Qué es la biomecánica: ramas, campos y problemas del movimiento humano

Autoría: EDUFISICA
Publicación: 2026-10-11
Revisión editorial: 2026-10-15
Lectura estimada: 26 minutos

https://edufisica.com/biomecanica/que-es-la-biomecanica-ramas-y-campos/

Resumen

La biomecánica estudia relaciones mecánicas de los sistemas vivos, pero cada investigación necesita delimitar una tarea, un sistema y una pregunta. La lectura diferencia cinemática, cinética y equilibrio, y las sitúa frente a campos deportivos, clínicos, ocupacionales y educativos. Explica cómo cambia el análisis al representar una trayectoria, varios segmentos o tejidos deformables, manteniendo visibles los supuestos del modelo. También relaciona observación cualitativa, medición cuantitativa e instrumentos con el alcance de la evidencia disponible. Un caso hipotético de recepción de una pelota conecta desplazamiento, tiempo, impulso y fuerza media sin confundir esas magnitudes con cargas articulares individuales. Las propuestas docentes muestran cómo utilizar diagramas, referencias y ejemplos para comprender el movimiento y reconocer qué preguntas requieren información adicional.

Palabras clave: biomecánica; ramas de la biomecánica; cinemática y cinética; equilibrio mecánico; modelos biomecánicos; análisis del movimiento; Educación Física

---

Un estudiante recibe una pelota, un deportista cambia de dirección y una persona alcanza un objeto situado en una repisa. Las acciones tienen propósitos distintos, pero todas plantean preguntas mecánicas: cómo se desplazan los segmentos, qué fuerzas intervienen y cómo se relaciona el cuerpo con su entorno. La biomecánica estudia esas relaciones en los sistemas vivos. Su valor no depende de convertir cada movimiento en una fórmula, sino de utilizar una explicación adecuada para la pregunta que se quiere responder.

La definición de Hall (2015, pp. 2-3) sitúa la biomecánica en la aplicación de los principios de la mecánica a los organismos. Pérez Ruiz, Villegas Sáez y Feito Gácita (2021, pp. 41-50) desarrollan esa perspectiva para el movimiento deportivo y distinguen sus campos de aplicación. Ambas obras permiten comprender un punto decisivo: estudiar la mecánica de un ser vivo no equivale a explicar toda su conducta. La motivación, la historia de aprendizaje y las relaciones sociales requieren otros enfoques que pueden dialogar con el análisis mecánico.

Qué es la biomecánica y cuál es su objeto de estudio

La biomecánica examina aspectos mecánicos de la estructura y el funcionamiento de los sistemas vivos. En el movimiento humano estudia posiciones, velocidades, fuerzas, momentos y propiedades de los tejidos, entre otras magnitudes. La definición abarca tanto la acción visible del cuerpo como procesos que necesitan instrumentos o modelos para ser investigados.

Un cuerpo que se mueve no es una colección de palancas aisladas. Sus segmentos tienen masa, se relacionan mediante articulaciones y transmiten fuerzas a través de músculos, tendones y otros tejidos. Además, establecen contactos con el suelo, con objetos y con otras personas. El análisis debe seleccionar una parte de ese sistema sin olvidar que la elección determina qué interacciones se consideran externas o internas.

La vida no modifica las unidades de la física. Una fuerza sigue expresándose en newtons y una aceleración en metros por segundo al cuadrado. Sin embargo, la estructura biológica cambia las condiciones del problema: los tejidos pueden deformarse, sus propiedades no son necesariamente uniformes y la persona ajusta su acción. Por eso, un modelo mecánico del cuerpo requiere supuestos adecuados, no una simple sustitución de sus componentes por piezas rígidas.

Hall (2015, pp. 2-3) relaciona estructura y función mediante la mecánica; Pérez Ruiz y colaboradores (2021, pp. 47-50) explican que el sistema estudiado puede incluir organismos completos, tejidos o conjuntos de organismos. Esta amplitud permite investigar una carrera y también la respuesta mecánica de un material biológico. El objeto concreto de cada investigación necesita una delimitación adicional.

En una pregunta sobre recepción de una pelota, por ejemplo, podrían interesar el recorrido del objeto y la posición de las manos. Otra pregunta podría estudiar el impulso necesario para frenar la pelota. Una tercera examinaría cómo cambia la carga sobre una articulación. Las tres son biomecánicas, pero no se responden con la misma observación. Definir el objeto significa elegir qué sistema y qué propiedad se van a estudiar.

Esta delimitación mejora también el lenguaje. «El movimiento fue incorrecto» no identifica una propiedad mecánica. «La pelota llegó fuera de la zona que alcanzaban las manos» describe una relación que puede observarse. Una explicación útil comienza por una diferencia concreta, antes de atribuirle una causa o decidir una intervención.

Las ramas responden a preguntas distintas sobre una misma acción

Las clasificaciones de la biomecánica mezclan a veces métodos, problemas y ámbitos profesionales. Conviene distinguirlos para no tratar como ramas equivalentes una descripción del movimiento y una aplicación clínica. Una misma acción puede estudiarse desde varias perspectivas mecánicas y, a la vez, pertenecer a un campo deportivo, educativo u ocupacional.

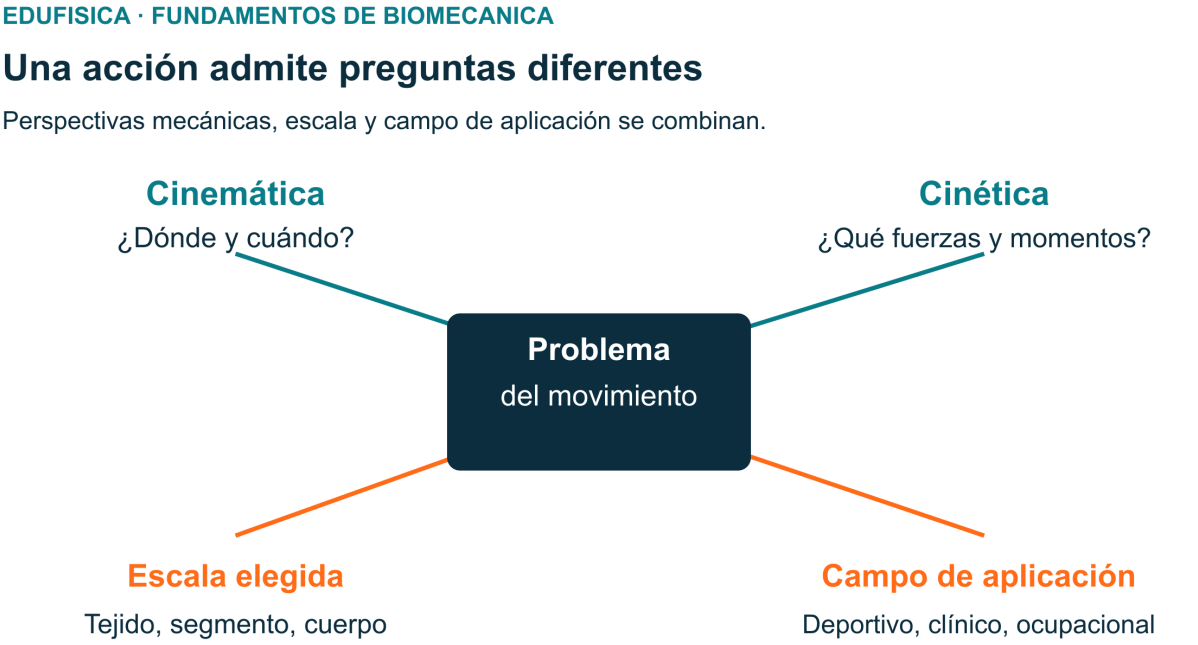
La cinemática describe el movimiento utilizando relaciones de espacio y tiempo. La cinética estudia fuerzas y momentos asociados a ese movimiento. La estática examina condiciones de equilibrio; la dinámica aborda problemas de movimiento y sus relaciones mecánicas. Los textos introductorios pueden organizar estos términos con jerarquías diferentes. Hall (2015, p. 3) y Pérez Ruiz y colaboradores (2021, pp. 42-43) coinciden en la separación esencial entre describir un movimiento y estudiar las fuerzas que intervienen.

Los campos de aplicación responden a otra clasificación. La biomecánica deportiva se ocupa de problemas vinculados con acciones y materiales del deporte; la clínica incorpora preguntas sobre función y evaluación dentro de procesos de salud; la ocupacional analiza tareas y condiciones de trabajo. Estas categorías no son compartimentos cerrados. Una herramienta diseñada para estudiar la marcha podría ser útil en varios contextos, con protocolos y decisiones diferentes.

Perspectiva	Pregunta característica	Información necesaria
Cinemática	¿Cómo cambia la posición?	Referencia espacial y tiempos.
Cinética	¿Qué fuerzas y momentos intervienen?	Sistema, interacciones y modelo.
Equilibrio	¿Qué balances mantienen el estado?	Fuerzas, momentos y condiciones.
Aplicación deportiva	¿Qué relación mecánica interesa para esta tarea?	Problema, restricciones y resultado deportivo.

La tabla organiza preguntas, no establece una secuencia obligatoria. Un análisis puede comenzar por una observación cualitativa y requerir después una medición de fuerza. Otro puede empezar con un problema de diseño y usar un modelo antes de construir un prototipo. La elección depende de qué información falta para responder.

Esta distinción evita una confusión frecuente: llamar «análisis biomecánico» a cualquier vídeo acompañado de líneas y ángulos. El vídeo puede aportar un análisis cinemático útil, pero la presencia de dibujos no demuestra que se hayan evaluado fuerzas internas ni una causa de lesión. La herramienta debe corresponder a la pregunta, y el nombre del procedimiento debe describir lo que realmente se hizo.



Mapa conceptual original. Las categorías no son compartimentos excluyentes.

Mapa conceptual original a partir de Hall (2015, pp. 2-3) y Pérez Ruiz et al. (2021, pp. 41-50). No establece compartimentos excluyentes.
EDUFISICA · Diagrama didáctico original.

Cinemática: describir dónde, cuándo y cómo cambia el movimiento

La cinemática estudia la posición y sus cambios en el tiempo sin necesitar una explicación inicial de las fuerzas. Permite describir trayectorias, duraciones, ángulos y velocidades. Su precisión depende de una referencia clara: un mismo recorrido puede parecer distinto cuando se observa desde otra cámara o se expresa respecto de otro sistema.

La posición indica dónde se encuentra el objeto o punto seleccionado. El desplazamiento compara posiciones inicial y final, mientras que la distancia recorrida acumula la longitud del camino. Esta separación es útil cuando una persona cambia de sentido. Si se suman todos los pasos, se obtiene una información distinta de la diferencia entre los lugares de inicio y llegada.

Ejemplo hipotético: una persona avanza 5 m sobre una línea y regresa al punto inicial. Recorre 10 m, pero su desplazamiento final es cero. Si todo el recorrido dura 4 s, la rapidez media es 2,5 m/s y la velocidad media del recorrido completo es cero. No existe contradicción: el primer cálculo utiliza distancia; el segundo, desplazamiento.

La velocidad media en una dimensión puede escribirse así:

$$\bar{v} = (x_f - x_i)/(t_f - t_i)$$

Las posiciones se expresan en metros y los tiempos en segundos. La barra sobre la velocidad indica que se trata de un promedio del intervalo. Este resultado no describe necesariamente la velocidad en cada instante. El estudio de cantidades lineales forma parte de la cinemática desarrollada por Hall (2015, capítulo 10); aquí el recorrido es un problema aritmético original.

Los ángulos requieren una definición igualmente cuidadosa. Puede medirse la orientación de un segmento respecto del suelo o un ángulo formado entre segmentos. Sus nombres no deberían intercambiarse. Una rodilla vista en una imagen bidimensional tampoco queda descrita completamente por una única medida: la proyección puede ocultar movimiento fuera del plano de la cámara.

En Educación Física, esta perspectiva permite enseñar relaciones entre trayectorias y tiempos con acciones sencillas. El propósito no tiene que ser obtener el mayor registro. Puede consistir en explicar por qué una persona que vuelve a su lugar recorrió distancia sin desplazamiento final, o por qué dos recorridos con igual duración pueden tener velocidades variables. La observación se convierte así en un problema comprensible de espacio y tiempo.

EDUFISICA · FUNDAMENTOS DE BIOMECANICA

Recorrer distancia y volver al mismo lugar

Ejemplo hipotético rectilíneo: 5 m de ida y 5 m de regreso.



Distancia recorrida: 10 m
Desplazamiento final: 0 m

En 4 s: rapidez media 2,5 m/s; velocidad media del recorrido completo 0 m/s.

Ejemplo aritmético original, sin participantes. Rapidez media 2,5 m/s y velocidad media cero si la duración total es cuatro segundos.
EDUFISICA · Diagrama didáctico original.

Cinética: estudiar las interacciones que cambian el movimiento

La cinética relaciona fuerzas y momentos con el comportamiento mecánico del sistema. Una fuerza no es una propiedad que un cuerpo lleva almacenada: describe una interacción. Para analizarla hay que identificar quién actúa sobre quién, su dirección, su magnitud y, cuando interesa la rotación, su punto o línea de aplicación.

El peso corresponde a la interacción gravitatoria. La reacción del suelo aparece en el contacto con el apoyo. La tensión de una cuerda transmite una interacción mediante el material. Las fuerzas musculares actúan dentro del cuerpo y pueden considerarse externas si se aísla un segmento particular. La clasificación cambia al modificar la frontera del sistema, no porque la fuerza se haya convertido físicamente en otra.

Para el movimiento de un centro de masas, bajo un modelo mecánico definido, puede utilizarse:

$$\Sigma F_{externas} = m\ a_{CM}$$

La suma es vectorial. Dos fuerzas grandes y opuestas pueden producir una resultante pequeña o nula. Por tanto, estar quieto no implica ausencia de fuerzas. Las distinciones entre fuerzas, masas y equilibrio se presentan en Pérez Ruiz y colaboradores (2021, pp. 42-43); la suma necesita además el sistema y las condiciones que se hayan elegido.

Ejemplo hipotético: un objeto de 3 kg está en reposo sobre una mesa horizontal. Aproximando la gravedad a 9,81 m/s², su peso es 29,43 N. Si solo intervienen peso y reacción vertical, ambas fuerzas se equilibran. El reposo no elimina ninguna de ellas. Si después se analiza la mesa junto con el objeto, el contacto entre ambos pasa a ser una interacción interna del nuevo sistema.

El momento de una fuerza introduce otra relación: su capacidad para producir un efecto rotatorio respecto de una referencia. No basta con conocer la fuerza. También interesa la geometría de su línea de acción. Por esa razón, mover un objeto sostenido más lejos de una referencia puede modificar el problema aunque su masa no cambie. La explicación detallada se desarrolla en torque muscular y brazo de momento.

La cinética no autoriza a deducir una fuerza muscular individual a partir de cualquier movimiento visible. Varias combinaciones de acciones internas pueden producir un resultado externo similar. La estimación necesita un modelo y datos pertinentes. Esa necesidad distingue una explicación mecánica razonada de una atribución muscular realizada solamente por la apariencia del gesto.

Estática y equilibrio: un cuerpo quieto sigue siendo un sistema activo

El equilibrio mecánico se estudia mediante balances de fuerzas y momentos, no mediante la impresión de inmovilidad. En un modelo rígido, ausencia de aceleración exige una resultante de fuerzas nula y condiciones rotatorias compatibles. El cuerpo humano añade ajustes y deformaciones que deben considerarse según la escala y la pregunta del análisis.

Una postura mantenida puede utilizarse como aproximación estática cuando sus cambios son suficientemente pequeños para el propósito. Esa elección no demuestra que los músculos estén inactivos ni que todos los segmentos permanezcan exactamente inmóviles. El modelo selecciona una situación en la que determinados cambios se omiten para simplificar el problema.

En un análisis plano ideal de equilibrio se examinan dos componentes de fuerza y el momento respecto del eje perpendicular al plano. Las ecuaciones deben escribirse con sus signos:

$$\sum F_x = 0,\ \sum F_y = 0,\ \sum M_z = 0$$

Las primeras dos relaciones utilizan newtons y la tercera newton metros. Una suma de fuerzas nula no basta para asegurar ausencia de efecto rotatorio si queda un momento resultante. Pérez Ruiz y colaboradores (2021, p. 43) definen la estática a partir del balance de fuerzas y momentos. La representación exige elegir ejes y referencia.

Como ejemplo docente hipotético, dos fuerzas horizontales iguales y opuestas aplicadas sobre líneas diferentes pueden formar un par. La resultante de fuerzas es cero, pero existe un efecto rotatorio. El caso permite comprender por qué mirar solamente la fuerza total deja incompleto el problema. No hace falta ejecutar una tarea riesgosa: un diagrama con flechas y distancias puede mostrar la relación.

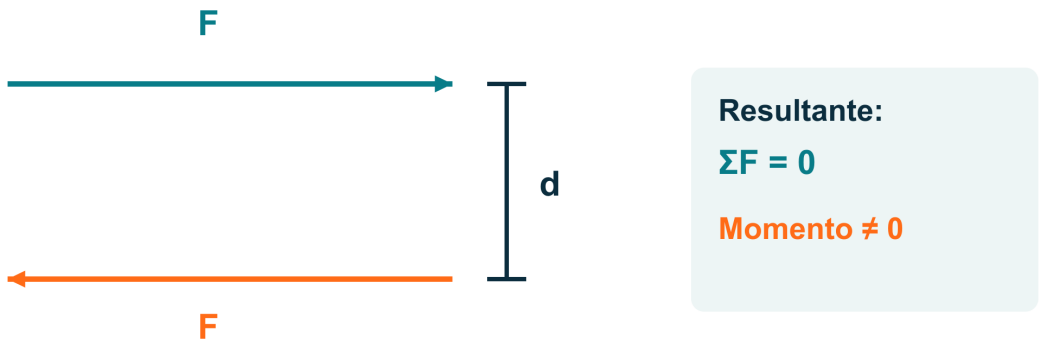
El equilibrio del cuerpo también depende de la interacción con sus apoyos. Cambiar la base o sostener un objeto altera las condiciones del sistema. Explicar esa relación no equivale a determinar una postura única correcta para cualquier persona. La tarea, la configuración corporal y las posibilidades de ajuste deben mantenerse en la interpretación.

Además, una observación de postura no identifica automáticamente el dolor ni su causa. El equilibrio aporta una explicación mecánica de una situación; una pregunta clínica incorpora antecedentes, síntomas y otras evaluaciones. Mantener separadas estas funciones permite utilizar el análisis sin atribuirle una capacidad diagnóstica que no se ha demostrado.

EDUFISICA · FUNDAMENTOS DE BIOMECANICA

Equilibrar fuerzas no basta para equilibrar momentos

Modelo plano ideal con fuerzas paralelas separadas una distancia d.



Fuerzas iguales y opuestas en líneas distintas: un par de fuerzas.

Geometría conceptual original. No representa fuerzas registradas en una persona.

Modelo plano original de par de fuerzas. La geometría es conceptual y no representa cargas humanas registradas. EDUFISICA · Diagrama didáctico original.

Del tejido al cuerpo completo: elegir la escala adecuada

La escala de análisis determina qué detalles se conservan y qué propiedades se resumen. Un cuerpo puede representarse como un punto para estudiar su trayectoria, como segmentos para analizar articulaciones o como tejidos deformables para examinar cargas locales. Ninguna representación es completa; su utilidad depende de la pregunta que permite responder.

En un problema de vuelo de una pelota, su centro de masas puede describir la trayectoria sin representar cada punto del material. Si interesa su giro y el contacto con una mano, la orientación y la superficie adquieren importancia. La simplificación que servía para la primera pregunta puede resultar insuficiente para la segunda.

En el cuerpo humano ocurre algo similar. El desplazamiento global puede analizarse mediante el centro de masas; el movimiento articular requiere segmentos y referencias anatómicas; la deformación de un tejido necesita relaciones entre carga, forma y material. El centro de masas no es un órgano que se pueda localizar del mismo modo en todas las posturas. Es una propiedad de la distribución de masa del sistema elegido.

La amplitud de sistemas biológicos se expone en Pérez Ruiz y colaboradores (2021, p. 50). Hall (2015, pp. 2-3) sitúa la estructura y la función dentro del análisis mecánico. A partir de esas

distinciones, es posible formular una regla de trabajo: añadir detalle cuando la pregunta lo necesita, no porque una representación más compleja parezca más científica.

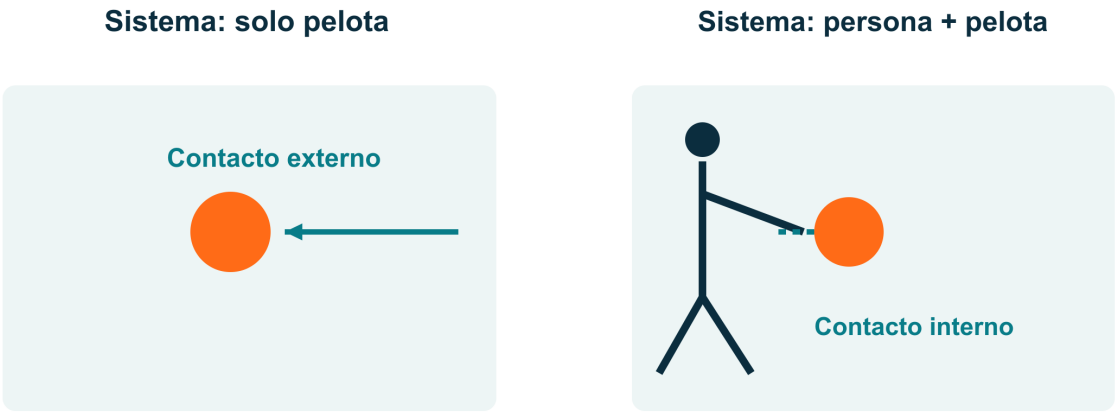
Un análisis multisegmentario puede describir relaciones que un punto no contiene, pero introduce parámetros y decisiones. Necesita masas, longitudes o propiedades que quizá no se midan directamente. Su complejidad no elimina la incertidumbre. Antes de utilizarlo conviene explicar de dónde procede cada parámetro y cuánto depende el resultado de sus valores.

En docencia, comparar dos modelos del mismo problema ofrece una actividad valiosa. Un grupo puede representar una recepción como desplazamiento de la pelota; otro puede incluir la mano y el contacto. Después se identifican las preguntas que cada modelo responde. La evaluación observa si el estudiante relaciona el detalle elegido con el problema, no si reproduce el dibujo más elaborado.

EDUFISICA · FUNDAMENTOS DE BIOMECANICA

La frontera del sistema cambia el análisis

El mismo contacto mano y pelota aparece en dos delimitaciones.



La frontera decide qué interacción se clasifica como externa o interna.

Esquema original sin fuerzas medidas. El contacto no cambia físicamente.

Delimitaciones conceptuales originales del mismo contacto. No representa fuerzas medidas ni un experimento. EDUFISICA · Diagrama didáctico original.

Biomecánica deportiva: analizar una tarea antes de buscar un gesto ideal

La biomecánica deportiva estudia relaciones mecánicas relevantes para acciones, instrumentos y condiciones del deporte. Su aplicación necesita un criterio de resultado: precisión, distancia, velocidad o alguna restricción concreta. Sin ese criterio, decir que una técnica es mejor puede confundir una preferencia visual con una comparación que realmente responda al problema deportivo.

El propósito del gesto delimita las variables. En un lanzamiento dirigido a una zona, la mayor velocidad de salida no es necesariamente el único resultado de interés. En una acción que combina desplazamiento y decisión, una medición aislada de tiempo puede dejar fuera el contexto. El análisis mecánico aporta una perspectiva específica que debe relacionarse con las reglas y demandas de la tarea.

Pérez Ruiz y colaboradores (2021, pp. 49-50) sitúan la biomecánica deportiva como aplicación particular. Hall (2015, pp. 7-10) muestra que el análisis incluye acciones y equipamiento. Esas aplicaciones no justifican imponer una misma forma corporal a todos los deportistas. Las restricciones, características del cuerpo y experiencias de ejecución deben considerarse al interpretar diferencias.

En un ejemplo hipotético, se comparan dos formas de lanzar un objeto liviano a una zona. Una permite mayor distancia y otra mayor precisión en los intentos definidos. La elección depende del objetivo de la tarea. Si después cambia la distancia de la zona, la comparación puede cambiar. La etiqueta «técnica óptima» necesita indicar qué criterio se optimiza y bajo qué condiciones.

La observación del resultado también se separa de su causa. Si un deportista mejora después de recibir información y practicar, el cambio podría incluir aprendizaje, familiarización y otras modificaciones. Para atribuirlo a una variable mecánica concreta se necesita un diseño apropiado. Registrar una secuencia antes y después describe una diferencia; no aísla automáticamente todos sus mecanismos.

Un informe útil conserva el problema deportivo junto con los datos. Puede decir qué fase se observó, qué comparación se hizo y qué ajuste se propone comprobar. La recomendación se mantiene como una hipótesis de trabajo hasta evaluar sus consecuencias. Este modo de comunicar permite dialogar con el entrenamiento sin presentar cada ángulo medido como una instrucción universal.

Biomecánica clínica: aportar medidas a una pregunta de función

La biomecánica clínica incorpora mediciones y modelos al estudio de la función dentro de procesos de salud. Puede examinar marcha, tareas de la vida diaria o interacciones con dispositivos. Su aplicación no consiste en diagnosticar desde una imagen aislada, sino en aportar información mecánica pertinente a una evaluación que comprende otros datos y responsabilidades profesionales.

Un análisis de marcha puede describir duraciones, recorridos articulares o fuerzas externas. Esos resultados ayudan a precisar qué ocurre durante la tarea medida. La interpretación de síntomas o la decisión terapéutica necesita relacionarlos con la persona y el propósito clínico. Una diferencia respecto de una referencia no constituye por sí misma una enfermedad.

Hall (2015, pp. 3 y 5-6) identifica la biomecánica como un campo que dialoga con especialidades clínicas y con el diseño de dispositivos. La perspectiva mecánica resulta útil para formular preguntas sobre apoyo, desplazamiento o transmisión de fuerzas. La participación de distintos profesionales no elimina la necesidad de definir qué parte del problema responde cada procedimiento.

Como ejemplo hipotético, una persona utiliza un dispositivo de apoyo durante una tarea. La pregunta podría estudiar cómo se distribuyen las fuerzas entre el cuerpo, el dispositivo y el suelo. Para responder habrá que definir qué contactos se miden y qué condiciones se mantienen. No se puede atribuir una mejora clínica completa a un único cambio de fuerza si no se han evaluado otros resultados pertinentes.

La elección de referencias también requiere cuidado. Un promedio de un grupo no describe la única forma admisible de moverse. Comparar una persona con ese promedio puede orientar preguntas, pero el significado de la diferencia depende del contexto. La tarea, la edad, las características del dispositivo y el método de medición intervienen en la comparabilidad.

Para un lector de Educación Física, esta distinción tiene una consecuencia práctica: utilizar conceptos mecánicos para comprender movimientos no autoriza a emitir diagnósticos ni prescribir rehabilitación. La información académica puede mejorar la observación y el diálogo profesional. Cuando aparecen síntomas o una condición de salud, el proceso clínico no se sustituye por una plantilla de análisis del gesto.

Biomecánica ocupacional y diseño: estudiar cuerpo, tarea y objeto

La biomecánica ocupacional examina demandas mecánicas de tareas de trabajo y su relación con personas, herramientas y entornos. El diseño también utiliza esa información para estudiar contactos y restricciones. Su alcance requiere analizar situaciones concretas; una postura observada durante un instante no resume la exposición completa ni todas las condiciones de una actividad.

El sistema incluye la tarea. La masa de un objeto, la distancia de alcance, la duración, la repetición y las posibilidades de apoyo pueden cambiar el problema. Dos actividades con el mismo objeto pueden plantear relaciones mecánicas diferentes si una permite acercarlo al cuerpo y otra obliga a sostenerlo lejos de una referencia.

Hall (2015, pp. 6-10) presenta aplicaciones ocupacionales y de equipamiento. Este enfoque permite preguntar cómo una herramienta modifica fuerzas o movimientos, sin atribuirle una protección universal. Cambiar un componente puede alterar otras interacciones del sistema. La evaluación del diseño debe considerar el propósito y las condiciones en que se utiliza.

Ejemplo hipotético: una fuerza vertical de 30 N tiene una línea de acción a 0,20 m de una referencia; su momento plano es 6 N·m. Si la distancia perpendicular aumenta a 0,40 m, el momento es 12 N·m. El ejemplo no estima la carga de una articulación humana: muestra una relación geométrica. Para analizar el cuerpo se necesitarían otras fuerzas, segmentos y supuestos.

Un objeto que parece más ligero no necesariamente produce una demanda menor en todas las tareas. La forma de agarrarlo y su posición pueden modificar la interacción. Este análisis también interesa en el deporte: un material puede facilitar una acción y cambiar otra condición. La comparación necesita una prueba que corresponda al uso real, no solo una propiedad aislada del producto.

En la formación docente pueden analizarse herramientas sencillas mediante modelos de fuerzas y distancias. El objetivo sería explicar la relación entre geometría y momento, manteniendo claros los límites del modelo. No se utilizan estos cálculos para declarar seguros todos los usos de un objeto. La mecánica ofrece una base para preguntar mejor y para identificar qué información adicional se requiere.

Qué aporta la biomecánica a la Educación Física

La biomecánica ofrece al docente un lenguaje para describir relaciones del movimiento y diseñar situaciones de comprensión. Puede ayudar a observar apoyos, trayectorias y tiempos, siempre que el objetivo educativo permanezca visible. Su aporte no consiste en convertir la clase en una selección de cuerpos ni en exigir instrumentos para cada aprendizaje motor.

Una observación cualitativa bien formulada puede ser precisa. «El apoyo cambia antes de dirigir la pelota» contiene información más útil que «lo hizo bien». La descripción permite elegir una

consigna y comprobar su efecto. Hall (2015, pp. 11-12) diferencia análisis cualitativo y cuantitativo sin equiparar el primero con una observación superficial.

La medición numérica puede añadir otra perspectiva. Registrar el tiempo entre dos eventos permite discutir secuencias; medir una distancia ayuda a relacionar el gesto con la tarea. El número necesita un propósito pedagógico. Si solamente se utiliza para comparar estudiantes, puede dejar fuera la comprensión, la participación y las posibilidades de adaptación de la actividad.

Como propuesta docente hipotética, se utiliza una pelota liviana y se pide observar su recorrido desde dos posiciones. El alumnado explica qué parte del movimiento puede verse mejor desde cada lugar y qué detalles quedan ocultos. Después el grupo compara sus descripciones con una referencia común. El aprendizaje se centra en la observación razonada, no en buscar errores personales frente a todos.

Otra propuesta utiliza recorridos dibujados sobre el suelo para distinguir distancia y desplazamiento. Los estudiantes construyen situaciones en las que esas magnitudes difieren y justifican sus cálculos. El docente puede valorar el uso de unidades, el signo y la explicación del resultado. La tarea integra conceptos mecánicos con decisiones y comunicación entre compañeros.

La biomecánica dialoga con el desarrollo y la competencia motriz, pero no los agota. Resolver una situación corporal incluye percibir información y actuar según un propósito. El análisis mecánico describe relaciones relevantes de esa acción. Mantener ambas perspectivas permite diseñar actividades comprensibles y adaptables, sin reducir la educación al rendimiento de una variable aislada.

Observación cualitativa y medición cuantitativa pueden complementarse

Observar y medir no son opciones que deban excluirse. La descripción cualitativa organiza lo que se reconoce en la acción; la cuantificación asigna valores bajo un procedimiento. Ambas necesitan una pregunta y criterios. Su combinación puede aportar más contexto que una cifra aislada o un juicio visual que no explique qué se observó.

El análisis cualitativo debe definir eventos y relaciones. Identificar cuándo comienza un apoyo, en qué dirección se orienta un segmento o cómo se organiza una secuencia permite construir una descripción verificable. La palabra «cualitativo» no significa «intuitivo» ni «sin método». Hall (2015, pp. 11-12) sitúa ese análisis dentro de la resolución de problemas del movimiento.

La cuantificación tampoco es automáticamente objetiva en toda su interpretación. La selección de un punto anatómico, la definición del comienzo y el tratamiento de una imagen afectan el resultado. Dos observadores podrían utilizar el mismo programa y medir propiedades distintas sin advertirlo. El número permite revisar una comparación cuando se conserva el procedimiento que lo produjo.

En un ejemplo hipotético, el vídeo muestra una recepción y se identifica el instante en que la pelota toca las manos. Después se mide el tiempo hasta detener su desplazamiento respecto del receptor. La primera etapa define los eventos; la segunda les asigna una duración. Si no se acuerda qué significa «detener», el cálculo temporal no resuelve la ambigüedad.

El análisis instrumental puede complementar una observación, pero tiene requisitos. Una cámara y una plataforma no registran la misma magnitud. La información de fuerza necesita además sincronización si se relaciona con eventos del vídeo. Cohen y Kennedy, en French y Torres Ronda (2022, pp. 151-153), distinguen fuerzas registradas y variables derivadas. Esa separación ayuda a decidir qué combinación responde a una pregunta.

Un informe puede comenzar con una descripción y añadir dos o tres magnitudes seleccionadas. El criterio no es producir el mayor número de gráficos. Es conservar suficiente información para comprender la tarea y revisar la comparación. Si una observación no puede traducirse todavía a un evento medible, conviene precisar su definición antes de multiplicar cálculos.

Modelos mecánicos: simplificar para responder sin olvidar los supuestos

Un modelo conserva algunas relaciones y omite otras para hacer un problema manejable. Puede representar una trayectoria, un segmento o una interacción. La simplificación no es un defecto por sí misma: se vuelve problemática cuando se aplica a una pregunta diferente o cuando sus supuestos desaparecen de la interpretación del resultado.

Representar un cuerpo como un punto facilita estudiar el desplazamiento de su centro de masas. Ese modelo no contiene la orientación de cada segmento ni la distribución de fuerzas articulares. Si después se utiliza para explicar esas propiedades, se le está pidiendo información que no incluye. La correspondencia entre modelo y pregunta debe mantenerse hasta la conclusión.

Un modelo de segmentos rígidos facilita balances, pero no significa que los tejidos reales sean rígidos. Los parámetros pueden proceder de mediciones, referencias o estimaciones. Su origen debe distinguirse. Cuando una masa segmentaria se estima, el cálculo posterior no convierte esa masa en un dato medido de la persona.

También importa la relación entre descripción y predicción. Un modelo puede reproducir un conjunto de observaciones y fallar en otra situación. Para estudiar su utilidad predictiva se necesitan comparaciones apropiadas. La calidad visual de una animación no demuestra que las fuerzas internas representadas correspondan al movimiento real. El cálculo debe examinarse mediante sus datos, supuestos y comportamiento.

En Pérez Ruiz y colaboradores (2021, pp. 41-50), la mecánica organiza la explicación de los sistemas vivos; Hall (2015, pp. 13-14) relaciona información, incógnitas y operaciones en problemas formales. Desde esa base, un informe puede separar tres capas: datos disponibles, relaciones utilizadas y resultado calculado. La separación facilita localizar qué cambia al revisar una premisa.

Como ejercicio hipotético, una trayectoria se calcula sin resistencia del aire. Después se pregunta qué fenómeno falta al analizar un objeto con gran superficie y poca masa. No hace falta simular un vuelo real para reconocer el límite. El aprendizaje consiste en saber cuándo una simplificación es suficiente y cuándo se necesita otro modelo.

Instrumentos y evidencia: registrar una magnitud no equivale a explicar todo

La tecnología amplía lo que puede observarse, pero también introduce decisiones de adquisición y procesamiento. Una cámara registra imágenes, una plataforma registra fuerzas y un modelo calcula otras variables. Para interpretar la evidencia hay que conocer esa cadena, en lugar de atribuir al instrumento cualquier propiedad que aparezca en su pantalla.

Un ángulo puede proceder de puntos identificados en una imagen o de una orientación estimada por sensores. La coincidencia del nombre no demuestra equivalencia de métodos. Del mismo modo, una velocidad puede referirse a la barra, a un marcador corporal o al centro de masas. Cada medida necesita conservar el objeto y la referencia.

Las variables derivadas dependen de operaciones. Diferenciar una posición aproxima una velocidad; integrar una fuerza neta permite estimar un cambio de velocidad bajo condiciones definidas. Esas operaciones pueden acumular o amplificar efectos de errores. El número de decimales que muestra el programa no describe por sí solo la calidad de la medida.

Cohen y Kennedy, en French y Torres Ronda (2022, pp. 151-161), presentan el paso de la fuerza registrada a indicadores de salto y sus condiciones de interpretación. Esa lectura permite formular una pregunta básica frente a cualquier tecnología: ¿qué mide directamente y qué calcula después? La respuesta orienta qué resultados pueden compararse y qué supuestos deben explicarse.

Un estudio de Kanko et al. (2021) permite concretar ese criterio. Compararon simultáneamente la cinemática de la marcha de treinta adultos sanos sobre una cinta mediante captura con marcadores y un sistema sin marcadores basado en vídeo. Los resultados resumidos muestran diferencias según la articulación y el componente angular; la semejanza de algunos patrones no convierte todas las estimaciones en idénticas.

La pregunta aplicada cambia así de «¿el vídeo sirve?» a «¿qué variable proporciona, frente a qué método y en qué tarea?». El estudio examina una comparación delimitada de marcha. No establece que cualquier cámara o algoritmo mida correctamente cualquier acción deportiva, ni que concordar con otro sistema permita observar directamente todas las fuerzas internas del cuerpo.

La validez se refiere a si un procedimiento respalda la interpretación que se pretende hacer. La repetibilidad examina estabilidad bajo condiciones de repetición. Una medición puede ser estable y representar una magnitud diferente de la que interesa. Tampoco basta con que dos métodos estén relacionados para afirmar que producen valores intercambiables. El problema concreto determina la comparación necesaria.

Para seleccionar tecnología en una institución, conviene comenzar por una tarea y una decisión. Después se revisan recursos, formación y condiciones de uso. Un sistema complejo puede resultar innecesario para una pregunta que responde una observación definida. Otro problema sí puede exigir instrumentación. La elección razonada evita tanto idealizar los aparatos como descartar mediciones que aportan información pertinente.

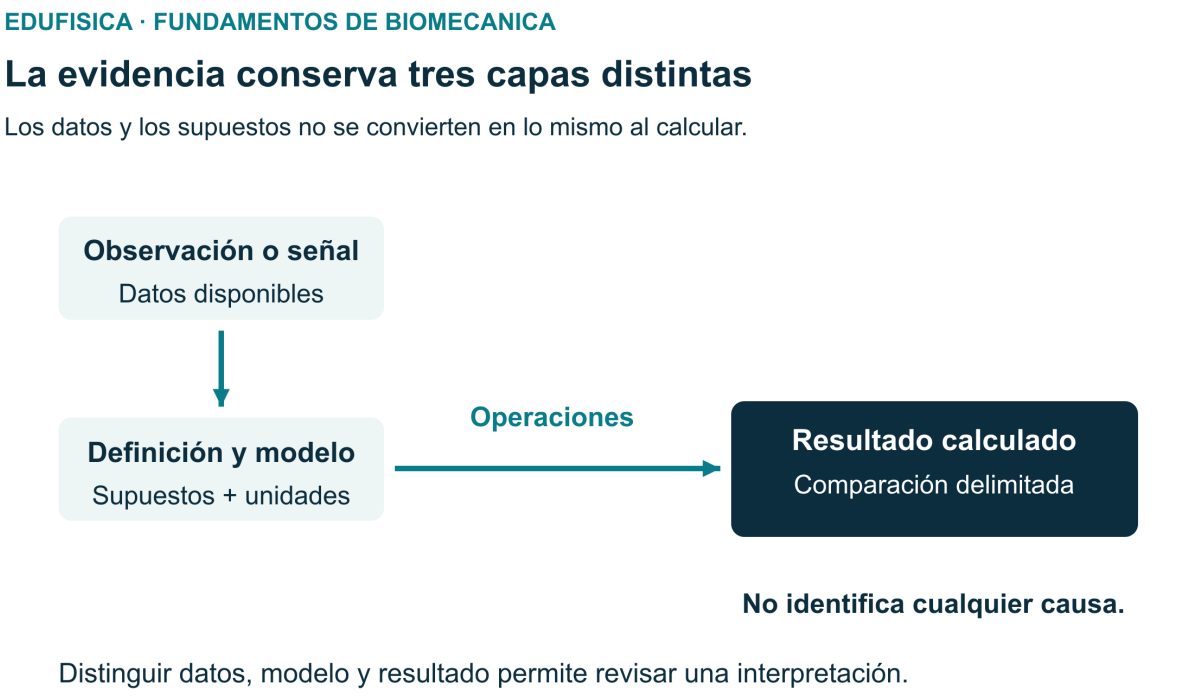


Diagrama de razonamiento original. Un resultado calculado no demuestra cualquier causa ni constituye un diagnóstico.
EDUFISICA · Diagrama didáctico original.

Un caso integrado: analizar la recepción de una pelota

Una misma tarea permite relacionar varias ramas sin confundir sus funciones. La recepción de una pelota reúne trayectoria, contacto y ajuste corporal. El caso siguiente es hipotético y utiliza números sencillos para enseñar el razonamiento. No describe participantes ni una intervención validada; muestra qué cambia al formular preguntas diferentes sobre la misma acción.

Se considera una pelota de 0,20 kg que llega con velocidad horizontal de 4 m/s y termina aproximadamente en reposo respecto de un receptor que no se desplaza. La pregunta cinemática describe el recorrido y el tiempo del contacto. La pregunta cinética estudia el cambio de cantidad de movimiento y las fuerzas del intervalo.

El cambio horizontal idealizado es:

$$\Delta p_x = m(v_{x,f} - v_{x,i}) = 0{,}20(0-4) = -0{,}80 \text{ kg m/s}$$

Si el intervalo hipotético dura 0,10 s, la fuerza neta horizontal media sobre la pelota es −8 N. Si dura 0,20 s para el mismo cambio, es −4 N. El signo indica dirección opuesta al movimiento inicial. La comparación no informa el pico de fuerza ni la carga de una articulación. Representa un promedio bajo un modelo horizontal definido.

La observación corporal podría estudiar cómo se desplazan las manos durante ese contacto. Si se compara una duración mayor, habría que comprobar qué se entiende por inicio y final. No basta con afirmar que «recibir suave» corresponde a un valor fijo. La expresión docente puede orientar la acción, mientras que el análisis necesita definir su propiedad mecánica.

La decisión educativa puede ser distinta de la deportiva. Para enseñar comprensión, se pueden analizar los cálculos ficticios y discutir el signo, las unidades y los datos ausentes. No es necesario aumentar la velocidad real del objeto. Para estudiar una técnica en un contexto deportivo, la tarea de medición necesitaría condiciones apropiadas y un propósito de comparación.

El caso también permite separar conocimiento y propuesta. Las relaciones entre impulso y cambio de cantidad de movimiento pertenecen al modelo mecánico. Elegir una consigna para la clase es una decisión pedagógica que debe comprobarse en su contexto. El cálculo puede ayudar a explicarla, pero no demuestra por sí mismo qué intervención aprenderá mejor cada estudiante.

Preguntas frecuentes sobre las ramas y aplicaciones de la biomecánica

Las preguntas de entrada suelen mezclar el alcance de la disciplina con las posibilidades de una herramienta. Estas respuestas mantienen juntas definición y límite: la biomecánica aporta relaciones mecánicas verificables, mientras que cada aplicación necesita una tarea y un método. Comprender esa combinación permite elegir una ruta de estudio sin atribuir funciones que todavía no se han evaluado.

¿La biomecánica estudia solamente el deporte?

No. Estudia aspectos mecánicos de sistemas vivos. El deporte es un campo de aplicación, junto con preguntas clínicas, ocupacionales y de diseño. El análisis puede referirse a organismos completos, segmentos, tejidos o interacciones con objetos, según la pregunta.

¿Cuál es la diferencia entre cinemática y cinética?

La cinemática describe posición y cambios en el tiempo. La cinética estudia fuerzas y momentos asociados al comportamiento mecánico. Medir una trayectoria no identifica automáticamente fuerzas musculares; esa estimación necesita datos y un modelo adicionales.

¿Un movimiento en equilibrio implica ausencia de fuerza?

No. Las fuerzas pueden equilibrarse aunque sus magnitudes sean considerables. En un modelo de equilibrio también deben revisarse los momentos. Una postura mantenida no demuestra inactividad muscular ni elimina los pequeños ajustes corporales.

¿Se necesita un laboratorio para aprender biomecánica?

Muchas relaciones pueden aprenderse mediante observación definida, diagramas y ejemplos calculados. Otras preguntas exigen instrumentos apropiados. El criterio es la información necesaria para responder, no la cantidad de tecnología disponible ni el aspecto sofisticado de un gráfico.

¿La biomecánica determina una técnica correcta para todas las personas?

Una comparación necesita un objetivo y restricciones. Las relaciones mecánicas pueden orientar el análisis, pero una forma visual no demuestra superioridad universal. La interpretación debe conservar la tarea, la persona y el criterio de resultado que se utilizó.

Referencias

• Hall, S. J. (2015). *Basic biomechanics* (7.ª ed.). McGraw-Hill Education. Registro bibliográfico.

• Pérez Ruiz, O. A., Villegas Sáez, A. F., & Feito Gácita, A. (2021). *Fundamentos de biomecánica deportiva*. Editorial Universitaria. Registro bibliográfico.

• French, D. N., & Torres Ronda, L. (Eds.). (2022). *NSCA's essentials of sport science*. Human Kinetics. Consulta del capítulo 12, de Daniel Cohen y Cory Kennedy. Editorial.

• Kanko, R. M., Laende, E. K., Davis, E. M., Selbie, W. S., & Deluzio, K. J. (2021). Concurrent assessment of gait kinematics using marker-based and markerless motion capture. *Journal of Biomechanics, 127*, 110665. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2021.110665. Alcance consultado: resumen del estudio.