las personas con discapacidad. Desde esta perspectiva, la evolución del entrenamiento deportivo adaptado representa una oportunidad extraordinaria para consolidar sociedades más equitativas, accesibles y comprometidas con el desarrollo sostenible mediante el deporte.

CONCLUSIONES

El entrenamiento deportivo adaptado se consolida como un campo científico altamente especializado que integra conocimientos provenientes de múltiples disciplinas para optimizar el rendimiento deportivo, preservar la salud del atleta y favorecer procesos de inclusión social sustentados en la evidencia científica.

La evolución del deporte adaptado demuestra que el éxito competitivo depende cada vez más de la planificación interdisciplinaria, la evaluación funcional permanente, la aplicación de tecnologías innovadoras y la formación continua de entrenadores capaces de interpretar las necesidades individuales de cada deportista.

La diversidad funcional constituye un elemento central en la planificación del entrenamiento, lo que exige programas altamente individualizados que respeten las características biológicas, fisiológicas, psicológicas y sociales de cada atleta, garantizando procesos seguros, eficientes y orientados hacia la excelencia deportiva.

Los avances en fisiología del ejercicio, biomecánica, neurociencias, nutrición, psicología deportiva, ingeniería biomédica e inteligencia artificial han ampliado significativamente las posibilidades de optimización del rendimiento, permitiendo desarrollar metodologías fundamentadas en datos objetivos y evidencia científica de alta calidad.

El fortalecimiento del deporte adaptado requiere incrementar la inversión en investigación, infraestructura accesible, formación especializada y cooperación internacional, promoviendo políticas públicas que garanticen igualdad de oportunidades para todas las personas con discapacidad interesadas en la práctica deportiva.

El deporte adaptado representa mucho más que una modalidad competitiva. Constituye un escenario privilegiado para el desarrollo humano, la transformación social y la construcción de sociedades más inclusivas, donde la excelencia deportiva se fundamenta en el conocimiento científico, la innovación tecnológica, la ética profesional y el reconocimiento pleno de la dignidad y del potencial de cada ser humano.

REFERENCIAS

American College of Sports Medicine. (2022). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* (11th ed.). Wolters Kluwer.

American Psychological Association. (2020). *Publication manual of the American Psychological Association* (7th ed.). American Psychological Association.

Andersen, M. B. (2012). *The psychology of elite athlete performance*. Routledge.

Appelbaum, L. G., & Erickson, G. (2018). *Sports vision training: A review of the state-of-the-art in digital training techniques*. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 11(1), 160–189.

Araújo, D., Davids, K., & Renshaw, I. (2019). *Cognition, emotion and action in sport: An ecological dynamics perspective*. Routledge.

Australian Institute of Sport. (2023). *High Performance Sport Strategy*. <https://www.ais.gov.au>

Baca, A., & Kornfeind, P. (2020). *Rapid feedback systems for elite sports training*. Routledge.

Baker, J., Copley, S., Schorer, J., & Wattie, N. (2020). *Routledge handbook of talent identification and development in sport*. Routledge.

Balagué, N., Torrents, C., Hristovski, R., & Kelso, J. A. S. (2020). *Sport science integration: An evolutionary synthesis*. *European Journal of Sport Science*, 20(6), 755–769.

Balyi, I., Way, R., & Higgs, C. (2013). *Long-Term Athlete Development*. Human Kinetics.

Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman.

Bartlett, R. (2007). *Introduction to sports biomechanics* (2nd ed.). Routledge.

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2020). *Neuroscience: Exploring the Brain* (4th ed.). Wolters Kluwer.

Beckman, E. M., Tweedy, S. M., & Connick, M. J. (2017). Classifying para-athletes for competition. *Sports Medicine*, 47(11), 2271–2277.

Behm, D. G. (2018). *The science and physiology of strength training: Implications for sport performance and rehabilitation*. Routledge.

Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.

Bouchard, C., Blair, S. N., & Haskell, W. L. (2012). *Physical activity and health* (2nd ed.). Human Kinetics.

Brittain, I. (2016). *The Paralympic Games explained*. Routledge.

Brooks, G. A., Fahey, T. D., & Baldwin, K. M. (2020). *Exercise physiology: Human bioenergetics and its applications* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Brüggemann, G.-P., Arampatzis, A., Emrich, F., & Potthast, W. (2008).

Biomechanics of double transtibial amputee sprinting using dedicated sprinting prostheses. *Sports Technology*, 1(4–5), 220–227.

Burke, L. M., Castell, L. M., Casa, D. J., Close, G. L., Costa, R. J. S., Desbrow, B., Halson, S. L., Lis, D. M., Melin, A. K., Peeling, P., Saunders, P. U., Slater, G. J., Sygo, J., & Witard, O. C. (2019). International Association of Athletics Federations consensus statement 2019: Nutrition for athletics. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(2), 73–84.

Burke, L. M., Hawley, J. A., Wong, S. H. S., & Jeukendrup, A. E. (2018). Carbohydrates for training and competition. *Journal of Sports Sciences*, 36(7), 1–10.

Burke, L. M., Jeukendrup, A. E., Jones, A. M., & Mooses, M. (2021). Contemporary nutrition strategies to optimize performance in athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 31(5), 355–363.

Burkett, B. (2010). Technology in Paralympic sport: Performance enhancement or essential for performance? *British Journal of Sports Medicine*, 44(3), 215–220. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.068296>

Carron, A. V., Brawley, L. R., & Eys, M. A. (2002). *Group dynamics in sport*. Fitness Information Technology.

Casa, D. J., Cheuvront, S. N., Galloway, S. D. R., & Shirreffs, S. M. (2019). Fluid needs for training, competition, and recovery in athletes. *Journal of Athletic Training*, 54(8), 805–817.

Claudino, J. G., Capanema, D. O., de Souza, T. V., Serrão, J. C., Machado Pereira, A. C., & Nassis, G. P. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence

for injury risk assessment and performance prediction in team sports. *Sports Medicine - Open*, 5(1), 28.

Claudino, J. G., et al. (2019). Current approaches to the use of artificial intelligence for injury risk assessment and performance prediction in team sports. *Sports Medicine*, 49(10), 1523–1532.

Close, G. L., Kasper, A. M., & Morton, J. P. (2016). From paper to podium: The applied science of nutrition for elite athletes. *Journal of Sports Sciences*, 34(12), 1043–1052.

Comité Paralímpico Brasileño. (2023). *Relatório Institucional*. <https://www.cpb.org.br>

Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 1—Biological basis of maximal power production. *Sports Medicine*, 41(1), 17–38. <https://doi.org/10.2165/11537690-000000000-00000>

Côté, J., & Gilbert, W. (2009). An integrative definition of coaching effectiveness and expertise. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 4(3), 307–323. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.4.3.307>

Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L. A. (2007). Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 30(9), 464–472.

Cramer, S. C., Sur, M., Dobkin, B. H., O'Brien, C., Sanger, T. D., Trojanowski, J. Q., ... Vinogradov, S. (2011). Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*, 134(6), 1591–1609.

Cumming, J., & Williams, S. E. (2013). Introducing the revised applied model of deliberate imagery use. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 8(1), 1–22.

Davids, K., Araújo, D., Shuttleworth, R., & Button, C. (2015). Acquiring skill in sport: A constraints-led perspective. En N. Hodges & M. Williams (Eds.), *Skill acquisition in sport: Research, theory and practice* (3rd ed., pp. 113–138). Routledge.

Dayan, E., & Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity subserving motor skill learning. *Neuron*, 72(3), 443–454.

De Bosscher, V., Shibli, S., Westerbeek, H., & Van Bottenburg, M. (2015). *Successful Elite Sport Policies: An International Comparison of the Sports Policy*

Factors Leading to International Sporting Success (SPLISS 2.0). Meyer & Meyer Sport.

Debarnot, U., Sperduti, M., Di Rienzo, F., & Guillot, A. (2014). Experts' bodies, experts' minds: How physical and mental training shape the brain. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 280.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268.

Dehghansai, N., Lemez, S., Wattie, N., & Baker, J. (2021). A systematic review of influences on development of athletes with disabilities. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 38(2), 157–181. <https://doi.org/10.1123/apaq.2020-0017>

Dehghansai, N., Lemez, S., Wattie, N., & Baker, J. (2021). Training and development of Paralympic athletes: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 39(21), 2439–2452. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1929738>

DePauw, K. P., & Gavron, S. J. (2005). *Disability sport* (2nd ed.). Human Kinetics.

Derman, W., Schwellnus, M., Jordaan, E., Blauwet, C., Emery, C. A., Pit-Grosheide, P., & Webborn, N. (2018). The incidence and patterns of illness and injury during the Paralympic Games: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 52(1), 4–11. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098512>

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168.

Dollar, A. M., & Herr, H. (2008). Lower extremity exoskeletons and active orthoses: Challenges and state of the art. *IEEE Transactions on Robotics*, 24(1), 144–158.

Enoka, R. M., & Duchateau, J. (2016). Translating fatigue to human performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(11), 2228–2238. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000929>

Fletcher, D., & Sarkar, M. (2012). A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(5), 669–678.

Fransen, K., Haslam, S. A., Steffens, N. K., Vanbeselaere, N., De Cuyper, B., & Boen, F. (2015). Believing in “us”: Exploring leaders’ impact on team confidence. *Journal of Applied Sport Psychology*, 27(2), 202–218.

Frossard, L., et al. (2019). Biomechanics of Paralympic athletes. *Sports Biomechanics*.

Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance. *Sports Medicine*, 45(2), 161–186.

Galli, N., & Vealey, R. S. (2008). “Bouncing back” from adversity: Athletes’ experiences of resilience. *The Sport Psychologist*, 22(3), 316–335.

Goosey-Tolfrey, V. L. (2010). *Wheelchair sport: A complete guide for athletes, coaches and researchers*. Human Kinetics.

Goosey-Tolfrey, V. L. (Ed.). (2017). *Wheelchair sport: A complete guide for athletes, coaches and teachers* (2nd ed.). Routledge.

Goosey-Tolfrey, V. L., & Crosland, J. (2010). Nutritional practices of athletes with a disability. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(2), 134–145.

Goosey-Tolfrey, V. L., & Leicht, C. A. (2013). Field-based physiological testing of wheelchair athletes. *Sports Medicine*, 43(2), 77–91.

Greco, P. J., Memmert, D., & Morales, J. C. P. (2022). *Cognition, creativity and decision making in sport*. Routledge.

Groff, D. G., Lundberg, N. R., & Zabriskie, R. B. (2009). Influence of adapted sport on quality of life. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26(1), 39–58.

Gross, J. J. (2015). Emotion regulation: Current status and future prospects. *Psychological Inquiry*, 26(1), 1–26.

Gruzelier, J. H. (2014). EEG-neurofeedback for optimising performance. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 44, 124–141.

Gucciardi, D. F., Hanton, S., & Fleming, S. (2017). Are mental toughness and resilience the same? *International Journal of Sport Psychology*, 48(2), 73–96.

Gustafsson, H., DeFreese, J. D., & Madigan, D. J. (2017). Athlete burnout: Review and recommendations. *Current Opinion in Psychology*, 16, 109–113.

Guttmann, L. (1976). *Textbook of sport for the disabled*. HM+M Publishers.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.

Haff, G. G., & Triplett, N. T. (Eds.). (2016). *Essentials of strength training and conditioning* (4th ed.). Human Kinetics.

Hafner, B. J., Morgan, S. J., Abrahamson, D. C., Amtmann, D., Gaunaud, I. A., & Gailey, R. S. (2016). Characterizing mobility from the prosthetic limb user's perspective: Use of focus groups to guide development of the Prosthetic Limb Users Survey of Mobility. *Prosthetics and Orthotics International*, 40(5), 582–590.

Halson, S. L. (2014). Monitoring training load to understand fatigue in athletes. *Sports Medicine*, 44(Suppl. 2), S139–S147. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0253-z>

Hamill, J., Knutzen, K. M., & Derrick, T. R. (2021). *Biomechanical basis of human movement* (5th ed.). Wolters Kluwer.

Hanrahan, S. J., & Andersen, M. B. (2010). *Routledge handbook of applied sport psychology*. Routledge.

Hawley, J. A., Hargreaves, M., Joyner, M. J., & Zierath, J. R. (2014). Integrative biology of exercise. *Cell*, 159(4), 738–749. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.10.029>

Henriksen, K., Schinke, R., McCann, S., & Moesch, K. (2017). Athlete mental health and well-being. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 15(4), 1–15.

Hootman, J. M., Dick, R., & Agel, J. (2007). Epidemiology of collegiate injuries for 15 sports: Summary and recommendations. *Journal of Athletic Training*, 42(2), 311–319.

Howard, M. C. (2019). A meta-analysis and systematic literature review of virtual reality rehabilitation programs. *Computers in Human Behavior*, 70, 317–327.
International Blind Sports Federation. (2024). *IBSA Classification Rules and Procedures*. IBSA.

International Federation for Athletes with Intellectual Impairments. (2023). *Virtus Eligibility and Classification Rules*. Virtus.

International Paralympic Committee. (2015). *Athlete Classification Code*. International Paralympic Committee.

International Paralympic Committee. (2023). *Classification Code and International Standards*. International Paralympic Committee.

International Paralympic Committee. (2023). *IPC Athlete Development Framework*. International Paralympic Committee.

International Paralympic Committee. (2025). *IPC Classification Code and International Standards* (Version 1 January 2025). International Paralympic Committee.

International Paralympic Committee. (2025). *IPC handbook*. International Paralympic Committee.

Issurin, V. B. (2016). *Building the modern athlete: Scientific advancements and training innovations*. Ultimate Athlete Concepts.

Jeukendrup, A. E. (2017). Periodized nutrition for athletes. *Sports Medicine*, 47(Suppl 1), 51–63.

Joyner, M. J., & Coyle, E. F. (2008). Endurance exercise performance: The physiology of champions. *Journal of Physiology*, 586(1), 35–44.

Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. A. (2021). *Principles of neural science* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2021). *Physiology of sport and exercise* (7th ed.). Human Kinetics.

Kenney, W. L., Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2022). *Physiology of sport and exercise* (8th ed.). Human Kinetics.

Knudson, D. (2021). *Fundamentals of biomechanics* (3rd ed.). Springer.

Kolb, B., & Gibb, R. (2014). *The brain and behaviour: An introduction to behavioral neuroanatomy*. Worth Publishers.

Kolb, B., & Gibb, R. (2015). *The Brain's Plasticity and Behavior*. Psychology Press.

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339–361. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535040-00004>

Kreider, R. B., Stout, J. R., & Greenwood, M. (2017). Creatine supplementation: A review of current evidence. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18.

Lane, A. M., Beedie, C. J., Jones, M. V., Uphill, M., & Devonport, T. J. (2012). Mood and emotions in sport. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 1–10.

Larson-Meyer, D. E. (2015). Vitamin D and athletes: Current perspectives and new challenges. *Sports Medicine*, 45(1), 1–14.

Latash, M. L. (2020). *Motor Control and Learning*. Academic Press.

Lees, A. (2002). Technique analysis in sports: A critical review. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 813–828.

Magill, R. A., & Anderson, D. (2021). *Motor learning and control: Concepts and applications* (12th ed.). McGraw-Hill Education.

Magill, R. A., & Anderson, D. I. (2017). *Motor Learning and Control: Concepts and Applications* (11th ed.). McGraw-Hill.

Mann, D. L., Runswick, O. R., & Allen, P. M. (2019). Visual search behaviours and anticipation in sport. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 12(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/1750984X.2017.1411240>

Martens, R., Vealey, R. S., & Burton, D. (1990). *Competitive anxiety in sport*. Human Kinetics.

Martin Ginis, K. A., van der Ploeg, H. P., Foster, C., Lai, B., McBride, C. B., Ng, K., Pratt, M., Shirazipour, C. H., Smith, B., Vásquez, P. M., & Heath, G. W. (2021). Participation of people living with disabilities in physical activity: A global perspective. *The Lancet*, 398(10298), 443–455. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01164-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01164-8)

Martin, J. J. (2013). *The psychology of disability sport and exercise*. Oxford University Press.

Martin, J. J. (2015). *Disability and sport: Adapted physical activity*. Routledge.

Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., & Geyer, H. (2018). IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, 52(7), 439–455.

Mazzeo, F., Santamaria, S., & Iavarone, A. (2020). Nutrition education and adapted sports performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 15(4), 1–12.

McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2023). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (10th ed.). Wolters Kluwer.

McCullagh, P., et al. (2020). Big data analytics in elite sport. *Journal of Sports Analytics*.

McDuff, D., Czerwinski, M., & Reiter, A. (2019). Artificial intelligence for personalized sports performance analysis. *Nature Digital Medicine*, 2, 1–3.

McGuigan, M. R. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. Human Kinetics.

Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., ... Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome. *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1–24.

Miah, A. (2017). *The ethics of sport technology*. Routledge.

Molteni, F., et al. (2018). Exoskeleton and rehabilitation robotics: State of the art and future perspectives. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*.

Moran, A. (2016). *The psychology of concentration in sport performers*. Psychology Press.

Moritz, S. E., Feltz, D. L., Fahrbach, K. R., & Mack, D. E. (2000). The relation of self-efficacy measures to sport performance. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 71(3), 280–294.

Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., Lebrun, C., Lundy, B., Melin, A., Meyer, N., Sherman, R., Tenforde, A., Klungland Torstveit, M., & Budgett, R. (2018). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S). *British Journal of Sports Medicine*, 52, 687–697.

Mujika, I. (Ed.). (2018). *Recovery for performance in sport*. Human Kinetics.

Nash, C., Sproule, J., & Horton, P. (2017). *Sport coach education and development*. Routledge.

Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 201–217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>

Noakes, T. (2012). *Fatigue is a Brain-Derived Emotion that Regulates Exercise Behavior*. *Frontiers in Physiology*, 3, 82.

Oliver, M. (1996). *Understanding disability: From theory to practice*. Macmillan.
Organización de las Naciones Unidas. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. Naciones Unidas.

Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF)*. OMS.

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Global Report on Health Equity for Persons with Disabilities*. World Health Organization. <https://www.who.int>

Organización Mundial de la Salud. (2022). *Global status report on physical activity 2022*. OMS.

Park, J. L., & Fairweather, M. M. (2019). Neuroimaging in sport performance research: Current applications and future directions. *Journal of Sport and Health Science*, 8(5), 438–449.

Paulson, T. A. W., & Goosey-Tolfrey, V. L. (2017). Current perspectives on the physiology of wheelchair exercise. *Sports Medicine*, 47(1), 23–34. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0584-8>

Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 29(S1), S29–S38.

Phillips, S. M., & Winett, R. A. (2010). Uncomplicated resistance training and health-related outcomes: Evidence for a public health mandate. *Current Sports Medicine Reports*, 9(4), 208–213. <https://doi.org/10.1249/JSR.0b013e3181e7da73>

Pitsiladis, Y., et al. (2016). Athlome Project Consortium: A concerted effort to discover genomic and other “omic” markers of athletic performance. *Nature Reviews Genetics*.

Plews, D. J., et al. (2017). Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes. *Sports Medicine*.

Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2007). *Educating the Human Brain*. American Psychological Association.

Powers, S. K., & Howley, E. T. (2021). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance* (11th ed.). McGraw-Hill Education.

Purcell, L. K., Hingley, J., & Burgess, D. (2014). Nutrition considerations in athletes with disabilities. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(2), 133–137.

Purcell, R., et al. (2019). Mental health of elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 53(11), 667–699.

Purves, D., Augustine, G. J., Fitzpatrick, D., Hall, W. C., LaMantia, A. S., Mooney, R., Platt, M. L., & White, L. E. (2018). *Neuroscience* (6th ed.). Oxford University Press.

Raedeke, T. D., & Smith, A. L. (2001). *Development and preliminary validation of an athlete burnout measure*. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 23, 281–306.

Ratey, J. J., & Hagerman, E. (2013). *Spark: The Revolutionary New Science of Exercise and the Brain*. Little, Brown and Company.

Rees, T., et al. (2016). The Great British Medalists Project: A review of current knowledge on the development of the world's best sporting talent. *Sports Medicine*, 46(8), 1041–1058.

Rice, S. M., et al. (2016). Mental health and illness in elite athletes. *British Journal of Sports Medicine*, 50(3), 135–136.

Rizzo, A., & Koenig, S. (2017). Is clinical virtual reality ready for primetime? *Neuropsychology*, 31(8), 877–899.

Sanderson, D. J., & Sommer, H. J. (1985). Kinematic features of wheelchair propulsion. *Journal of Biomechanics*.

Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (2019). *Motor learning and performance: From principles to application* (6th ed.). Human Kinetics.

Seidel-Marzi, O., & Ragert, P. (2020). Neuroplasticity and motor learning in sports. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*.

Seligman, M. E. P. (2011). *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Free Press.

Sherrill, C. (2004). *Adapted physical activity, recreation and sport: Crossdisciplinary and lifespan* (6th ed.). McGraw-Hill.

Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). *Motor control: Translating research into clinical practice* (5th ed.). Wolters Kluwer.

Stellingwerff, T., Morton, J. P., & Burke, L. M. (2019). Nutrition for athletes: A practical guide. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(1), 1–9.

Tang, Y. Y., Hölzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225.

Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501–528. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>

Tweedy, S. M., & Vanlandewijck, Y. C. (2011). International Paralympic Committee position stand—Background and scientific principles of classification in Paralympic sport. *British Journal of Sports Medicine*, 45(4), 259–269. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.065060>

Tweedy, S. M., Beckman, E. M., & Connick, M. J. (2014). Paralympic classification: Conceptual basis, current methods and research update. *PM&R*, 6(8 Suppl.), S11–S17. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.05.013>

UK Sport. (2023). *High Performance Strategy*. <https://www.uksport.gov.uk>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2015). *Quality Physical Education Guidelines for Policy-Makers*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org>

United Nations. (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations.

United States Olympic & Paralympic Committee. (2023). *Paralympic Sport Development Programs*. <https://www.usopc.org>

Vallerand, R. J. (2015). *The psychology of passion: A dualistic model*. Oxford University Press.

Vanlandewijck, Y. C., & Thompson, W. R. (Eds.). (2016). *Training and coaching the Paralympic athlete*. Wiley-Blackwell.

Vealey, R. S. (2007). Mental skills training in sport. En G. Tenenbaum & R. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (3rd ed.). Wiley.

Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12(2), e0170845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170845>

Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M., & Petrovic, P. (2017). Core executive functions are associated with success in young elite soccer players. *PLoS ONE*, 12(2), e0170845.

Walker, M. P. (2017). *Why We Sleep: Unlocking the Power of Sleep and Dreams*. Scribner.

Walker, M. P., & Stickgold, R. (2006). Sleep, memory, and plasticity. *Annual Review of Psychology*, 57, 139–166.

Weinberg, R. S., & Gould, D. (2023). *Foundations of sport and exercise psychology* (8th ed.). Human Kinetics.

Williams, A. M., & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 3(4), 317–331.

Wilmore, J. H., Costill, D. L., & Kenney, W. L. (2008). *Physiology of sport and exercise* (4th ed.). Human Kinetics.

Winnick, J. P., & Porretta, D. L. (2017). *Adapted physical education and sport* (6th ed.). Human Kinetics.

Winstein, C. J., Stein, J., Arena, R., Bates, B., Cherney, L. R., Cramer, S. C., et al. (2016). Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery. *Stroke*, 47(6), e98–e169.

Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). John Wiley & Sons.

World Anti-Doping Agency. (2021). *World Anti-Doping Code 2021*. WADA.

World Health Organization. (2001). *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)*. World Health Organization.

World Health Organization. (2022). *Global report on health equity for persons with disabilities*. World Health Organization.

World Para Athletics. (2023). *World Para Athletics Classification Rules and Regulations*. World Para Athletics.

World Para Athletics. (2024). *World Para Athletics Rules and Regulations*. World Para Athletics.

World Para Swimming. (2025). *Classification Rules and Regulations*. World Para Swimming.

BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES



**AMALIA VILLAMIZAR
NAVARRO**



**ANDREA DEL PILAR
LIZCANO SANCHEZ**



**FABIÁN ANDRÉS
CONTRERAS JÁUREGUI**



CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO



EVALUACIÓN



ENTRENAMIENTO



ADAPTACIÓN



EXCELENCIA

amaliavillamizar@mail.uniatlantico.edu.co

andrealizcano@mail.uniatlantico.edu.co

fabiancontreras@mail.uniatlantico.edu.co



AMALIA VILLAMIZAR NAVARRO



Docente de planta, categoría Titular, de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Atlántico, vinculada al programa de Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deportes. Actualmente se desempeña como Coordinadora del Comité Interno de Asignación y Reconocimiento de Puntaje (CIARP) y hace parte del Grupo de Investigación en Educación Física y Ciencias Aplicadas al Deporte (GREDFICAD). Licenciada en Educación Física y Especialista en Gestión de Proyectos Informáticos de la Universidad de Pamplona; Magíster en Metodología del Entrenamiento Deportivo, mención Voleibol, del Instituto Superior de Cultura Física Manuel Fajardo de La Habana, Cuba; y Doctora en Educación de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) de Venezuela. A lo largo de su trayectoria profesional ha combinado la docencia universitaria con la investigación y la producción académica, construyendo una experiencia significativa en el campo de la Educación Física y las Ciencias del Deporte. Las áreas de interés se relacionan con el entrenamiento deportivo, el voleibol, el deporte adaptado y el deporte paralímpico, especialmente en aquellos procesos orientados a favorecer la participación y el desarrollo deportivo de las personas con discapacidad. La experiencia investigativa se refleja en la publicación de libros, capítulos de libro y artículos científicos, a través de los cuales ha compartido conocimientos y aportes derivados de su trabajo académico. amaliavillamizar@mail.uniatlantico.edu.co

ANDREA DEL PILAR LIZCANO SANCHEZ



Docente de Tiempo Completo Ocasional de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Atlántico, adscrita al programa de Licenciatura en Educación Infantil. Actualmente se desempeña como Coordinadora Misional de Prácticas Pedagógicas y Profesionales y es integrante del Grupo de Investigación en Educación Física y Ciencias Aplicadas al Deporte (GREDFICAD). Licenciada en Educación Básica con énfasis en Educación Física, Recreación y Deportes; Especialista en Entrenamiento Deportivo de la Universidad de Pamplona y Magíster en Actividad Física y Salud de la Universidad Simón Bolívar. Actualmente adelanta estudios de Doctorado en la Universidad Cuauhtémoc de México. Se ha desempeñado como docente en las asignaturas Inclusión y Estrategias Pedagógicas, Dimensión y Proceso Psicomotriz en la Primera Infancia y Práctica Profesional II. Cuenta con experiencia en el entrenamiento deportivo dirigido a personas con discapacidad específicamente en el deporte de la Boccia y ha desarrollado una trayectoria académica e investigativa en este campo. andrealizcano@mail.uniatlantico.edu.co

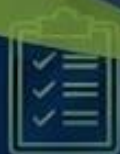
Fabián Andrés Contreras Jáuregui



Docente de planta, Categoría Asociado. Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deportes, Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad del Atlántico, Colombia. Líder - miembro del grupo de Investigación en Educación Física y Ciencias Aplicadas al Deporte GREDFICAD, Fisioterapeuta Universidad Manuela Beltrán, Especialista en Entrenamiento Deportivo Universidad de Pamplona, Doctor en ciencias de la Cultura Física Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte “Manuel Fajardo” La Habana - Cuba, demuestra una amplia experiencia en la docencia universitaria en temáticas como Morfofisiología Deportiva, Biomecánica, Kinesiología, Entrenamiento Deportivo, Técnicas de Evaluación, metodología de la investigación. Su trayectoria investigativa ha sido registrada en publicaciones nacionales e internacionales a través de artículos, libros lo que le ha permitido participar en congresos nacionales e internacionales. fabiancontreras@mail.uniatlantico.edu.co

EVALUACIÓN DE PARES

DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO AL RECONOCIMIENTO ACADÉMICO



CRITERIOS DE
CALIDAD



RIGOR
CIENTÍFICO



EXCELENCIA
ACADÉMICA



RETROALIMENTACIÓN
CONSTRUCTIVA



RECONOCIMIENTO

EVALUACIÓN DE PARES

I. Datos del libro

Título:	ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO: DEL CONOCIMIENTO A LA EXCELENCIA COMPETITIVA
----------------	---

II. Datos del evaluador 1.

Institución:	.Universidad de Sucre/Colombia
Grado académico:	Postdoc. Ph.D. MSc. Lic. Professor Titular.
Fecha de evaluación:	19/08/2026

III. CRITERIOS Y ESCALA DE EVALUACIÓN

Criterio	Rango escala (Puntos)
Publicable con pocas modificaciones	90-100
Publicable, pero el capítulo requiere modificaciones sustanciales y una nueva evaluación	80-89
No publicable	0-79

I. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

Asignar puntuación de acuerdo al rango de puntos según corresponda para cada criterio (Favor **sustentar** calificación asignada a cada criterio en el espacio correspondiente).

Criterio de evaluación	Rango/puntos	Puntaje
1. El título permite la identificación del tema tratado, recoge la variable o categoría de estudio.	De 0 a 3	3
2. Los resúmenes aportan suficiente información sobre el contenido de los capítulos. - Exponen los objetivos o propósitos. - Anuncian los métodos de la investigación. - Enfoques teóricos que sustentan los capítulos - Principales resultados, discusión y conclusiones. - Palabras clave.	De 0 a 3	3
3. La introducción de los capítulos contiene los siguientes aspectos: - Sitúa adecuadamente el problema u objeto de estudio.	De 0 a 4	4

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

- Enuncian los referentes teóricos y estos son coherentes con los mencionados en los resultados y la discusión. - Exponen la justificación de la investigación. - Analiza con el objetivo.		
4. La metodología enuncia y desarrolla en los capítulos: - Las variables o categorías de estudio. - El enfoque y alcance de la investigación. - La población y muestra o participantes del estudio. - Las técnicas e instrumentos de recolección de datos. - Las técnicas de procesamiento y análisis de datos. - El método que permite alcanzar el objetivo o propósito propuesto.	De 0-10	7
5. Los capítulos exponen los resultados de la investigación de manera adecuada con el objetivo o propósito descrito.	De 0-10	8
6. La discusión analiza los resultados obtenidos a luz de los elementos teóricos asumidos en la investigación.	De 0-10	7
7. Las conclusiones de los capítulos son coherentes con el (los) objetivo(s) o propósito(s) y están fundamentadas en los resultados o con la(s) tesis presentada(s).	De 0 a 10	9
8. Selectividad: Los capítulos presentados presentan aportaciones válidas y significativas al conocimiento del área desarrollada.	De 0 a 15	12
9. Las fuentes y las referencias son pertinentes y de calidad.	De 0 a 10	9
10. Normalidad: Las investigaciones están organizadas y escritas de forma adecuada para ser comprendida y discutida por la comunidad científica.	De 0 a 10	10
11. Los capítulos presentan elementos originales.	De 0 a 15	14
Sustentación:		

Calificación total	86
---------------------------	-----------

II. SÍNTESIS EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PRODUCTO

Criterios	Rango escala (Puntos)
Publicable con pocas modificaciones	X
Publicable, pero el capítulo requiere modificaciones sustanciales y una nueva evaluación	
No publicable	

III. OBSERVACIONES GENERALES:

Es un libro muy interesante y necesario a fin a todas las prácticas docentes de los diferentes tipos de enseñanzas.

IV. Datos del libro

Título:	ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO: DEL CONOCIMIENTO A LA EXCELENCIA COMPETITIVA
----------------	---

V. Datos del evaluador 1.

Institución:	Universidad de Córdoba/Colombia
Grado académico:	Postdoc. Ph.D. MSc. Lic. Profesor Asociado
Fecha de evaluación:	06/08/2026

VI. CRITERIOS Y ESCALA DE EVALUACIÓN

Criterio	Rango escala (Puntos)
Publicable con pocas modificaciones	90-100
Publicable, pero el capítulo requiere modificaciones sustanciales y una nueva evaluación	80-89
No publicable	0-79

IV. EVALUACIÓN DEL PRODUCTO

Asignar puntuación de acuerdo al rango de puntos según corresponda para cada criterio (Favor **sustentar** calificación asignada a cada criterio en el espacio correspondiente).

Criterio de evaluación	Rango/puntos	Puntaje
12. El título permite la identificación del tema tratado, recoge la variable o categoría de estudio.	De 0 a 3	2
13. Los resúmenes aportan suficiente información sobre el contenido de los capítulos. - Exponen los objetivos o propósitos. - Anuncian los métodos de la investigación. - Enfoques teóricos que sustentan los capítulos - Principales resultados, discusión y conclusiones. - Palabras clave.	De 0 a 3	3

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

14. La introducción de los capítulos contiene los siguientes aspectos: - Sitúa adecuadamente el problema u objeto de estudio. - Enuncian los referentes teóricos y estos son coherentes con los mencionados en los resultados y la discusión. - Exponen la justificación de la investigación. - Analiza con el objetivo.	De 0 a 4	3
15. a metodología enuncia y desarrolla en los capítulos: - Las variables o categorías de estudio. - El enfoque y alcance de la investigación. - La población y muestra o participantes del estudio. - Las técnicas e instrumentos de recolección de datos. - Las técnicas de procesamiento y análisis de datos. - El método que permite alcanzar el objetivo o propósito propuesto.	De 0-10	8
16. os capítulos exponen los resultados de la investigación de manera adecuada con el objetivo o propósito descrito.	De 0-10	9
17. a discusión analiza los resultados obtenidos a luz de los elementos teóricos asumidos en la investigación.	De 0-10	9
18. as conclusiones de los capítulos son coherentes con el (los) objetivo(s) o propósito(s) y están fundamentadas en los resultados o con la(s) tesis presentada(s).	De 0 a 10	9
19. electividad: Los capítulos presentados presentan aportaciones válidas y significativas al conocimiento del área desarrollada.	De 0 a 15	11
20. as fuentes y las referencias son pertinentes y de calidad.	De 0 a 10	10
21. Normalidad: Las investigaciones están organizadas y escritas de forma adecuada para ser comprendida y discutida	De 0 a 10	10

**Entrenamiento deportivo adaptado:
del conocimiento a la excelencia competitiva**

por la comunidad científica.		
22. Los capítulos presentan elementos originales.	De 0 a 15	15
Sustentación:		
Calificación total	89	

V. SÍNTESIS EVALUACIÓN INTEGRAL DEL PRODUCTO

Criterios	Rango escala (Puntos)
Publicable con pocas modificaciones	X
Publicable, pero el capítulo requiere modificaciones sustanciales y una nueva evaluación	
No publicable	

VI. OBSERVACIONES GENERALES:

Es un libro estructural y cognitivamente novedoso y relevante para el desarrollo educativo en diversas enseñanzas.
--

AUTENTICACIÓN DE CREACIÓN Y AUTORÍA CIENTÍFICA-ACADÉMICA



Se certifica que la obra [TITULO DE LA OBRA]

[AUTOR/ES]

[FECHA DE CERTIFICACIÓN]

[INSTITUCIÓN O ENTIDAD QUE CERTIFICA]



CAUTHENTICATE



CERT-00123



RECONOCIMIENTO

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD



Página 2 de 200 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trnoid::1:3626148250

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 11 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

ENTRENAMIENTO DEPORTIVO ADAPTADO

DEL CONOCIMIENTO A LA EXCELENCIA COMPETITIVA

Este libro ofrece un recorrido riguroso y sistemático por los fundamentos, la evaluación integral y la planificación del entrenamiento en el deporte adaptado. A través de un enfoque interdisciplinario que integra la neurociencia aplicada, la nutrición deportiva y los modelos internacionales de éxito, esta obra se consolida como un recurso fundamental para fortalecer la práctica deportiva inclusiva y guiar al lector desde el conocimiento científico hasta la excelencia competitiva.

UA

Amalia Villamizar Navarro (Universidad del Atlántico)
Andrea Del Pilar Lizcano Sánchez (Universidad del Atlántico)
Fabian Andrés Contreras Jauregui (Universidad del Atlántico)



CONOCIMIENTO
CIENTÍFICO



EVALUACIÓN
INTEGRAL



ENTRENAMIENTO
PERSONALIZADO



ADAPTACIÓN
FUNCIONAL



EXCELENCIA
COMPETITIVA

Sello Editorial FUNGADE

Calle 23 # 16-35. Montería, Córdoba, Colombia.

<https://redgade.com/libros/>

Email: presidenciaredgade@gmail.com

Coordinador: Ph.D. Fabián Andrés Contreras Jauregui

Editor: Ph.D. Gilberto Javier Cabrera Trimiño



FUNGADE
SELLO EDITORIAL

2026

ISBN: 978-628-97582-6-9

