

La física y la biomecánica deportivas

La ubicación de la «mecánica deportiva» dentro del ámbito genérico de la biomecánica

Con la *biomecánica deportiva* se pretende construir un complejo de teorías lo más unificado y aplicable posible para la práctica deportiva, integrando los diversos modelos, fenómenos y leyes relevantes para los movimientos deportivos.

Los movimientos se pueden analizar desde *tres perspectivas* como mínimo:

1. La perspectiva de la *dirección* de movimientos (teoría de la regularización: el establecimiento del regulador y de sus mecanismos auxiliares), es decir, los ámbitos neurofisiológico y psicológico; la «sensomotricidad».
2. La *estructura* de los cuerpos movidos y en movimiento, por ejemplo, del cuerpo humano como sistema (aparato) plurifuncional, compuesto de huesos, articulaciones, músculos, tendones, etc. (según la teoría de la regularización: el cuerpo humano como cadena regulada). Se trata sobre todo de la anatomía y fisiología.
3. Las *fuerzas* que producen determinadas formas de movimientos de los cuerpos (masas) de acuerdo con diferentes leyes (la mecánica como campo concreto de la física). En parte se trata de fuerzas producidas por el mismo sistema (fuerzas internas o musculares), en parte el cuerpo se expone a determinadas fuerzas externas (procedentes de otras fuentes; por ejemplo, la tierra).

Las diferentes ramas tradicionales de la biomecánica deportiva tienen las siguientes relaciones con estas perspectivas centrales:

La **motricidad** es el campo que en definitiva se ocupa de las cuestiones de la dirección, del *regulador*, de la «conciencia» del sistema en movimiento (también de la asimilación de informaciones y de la motivación). Se trata aquí de un área investigada sobre todo por medio de conceptos y modelos psicológicos y neurofisiológicos.

La **kinesiología** (traducido: «teoría de los movimientos») es la expresión preferida por los anglosajones para el estudio fundamentalmente estructural (anatómico) de los movimientos de los seres vivos.

Los movimientos se deducen sobre todo de la *estructura* del sistema en movimiento (esqueleto, articulaciones, tendones, músculos, etc.), aplicando, a su vez, en parte las leyes fisiológicas (funcionales) y mecánicas.

La **biomecánica** «biomecánica deportiva» es hoy en día la denominación corriente para la aplicación de la mecánica (de la física) en la investigación de los movimientos del *deportista*. Se trata de un campo específico de la «biomecánica general», que aplica la mecánica para todos los *seres vivos* (humanos, animales, plantas). La biomecánica como *mecánica aplicada* trabaja tanto de forma *analítica* (por ejemplo, el análisis de los movimientos de los seres vivos), como también *constructiva* (creación de movimientos, construcción de aparatos; por ejemplo, aparatos deportivos, prótesis adaptadas al hombre y construidas según principios ergonómicos, etc.).

Los fundadores de la biomecánica son entre otros:

- ARISTÓTELES, de Stagira en Macedonia (384-322 antes de Cristo). Alumno de PLATÓN, conocido por sus escritos sobre las partes corporales, movimientos y desplazamientos de los animales, con los que se pueden establecer también leyes para el movimiento (véase ARISTÓTELES, conferencia física. Ed. Ferdinand Schöningh, Paderborn, 1956).
- LEONARDO DA VINCI, de Vinci, cerca de Empoli (1452-1519). Alumno de VERROCCHIO, famoso como científico sobre todo por su escrito *Sobre el vuelo del pájaro*, igual que por sus estudios sobre la anatomía humana, sobre las leyes de las corrientes aéreas y acuáticas y sobre sus experimentos respecto al vuelo del hombre.
- GIOVANNI ALFONSO BORELLI, de Nápoles (1608-1679). Alumno de GALILEO, escribió entre otras la obra *De Motu Animalium* (Sobre el movimiento de los animales), donde deduce los movimientos del sistema esquelético-muscular de las leyes mecánicas. BORELLI ya menciona los efectos de palanca de las extremidades, las influencias de las fuerzas aéreas y acuáticas para los movimientos de los seres, la situación del centro de gravedad en el cuerpo humano y las posturas corporales más o menos favorables desde el punto de vista mecánico.

La biomecánica es hoy en día una rama científica mundialmente reconocida que, a su vez, incentiva a los ingenieros hacia construcciones técnicas nuevas inspiradas en la naturaleza viva (véase entre otros HERTEL, 1966; GANS, 1974). La biomecánica aplicada al deporte no sólo sirve para el análisis y la comprensión de movimientos deportivos sino también para mejorar determinadas técnicas motrices.

Las amplias investigaciones actuales en el campo de la biomecánica se encuentran también en revistas específicas con renombre, por ejemplo:

- *Journal of Biomechanics* (tomo I, 1968, Nueva York).
- *Modern trends in biomechanics* (tomo I, 1970, Londres).

La organización de la biomecánica deportiva a nivel mundial se inició (según HOCHMUT, 1967) con un congreso internacional sobre las cuestiones básicas de la biomecánica de los movimientos deportivos en 1960 en Leipzig y con el primer seminario internacional de biomecánica en 1969 en Zurich, fomentado por la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Mientras tanto, se han creado una serie de cátedras e institutos para la biomecánica del deporte (o «kinesiología del deporte»), entre ellos el Laboratorio para Biomecánica en Zurich (fundado por WARTENWEILER), el Instituto para Biomecánica de la Escuela Superior de Deporte de Colonia (fundado por GROH) y la Cátedra para Biomecánica en Frankfurt (BALLREICH).

«**Mecánica deportiva**» y «**Física del deporte**». El estudio de los movimientos de los cuerpos bajo el aspecto de las fuerzas aplicadas sobre ellos (es decir, bajo el aspecto de la mecánica) tiene la ventaja de poder trabajar en un sistema conceptual lógico y bastante completo. Tiene la misma aplicación para la materia viva como para la muerta.¹ La limitación en dicho modelo intelectual y práctico reduce por un lado el «radio de aplicación» para el deporte, pero por otro la exactitud y la comparabilidad de los resultados son mucho mayores. Por estas razones también sería aceptable hablar de la *física del deporte*, sobre todo, porque pueden existir cuestiones científico-deportivas que se salen del campo de la mecánica (por ejemplo, las características térmicas de los materiales de aparatos deportivos, etc.).

Nos parece más conveniente, sin embargo, considerar la enorme importancia que tiene el campo parcial de la *mecánica* para el deporte. Por ello, opinamos que es apropiado introducir el concepto de la «*mecánica deportiva*» en las ciencias del deporte, sobre todo, con respecto a la oferta docente.

Definición de la mecánica deportiva

La mecánica deportiva es la aplicación de la mecánica (de la física) a los movimientos en el deporte.

1. Las cuestiones de la mecánica de los cuerpos *inorgánicos* también son de suma importancia para el deporte (por ejemplo, las fuerzas del entorno físico, la reacción de los aparatos deportivos, vehículos, las trayectorias de los cuerpos, los efectos de las rotaciones de pelotas, la influencia del viento, etc.) y por ello se han de tener muy en cuenta. Tal como indica la palabra *biomecánica* del deporte, esta rama científica se ocupa en primer lugar de los cuerpos *vivos* (deportista).

Esta definición es válida para el cuerpo humano como sistema biológico en movimiento y (como caso especial) estático, igual que para la materia (aparatos deportivos, ropa deportiva, etc.) utilizada para el deporte y para el entorno físico.

La mecánica

La física se ocupa sobre todo de la reducción de fenómenos naturales a sus interrelaciones causa-efecto (y con ello a condiciones que permiten pronósticos) y a su representación matemática.

La mecánica (del griego, herramienta) es un campo parcial esencial de la física. Es la ciencia de la influencia de las fuerzas para el movimiento² de cuerpos (masas) y su descripción. Distinguimos entre diferentes áreas de la mecánica, entre otros la mecánica teórica y la aplicada, la mecánica cuántica, etc.

La mecánica clásica tiene la siguiente sistemática:

1. La *mecánica de los grados discretos de libertad* describe los procesos mediante un número finito de coordenadas. Se centra en el movimiento de cada punto de masa, de sistemas de puntos de masa, de cuerpos rígidos, de cuerpos compuestos (poliarticulado, movable en sí).
2. La *mecánica de los continuos* describe los cuerpos deformables (flexión, extensión, corriente, modificación del volumen, etc.). Se compone especialmente de la teoría de la elasticidad y de hidrodinámica y aerodinámica.

Según cada problemática, distinguimos entre *dinámica* y *cinemática*. El verdadero núcleo de la mecánica es la *dinámica*. Explica los movimientos reales a través de las masas existentes y de las fuerzas ejercidas sobre las mismas. Podemos subdividir la dinámica formalmente en el caso específico de la *estática* (teoría del equilibrio de fuerzas sobre un cuerpo *en reposo*) y en la *cinética* (teoría de los movimientos de los cuerpos provocados por las fuerzas).

La cinemática, siendo la teoría de los movimientos *posibles*, es aquel campo de la mecánica que —contrariamente a la dinámica— describe los movimientos, representándolos en relación a espacio y tiempo de forma geométrico-matemática (véanse las leyes de KEPLER).

La metodología de la mecánica consiste en estudiar el cuerpo correspondiente (en movimiento) aislado de su entorno e investigar posteriormente la influencia de las fuerzas del entorno sobre el mismo. Desde una perspectiva práctica podemos diferenciar entre fuerzas

2. Se incluye el caso especial del cuerpo estático.

transmitidas mediante el *contacto directo* entre dos cuerpos (por ejemplo, presión, tracción, cantidad de movimiento) y aquellas fuerzas ejercidas *sin contacto* (por ejemplo, gravedad, fuerzas magnéticas). Las características del cuerpo en sí se han de tener en cuenta.³

La mecánica, o bien identifica el movimiento de una estructura, conociendo las fuerzas aplicadas, o al contrario halla las fuerzas existentes a base de un movimiento conocido; incluyendo como caso específico también el estado de reposo.

Las posibilidades de la mecánica aplicadas al deporte ofrecen una base esencial para la práctica. Su aportación de las consecuencias de *los movimientos para las fuerzas y de las fuerzas para los movimientos*, no sólo facilita al científico deportivo la explicación teórica de los movimientos, sino que también ayuda a su optimización planificada.

3. Con respecto a las características de los cuerpos (elasticidad, etc.) véase capítulo 8, página 133.