

BASES DIDÁCTICAS DEL JUDO

1 Fundamentos elementales de biomecánica aplicables al estudio de la acción técnico-táctica en el judo

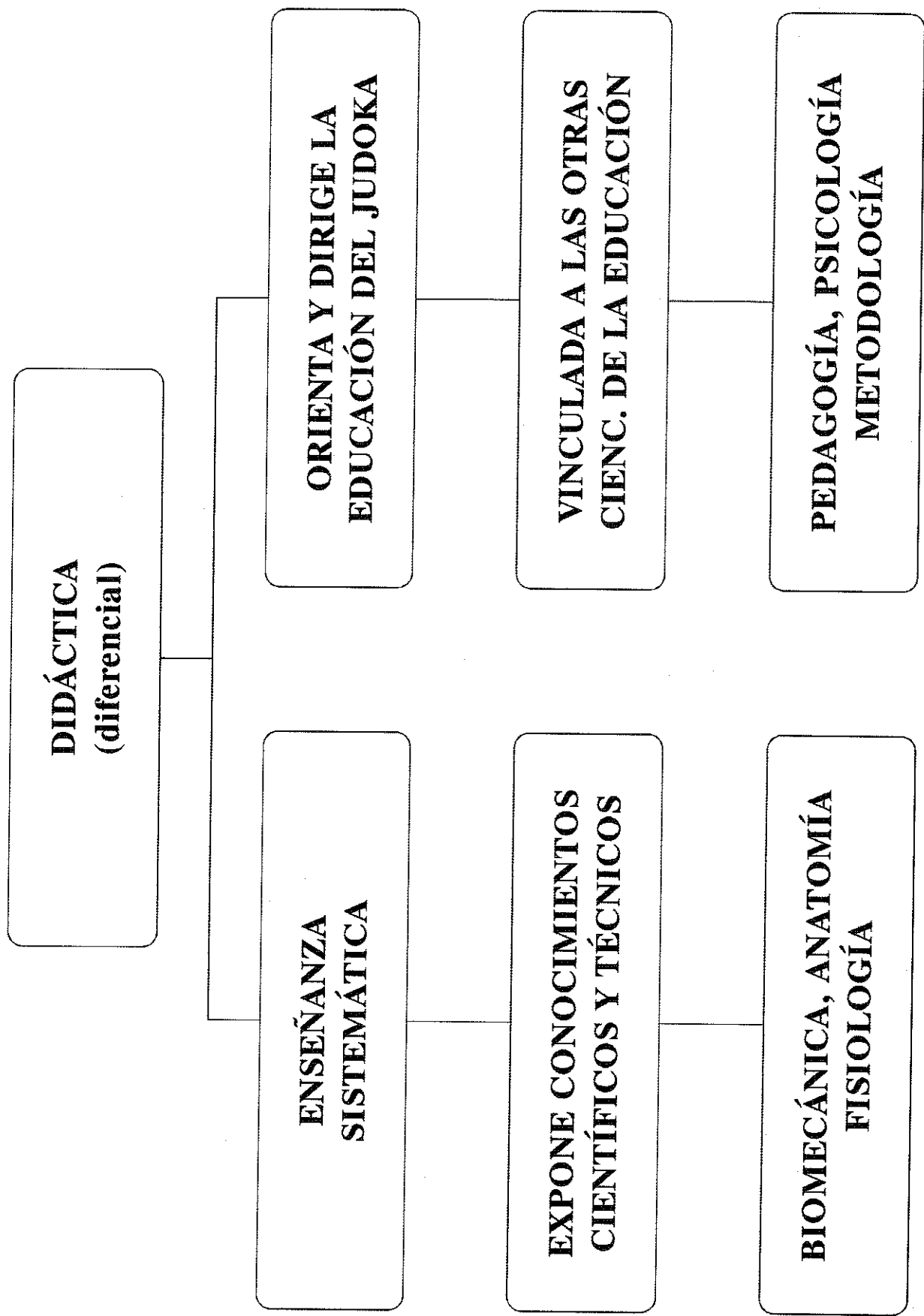
1.1 La biomecánica

1.1.1 Áreas de aplicación

1.1.2 Áreas de la mecánica

1.1.3 Leyes fundamentales de la Mecánica

CONCEPTO DE DIDÁCTICA DEL JUDO



BASES DIDÁCTICAS DEL JUDO

1 Fundamentos elementales de biomecánica aplicables al estudio de la acción técnico-táctica en el judo

Es imprescindible recordar algunos principios de la física que pueden ser aplicados al análisis de los movimientos humanos. Efectivamente, los estudios basados en estos principios no son numerosos, pero el interés respecto a estos problemas va aumentando progresivamente y permite entrever que los diferentes métodos alcanzarán un desarrollo considerable.

Al analizar un movimiento del cuerpo o de una parte del cuerpo hay que tener en cuenta e identificar de manera precisa todo el conjunto de fuerzas que se ponen en juego: las fuerzas internas producidas por las diferentes contracciones musculares, actuando sobre los segmentos óseos ya sea movilizándolos (gesto) o estabilizándolos (mantenimiento de la actitud postural) y también las fuerzas externas, que pueden oponerse o bien agregarse a las anteriores. En cada una de estas fuerzas se consideran las características de dirección, sentido, punto de aplicación e intensidad.

La aplicación de los principios simples, que se exponen en los siguientes apartados, permite analizar con más precisión los movimientos del cuerpo humano.

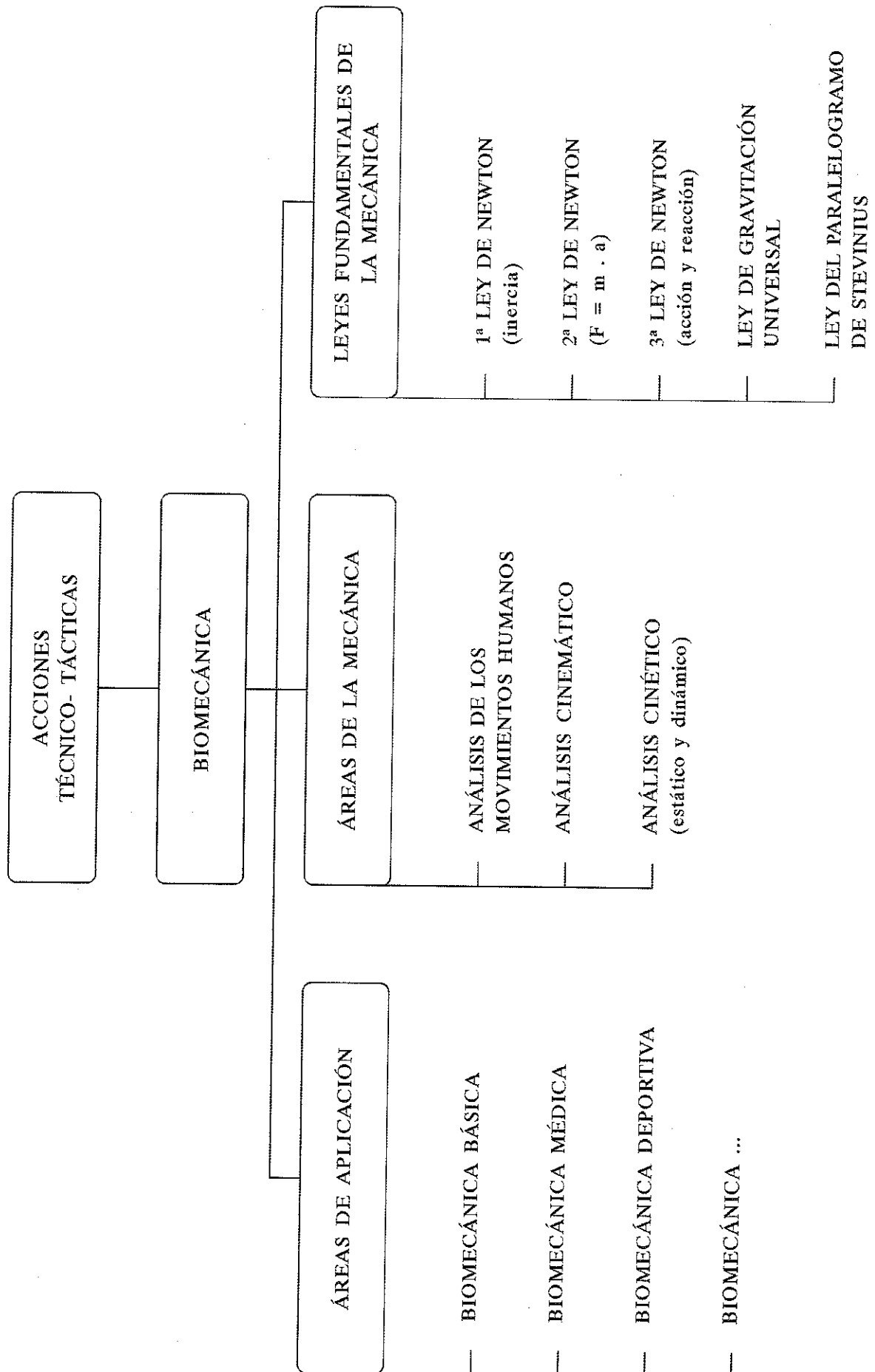
1.1 La biomecánica

El ritmo creciente de desarrollo de las ciencias y tecnologías, característico de nuestra sociedad, se debe, en gran medida, al nacimiento de nuevas y fecundas ciencias interdisciplinarias, entre las que se incluye la biomecánica. El desarrollo de la mecánica ejerció una influencia decisiva en el surgimiento de la biomecánica, especialmente, su tendencia nueva formada desde tiempos de Galileo y Newton. Ya Leonardo da Vinci afirmaba que "la ciencia de la mecánica era la más útil y generosa de todas las ciencias semejantes, porque resulta que todos los cuerpos vivos, que tienen movimiento, actúan bajo sus leyes".

Como ciencia reciente, existe un buen número de definiciones de la biomecánica. Resumiéndolas, se podría utilizar la siguiente:

"La biomecánica es la ciencia de las leyes del movimiento mecánico, que aplica los conocimientos procedentes de la ingeniería mecánica al análisis de los sistemas biológicos y, en particular, del cuerpo humano".

FUNDAMENTOS ELEMENTALES DE BIOMECÁNICA APLICABLES AL ESTUDIO DE LAS ACCIONES TÉCNICO-TÁCTICAS EN EL JUDO



1.1.1 Áreas de aplicación

Centrándonos en la biomecánica del cuerpo humano y haciendo una primera aproximación a los esfuerzos, que en su seno se están desarrollando, en la confusión que caracteriza el establecimiento de una elaborada y delimitada estructura de conocimientos en una ciencia nueva como la biomecánica, centran nuestra atención tres grandes campos de aplicación práctica dentro de la biomecánica de los movimientos humanos: la biomecánica básica, la biomecánica médica y la biomecánica deportiva.

1.1.1.1 La biomecánica de los movimientos humanos

La biomecánica de los movimientos humanos se ocupa de analizar los movimientos desarrollados en actividades humanas tales como la marcha, el trabajo, el deporte, la danza.

1.1.1.1.1 La biomecánica básica

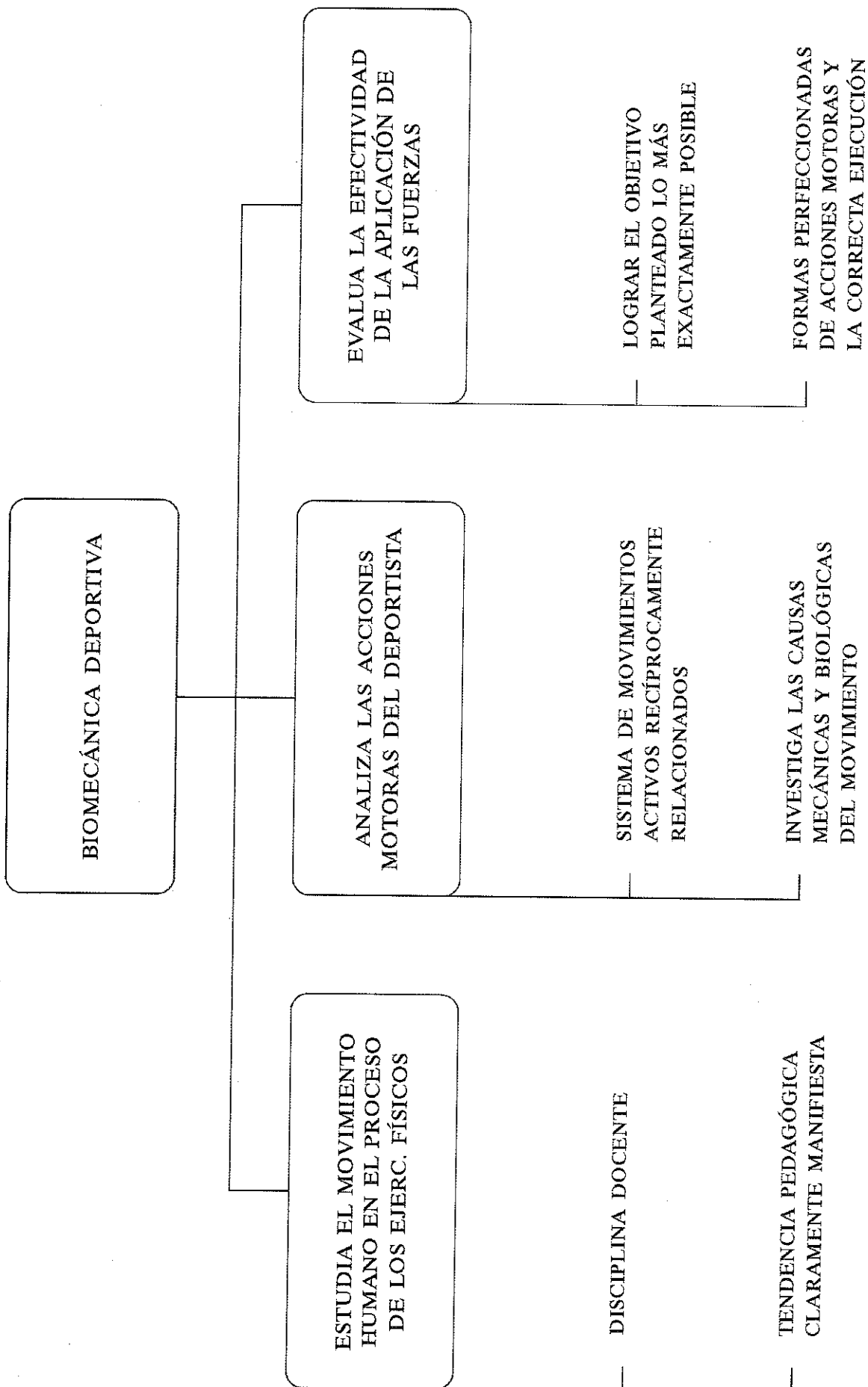
La biomecánica básica está ligada a la comprensión mecánica de la fisiología humana y genera los conocimientos en los que se apoyan las otras biomecánicas e incluso muchas de las técnicas de trabajo son de uso común.

1.1.1.1.2 La biomecánica médica

La biomecánica médica está relacionada con el conocimiento de los procesos patológicos y el desarrollo de técnicas de diagnóstico y pronóstico médicas.

BIOMECÁNICA DE LOS MOVIMIENTOS HUMANOS

Área de aplicación práctica



1.1.1.1.3 La biomecánica deportiva

La biomecánica deportiva, como disciplina docente, estudia los movimientos del hombre en el proceso de los ejercicios físicos. Además, analiza las acciones motoras del deportista, como sistemas de movimientos activos recíprocamente relacionados (objeto del conocimiento). En este análisis se investigan las causas mecánicas y biológicas de los movimientos y las particularidades de las acciones motoras, que dependen de ellas en las diferentes condiciones (campo de estudio).

El trabajo general del estudio de los movimientos del hombre en la biomecánica deportiva consiste en evaluar la efectividad de la aplicación de las fuerzas para el logro más perfecto del objetivo planteado.

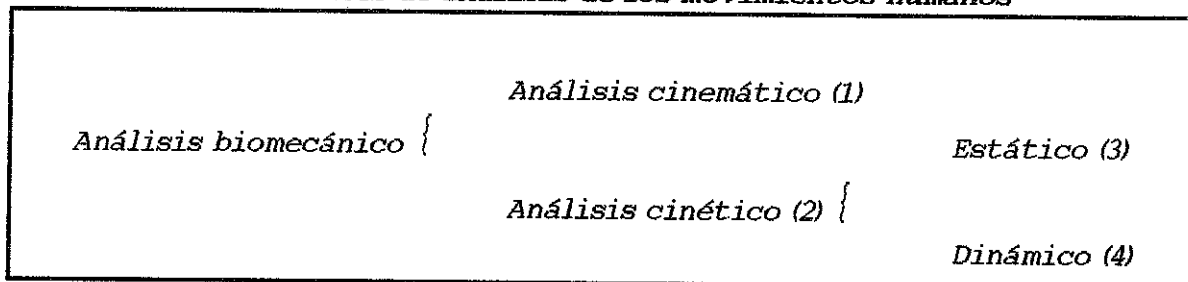
El estudio de los movimientos en la biomecánica deportiva está dirigido al hallazgo de las formas perfeccionadas de las acciones motoras y al conocimiento de la mejor forma de realizarlas. Este estudio debe tener una tendencia pedagógica claramente manifiesta.

1.1.2 Areas de la mecánica

En el análisis biomecánico del cuerpo humano existen dos áreas fundamentales de estudio, que corresponden a los campos básicos de la ciencia de la mecánica, y los aspectos mecánicos de cualquier sistema pueden dividirse en: la estática, ligada al análisis de los sistemas en reposo, y la dinámica, que se ocupa de los sistemas en movimiento.

El estudio biomecánico de los movimientos humanos suele abordarse en dos fases de análisis: el análisis cinemático (descripción del movimiento sin relacionarlo con las cargas mecánicas, que lo han originado o se originan a partir del mismo) y el análisis cinético estático/dinámico (si durante el movimiento se consideran las fuerzas, que actúan interna y externamente sobre el sistema en estudio).

1.1.2.1 Fases de análisis de los movimientos humanos



- (1) Descripción del movimiento mediante la determinación de posiciones, velocidades y aceleraciones lineales y angulares de cada uno de los segmentos del sistema en estudio.

- (2) Descripción del movimiento mediante la determinación de las sollicitaciones mecánicas actuantes sobre cada uno de los elementos del sistema en estudio.
- (3) Análisis cinético, cuando el sistema se halla en reposo.
- (4) Análisis cinético, cuando el sistema se halla en movimiento.

El análisis cinemático de un movimiento humano involucra, por definición, la descripción del mismo con independencia de las fuerzas, que lo causan. El análisis cinético completo de un sistema en movimiento supone conocer las cargas mecánicas actuantes, que se producen o generan a partir del movimiento, en cada uno de los puntos durante el intervalo de tiempo, que dure el movimiento en estudio. Requiere también el conocimiento previo de las variables cinemáticas asociadas al movimiento y las características antropométricas de los distintos segmentos, que integran el sistema en estudio.

El análisis cinemático junto al análisis cinético constituyen los dos pilares básicos en los que se apoya el estudio biomecánico de cualquier movimiento humano. A partir de ellos puede generarse una tercera fase de análisis, el análisis energético, a través de la manipulación matemática de los resultados cinemáticos y cinéticos.

1.1.3 Leyes fundamentales de la Mecánica

*En la Mecánica se establecen abstracciones para describir convenientemente las características del sistema en estudio. Estas abstracciones se denominan **dimensiones**. El conjunto mínimo de dimensiones mutuamente independientes, que permite construir la Ciencia de la Mecánica, se halla integrado por tres dimensiones conocidas como primarias, mientras que las dimensiones construidas a partir de éstas son denominadas secundarias.*

*Entre los conjuntos de dimensiones primarias, que pueden utilizarse, suelen seleccionarse las dimensiones de **longitud, tiempo y masa**. Estas dimensiones constituyen los ingredientes básicos de la mecánica.*

La idea de longitud, como elemento conceptual, permite expresar cuantitativamente la forma de un cuerpo físico. La dimensión del tiempo hace posible ordenar cuantitativamente los acontecimientos o sucesos físicos. La dimensión masa es una propiedad de la materia, que caracteriza el comportamiento de los cuerpos frente a la acción de una fuerza.

*Estas dimensiones primarias (básicas) son expresadas o representadas numéricamente en base a **unidades** (metros, minutos, kilogramos,...) y a partir de ellas se han construido las cinco leyes fundamentales de la Mecánica Clásica o de Newton.*

1.1.3.1 Primera Ley de Newton del movimiento

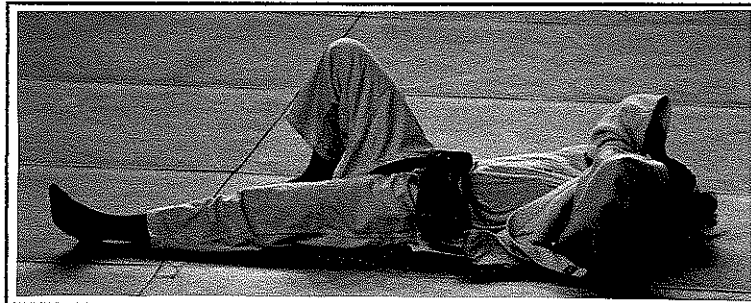
Todo cuerpo (partícula) continua en un estado de reposo o de movimiento rectilíneo uniforme (en línea recta y a velocidad constante), si sobre ella no actúa ninguna fuerza exterior. También se llama con frecuencia Ley de inercia. El movimiento rectilíneo uniforme se caracteriza por el vector (segmento de recta orientado en el que se distingue un origen y un extremo) constante de la velocidad: $v = \text{constante}$

v no cambia, ni su magnitud, ni su dirección. Un cuerpo en reposo, la constante es cero ($\text{const.} = 0$), permanecerá en reposo. Un cuerpo en movimiento continuará en movimiento con velocidad constante. Un cuerpo se acelera sólo, si una fuerza no equilibrada actúa sobre él (inercia).

Una fuerza es un empuje o arrastre ejercido sobre un cuerpo. Es una cantidad vectorial, que tiene magnitud, dirección y sentido.

La inercia es la tendencia de un cuerpo en reposo de mantener el reposo y de un cuerpo en movimiento de continuar en movimiento sin cambios en el vector velocidad. La masa de un cuerpo es una medida de su inercia.

Todo cuerpo continua en un estado de reposo en ausencia de fuerzas externas



Miriam Blasco, después de ganar el oro olímpico en Barcelona '92



Reposo

Todo cuerpo continua en un estado de movimiento rectilíneo uniforme en ausencia de fuerzas externas

Movimiento rectilíneo uniforme



1.1.3.2 Segunda Ley de Newton del movimiento

El cambio en el movimiento, que experimenta un cuerpo (partícula) es proporcional a la fuerza exterior que sobre ella actúa, produciéndose en la dirección con que se aplica. Esta ley se expresa formalmente mediante la ecuación:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Esta fórmula indica que una partícula de masa m sobre la que actúa la fuerza F experimenta un movimiento uniformemente acelerado de aceleración a y misma dirección que la fuerza F . La masa (constante de proporcionalidad entre la fuerza y la aceleración) nos muestra la resistencia de un cuerpo a cambiar su movimiento.

Puesto que la velocidad y la modificación de la velocidad (correspondiente a la aceleración a) son magnitudes vectoriales, la magnitud que los cambia, también ha de ser un vector. El símbolo de la fuerza es: \vec{F}

A) La fuerza \vec{F} necesaria para modificar la velocidad (la aceleración a del peso) ha de ser proporcional a la masa.

B) La aceleración a es proporcional a la fuerza \vec{F} , si la masa es constante.

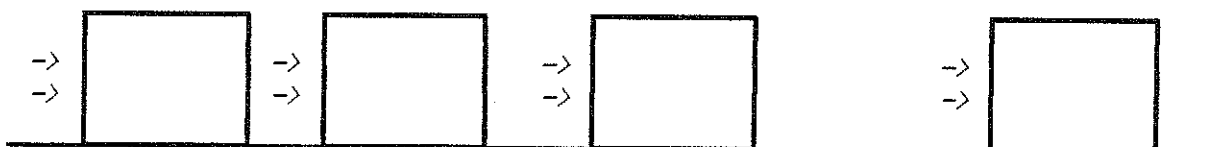
Según las constantes A) y B) podemos concluir: $\vec{F} = \text{constante} \cdot m \cdot \vec{a}$

Si la constante es A), resulta: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

De esta forma también conocemos la dimensión de la fuerza \vec{F} :

$$[F] = [m \cdot a] = \left[\text{masa} \cdot \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}^2} \right] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}$$

N significa "un Newton". 1 N es entonces la fuerza, que impone la aceleración de 1 m/s² a un cuerpo de masa 1 kg.



Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

El cambio en el movimiento, que experimenta un cuerpo es proporcional a la fuerza exterior, que sobre ella actúa.

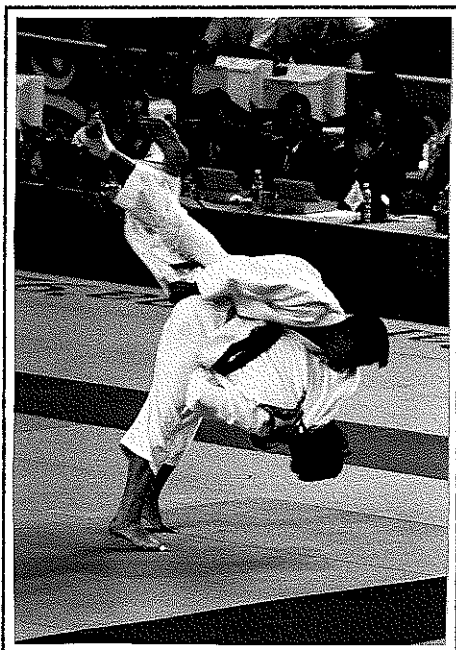
De la fórmula anterior $[F] = [m \cdot a] = \left[\text{masa} \cdot \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}^2} \right] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}$

resultan dos consecuencias:

A) La aceleración alcanzada es una medida para la fuerza ejercida.

$$a = \frac{F}{m}$$

B) A través de una fuerza constante, un cuerpo (masa constante) recibe una aceleración constante. Un caso importante de fuerza es el efecto de la fuerza gravitatoria, siempre influye en el cuerpo humano y está dirigido hacia el centro de la Tierra. La caída ("ukemi") del judoka, después de ser proyectado con "de-ashi-barai" sobre el tapiz ("tatami") es un ejemplo claro de este efecto.



Aplicación de las Leyes fundamentales de la Mecánica [Dinámica] en el combate de judo.

Si la dirección de una fuerza pasa por el centro de gravedad de un cuerpo, esta fuerza sólo modificará el movimiento de traslación del cuerpo sin modificar en absoluto su eventual rotación. Por el contrario, si esta dirección no pasa por el centro de gravedad, la fuerza modificará el movimiento de traslación y el movimiento de rotación del cuerpo.

En ausencia de aire, los cuerpos caen con la misma velocidad independientemente de su peso y volumen. La aceleración del cuerpo de un judoka debido al efecto de la gravedad sería constante, si no fuera por la energía cinética producida por el adversario.

El judoka desarrolla una fuerza (energía cinética), que imprime una aceleración al cuerpo del adversario mediante el contacto, modificando éste su velocidad en cuanto a magnitud y dirección, que pasará de v_1 a v_2 . Ambos cuerpos permanecerán juntos, después del contacto, moviéndose a una velocidad común.

La energía cinética de un cuerpo es su capacidad para realizar un trabajo, debido a su movimiento. La energía cinética (E_c) se expresa:

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2, \quad \text{o también,} \quad E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

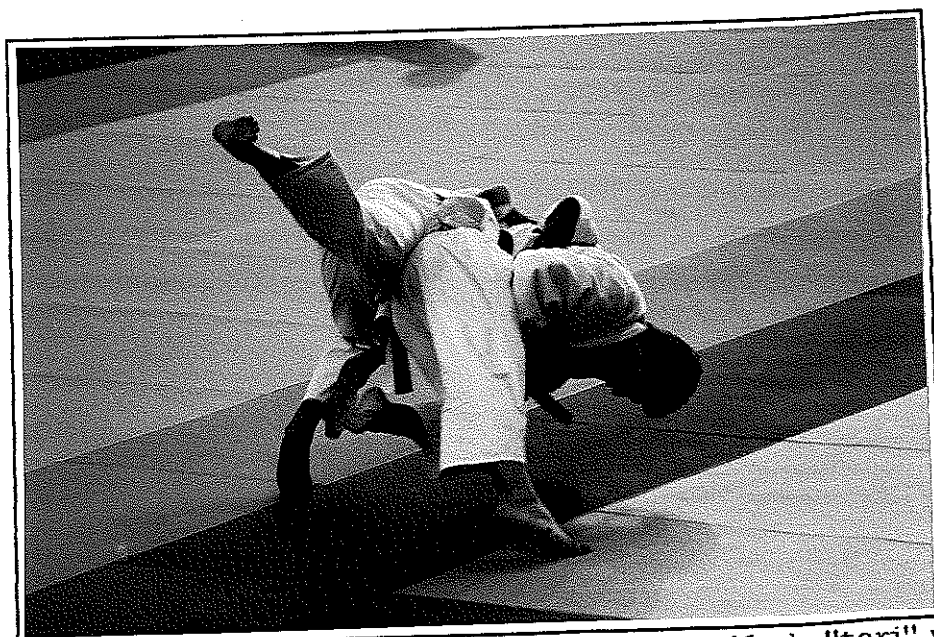
La energía de un cuerpo se mide en función del trabajo, que puede desarrollar. El trabajo se define, como el producto de una fuerza F ejercida sobre un cuerpo y la distancia s recorrida bajo su influencia: $W = F \cdot e$

La energía cinética depende directamente de la masa del cuerpo en movimiento y de su velocidad (al cuadrado). En el judo, la "acción de arranque" de los brazos ("tsuri") y la energía cinética producida por la velocidad en el desplazamiento del cuerpo de "tori", cuando toma contacto con el cuerpo de "uke", produce un incremento de la velocidad de ambos cuerpos y de su inercia en el sentido del desplazamiento del cuerpo de "tori", transformándose en una técnica de proyección.

1.1.3.3 Tercera Ley de Newton del movimiento

Las acciones o fuerzas mutuas entre dos cuerpos son siempre iguales y de sentido contrario. A cada acción se opone una reacción de igual magnitud y sentido opuesto (ley de acción y reacción).

En la práctica del judo siempre el cuerpo de "tori" ejerce una fuerza (acción) sobre el cuerpo de "uke", el cual también realiza una fuerza (reacción) idéntica, pero en sentido contrario. De esta forma, ambos judokas mantienen su estabilidad, conservando o recuperando las posiciones de equilibrio estático o dinámico respectivamente. Si el cuerpo de "uke" no puede oponer una reacción igual a la acción del cuerpo de "tori", éste perderá su estabilidad, colocándose en una postura de equilibrio inestable, idónea para ser controlado ("ne-waza") o proyectado ("tachi-waza") con una técnica específica o complementaria del judo.



"Uke" no puede oponer una reacción igual a la acción de "tori" y pierde su estabilidad, siendo proyectado con un "seoi-nage"

1.1.3.4 Ley de la gravitación universal

Dos cuerpos (masas, m_1 y m_2) se atraen entre sí con fuerzas de igual magnitud. Esta magnitud es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional a la distancia al cuadrado que entre ellas existe. Formalmente, esta ley puede expresarse mediante la ecuación siguiente:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad \text{donde } r \text{ es la distancia entre los centros de masa}$$

y donde G [$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$, cuando F se expresa en newtons, m_1 y m_2 en kilogramos y r en metros] es denominada constante de gravitación universal.

El peso de un cuerpo es la fuerza de atracción (fuerza de gravedad), que ejerce la Tierra sobre él. Cuando un cuerpo cae libremente, sólo actúa sobre él la fuerza de su peso (P) y la aceleración, que sufre, es la de la gravedad (g). Se puede así expresar la masa en función del peso y de la aceleración:

$$P = m \cdot a$$

$$m = \frac{P}{g}, \quad \text{o sea } P = m \cdot g$$

Siendo el peso una fuerza, es preciso expresarlo en newtons. En el sistema m.k.s. se expresa en kg. y se admite, que la aceleración g es de $9,80 \text{ m/seg}^2$. En el sistema c.g.s., la masa se expresa en gr. y g es de 980 cm/seg^2 . Por ejemplo, el peso de un judoka, cuya masa sea de 75 kg , vendrá dado por:

$$\begin{aligned} P &= m \cdot g = 75 \text{ kg.} \times 9,80 \text{ m/seg}^2 \\ &= 735 \text{ newtons} \end{aligned}$$

La relación entre masa y peso a menudo se confunde. Ambos términos son proporcionales entre sí, pero no son lo mismo, ni en concepto, ni en unidades. El factor de proporcionalidad (factor local) es la aceleración gravitatoria g (depende del lugar).

La masa es la medida de la inercia de un cuerpo, mientras que el peso es la fuerza de gravedad, que actúa sobre ese cuerpo. Se habla de kg. (o de gr.) peso. La diferencia con el kg. masa es que el primero es igual al segundo multiplicado por la aceleración.

La fuerza de gravedad tiene su efecto dentro del campo gravitatorio terrestre y siempre está dirigida hacia el centro de la Tierra ($P = m \cdot a$).

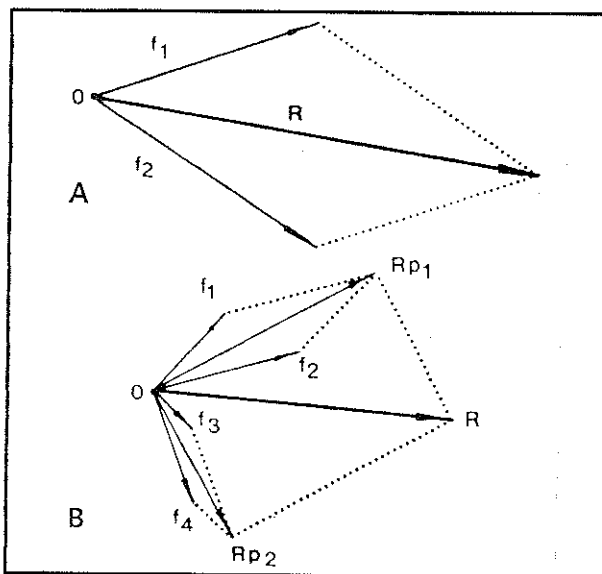
$$g = \frac{M}{r^2} = 9,80 \text{ m/seg}^2$$

1.1.3.5 Ley del paralelogramo de Stevinus

Dos fuerzas de distinta o igual magnitud y de diferente o igual dirección pueden representarse mediante vectores a una determinada escala, dando lugar a un paralelogramo, cuya diagonal representa la suma de ambas fuerzas en magnitud, dirección y sentido.

Un vector (cantidad vectorial) tiene magnitud, dirección y sentido y se representa mediante una flecha dibujada a escala. La longitud de la flecha es proporcional a la magnitud de la cantidad vectorial. El sentido e inclinación de la flecha representan la dirección y el sentido de dicha cantidad vectorial.

La resultante de dos vectores, que actúan en cualquier ángulo, puede representarse por la diagonal de un paralelogramo. Esta diagonal da la intensidad, el sentido y el punto de aplicación de la resultante. La dirección de la resultante se halla alejándose del origen de los dos vectores.



Método del paralelogramo para sumar dos o más fuerzas (cantidades vectoriales).

La figura a) representa dos fuerzas concurrentes (f_1 y f_2), así como la resultante (R), determinada por la diagonal concurrente del paralelogramo construido a partir de dos fuerzas dadas.

La figura b) muestra varias fuerzas concurrentes y la aplicación del método del paralelogramo. Se suman las fuerzas de dos en dos y se construyen progresivamente los resultados parciales, que se combinan, formando una resultante al cerrar el polígono de fuerzas.

En el judo las acciones de los brazos se analizan como fuerzas concurrentes, cuya magnitud, dirección y sentido se halla definida por la diagonal del paralelogramo, que se forma al unirse sus orígenes.

En las técnicas específicas de proyección, la acción de "arranque" de los brazos ("tsuri") pretende una correcta utilización de las fuerzas en el sentido adecuado para lograr proyectar al adversario.