

...El Sentido Común es el conjunto de todos los prejuicios adquiridos antes de los 18 años.



BIOMECÁNICA

Pablo Eduardo Scurzi



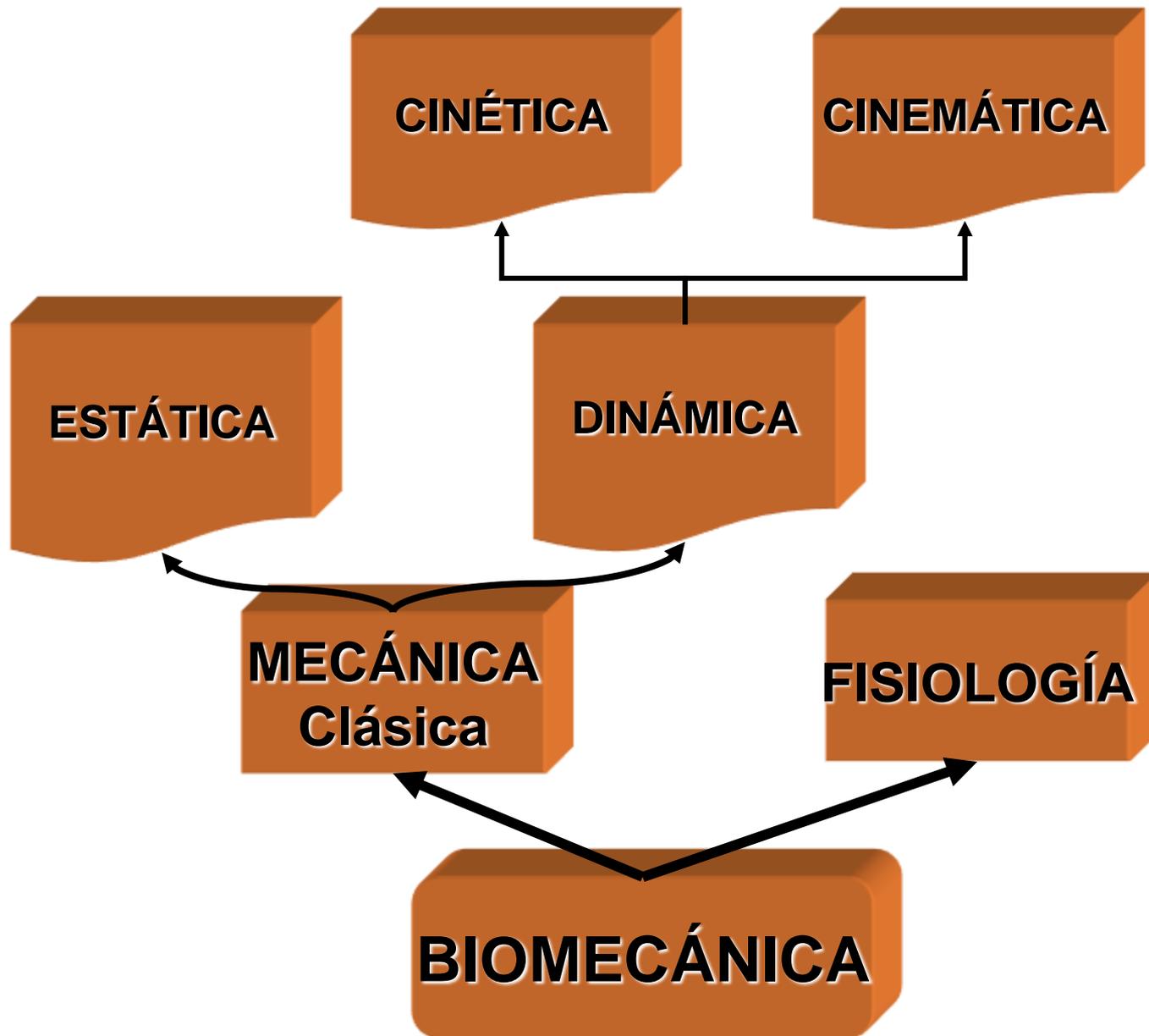
BIOMECÁNICA

- Es el estudio de las leyes de la Mecánica clásica, aplicada a describir los movimientos de los distintos segmentos del cuerpo y las fuerzas que actúan sobre él.

Nos permite:

- Estimar las fuerzas que actúan sobre diferentes estructuras.
- Predecir magnitudes ideales de carga según la planificación.
- Aumentar el rendimiento a través de configuraciones menos estresantes.
- Prevenir lesiones y desórdenes posturales durante el entrenamiento.
- Analizar resultados





ÁREAS DE ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA

○ ESTÁTICA

Es el estudio del equilibrio o del reposo relativo de los cuerpos rígidos.

Conceptos tales como:

Palancas y poleas

Torsión

Compresión

Tracción

Pandeo



ÁREAS DE ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA

○ CINEMÁTICA

Es la descripción del movimiento a través de sus vectores característicos:

DESPLAZAMIENTO (x)

VELOCIDAD (v)

ACELERACIÓN (a)

La Cinemática los estudia de manera independiente a las causas que generan el movimiento.



ÁREAS DE ESTUDIO DE LA BIOMECÁNICA

○ CINÉTICA

Estudia la relación del movimiento con las fuerzas que lo producen y con las propiedades de los objetos que se mueven.

Leyes de NEWTON

Principio de la Conservación de la Energía

Leyes Gravitatorias

Trabajo y Energía

...son conceptos comunes de esta ciencia.



PARALELISMO ENTRE ELEMENTOS ANATÓMICOS Y MECÁNICOS

Elementos Anatómicos

Elementos Mecánicos

HUESOS



PALANCAS

MÚSCULOS



MOTORES

ARTICULACIONES



BISAGRAS

TENDONES



CABLES

LIGAMENTOS



REFUERZOS y CIERRES

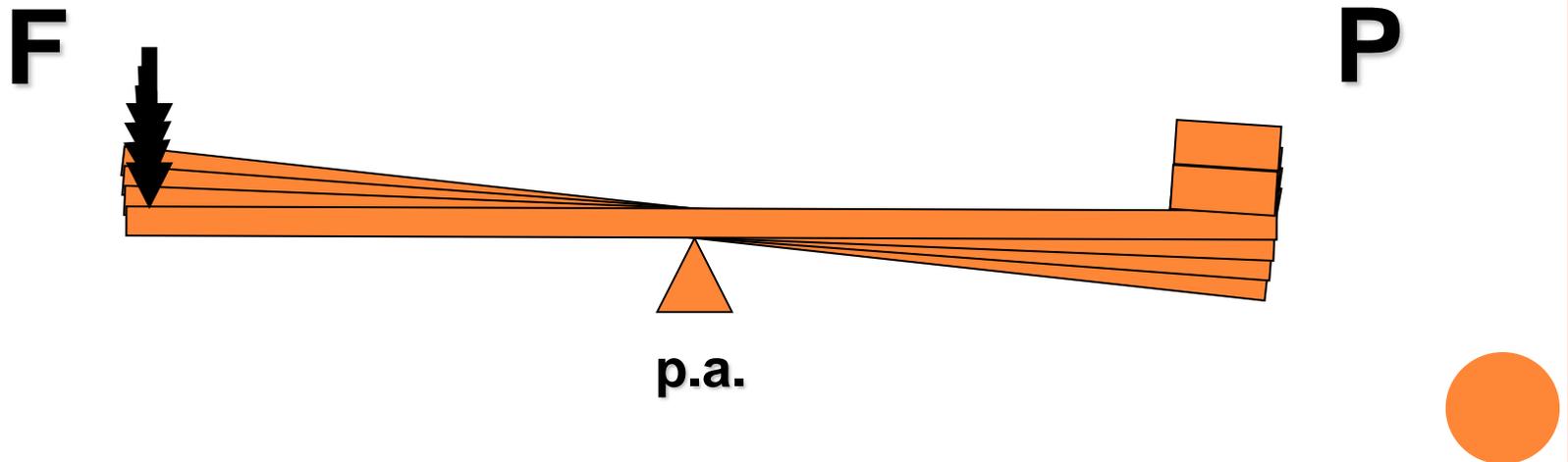


ESTÁTICA

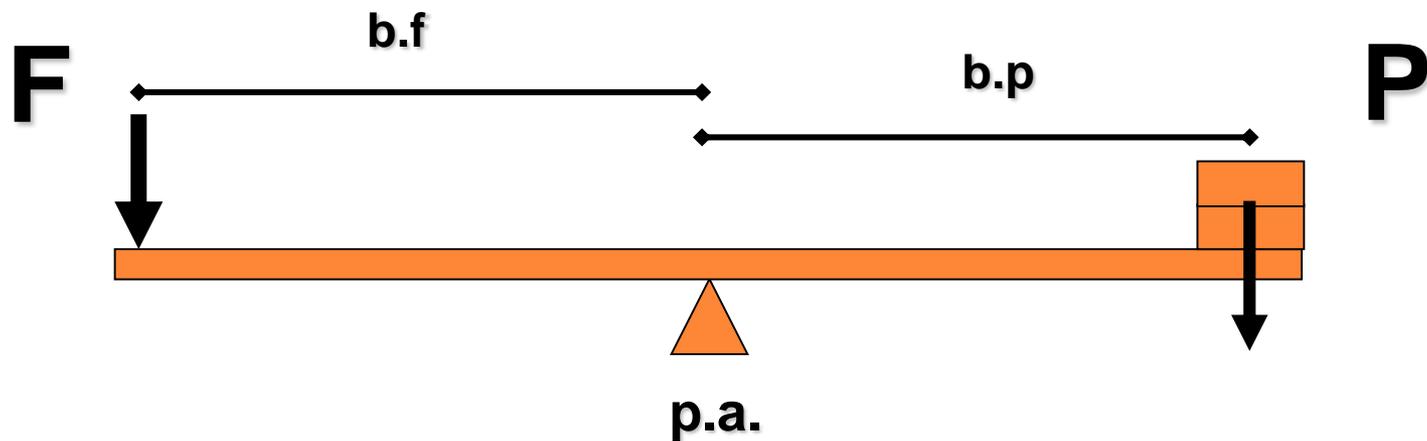
*...Denme un punto de apoyo y moveré el Mundo.
Arquímedes*

○ Palancas

Una Palanca es un sistema mecánico basado en un conjunto de fuerzas opuestas que actúan vinculadas a través de un objeto rígido, alrededor de un punto de apoyo o “fulcro”.



Un sistema de este tipo se encuentra en equilibrio estático o dinámico, cuando el producto entre el brazo de la fuerza y la fuerza aplicada **es igual** al producto entre el brazo de palanca y el peso.



En fórmula matemática:

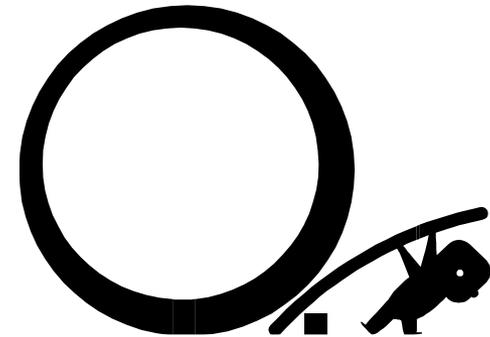
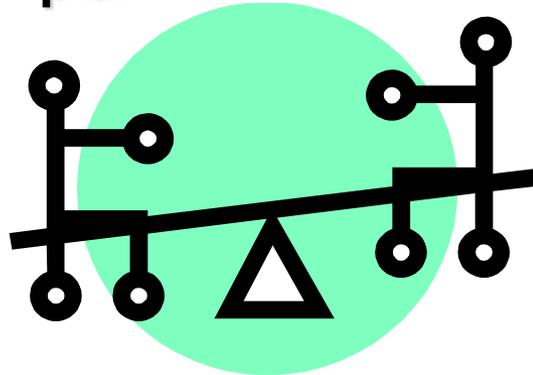
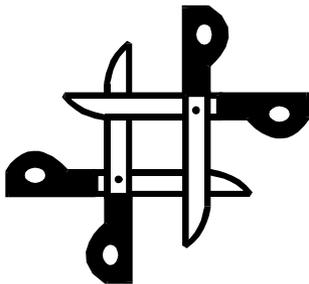
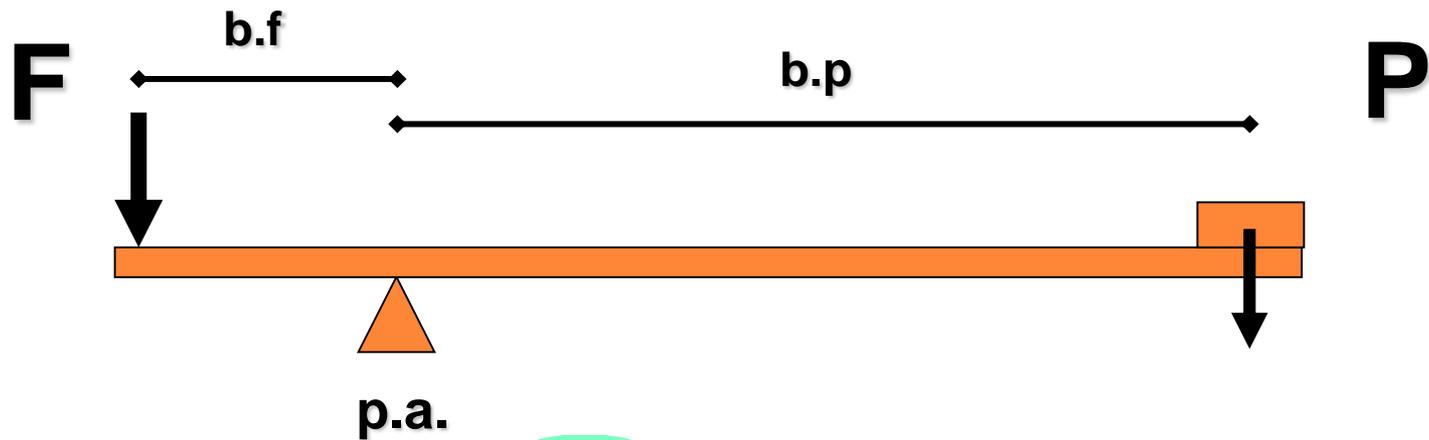
$$F \times bf = P \times bp$$



Tipos de PALANCAS

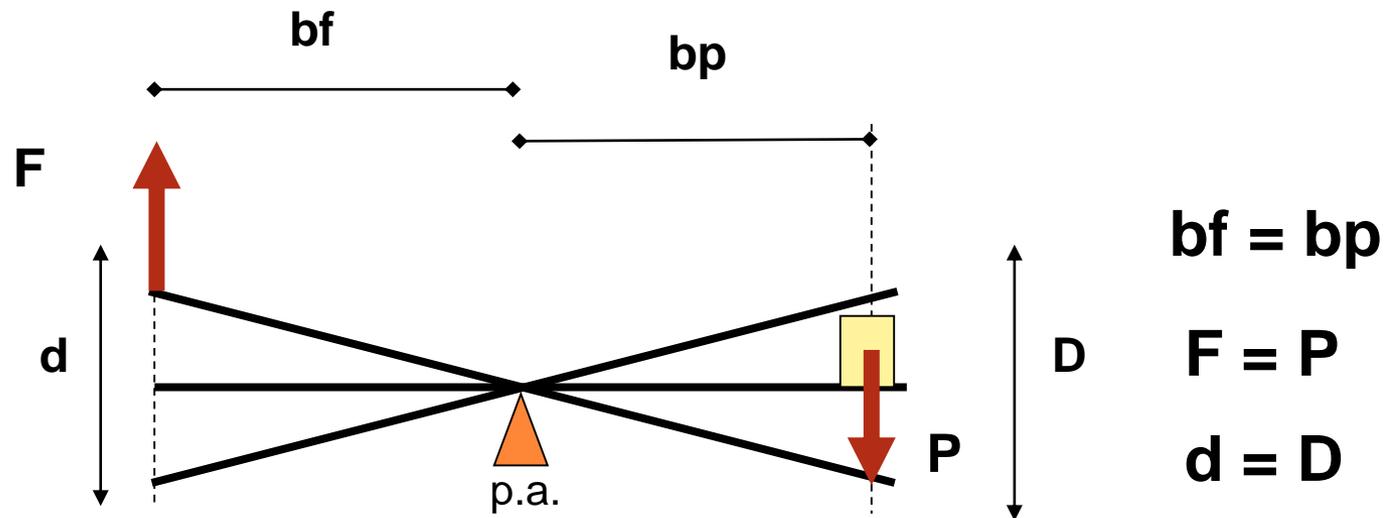
Palancas de 1º

Son aquellas donde el punto de apoyo se encuentra entre la fuerza aplicada y el peso.



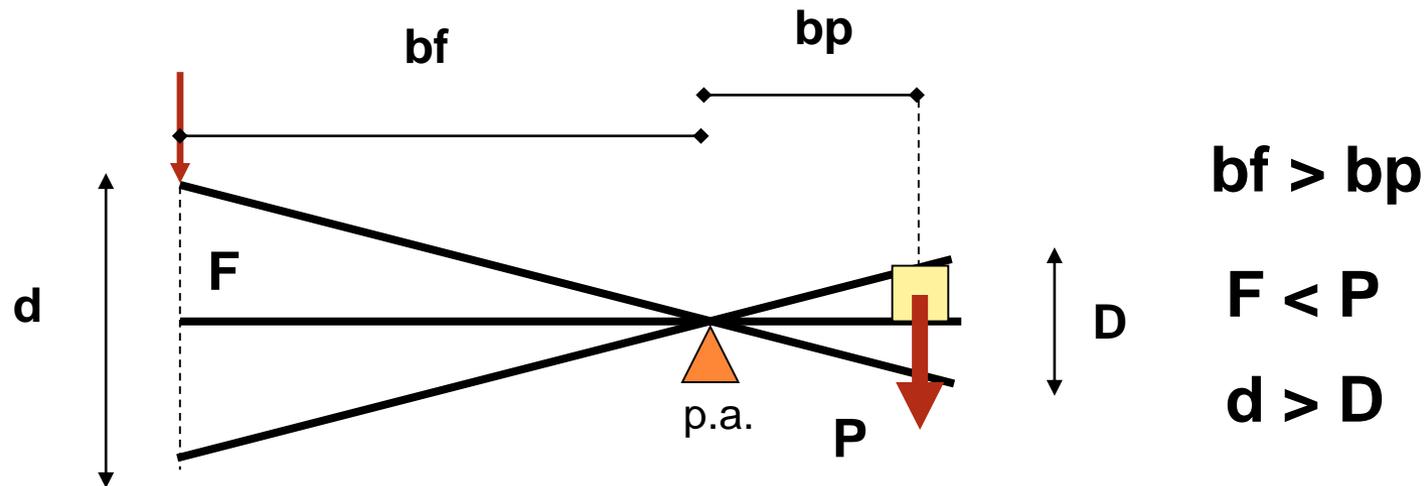
Palancas de 1º

En los casos donde el brazo de fuerza es igual al brazo de palanca, la fuerza que debe realizarse es igual a la carga a vencer y el desplazamiento del punto de aplicación de la fuerza es idéntico al desplazamiento de la carga.



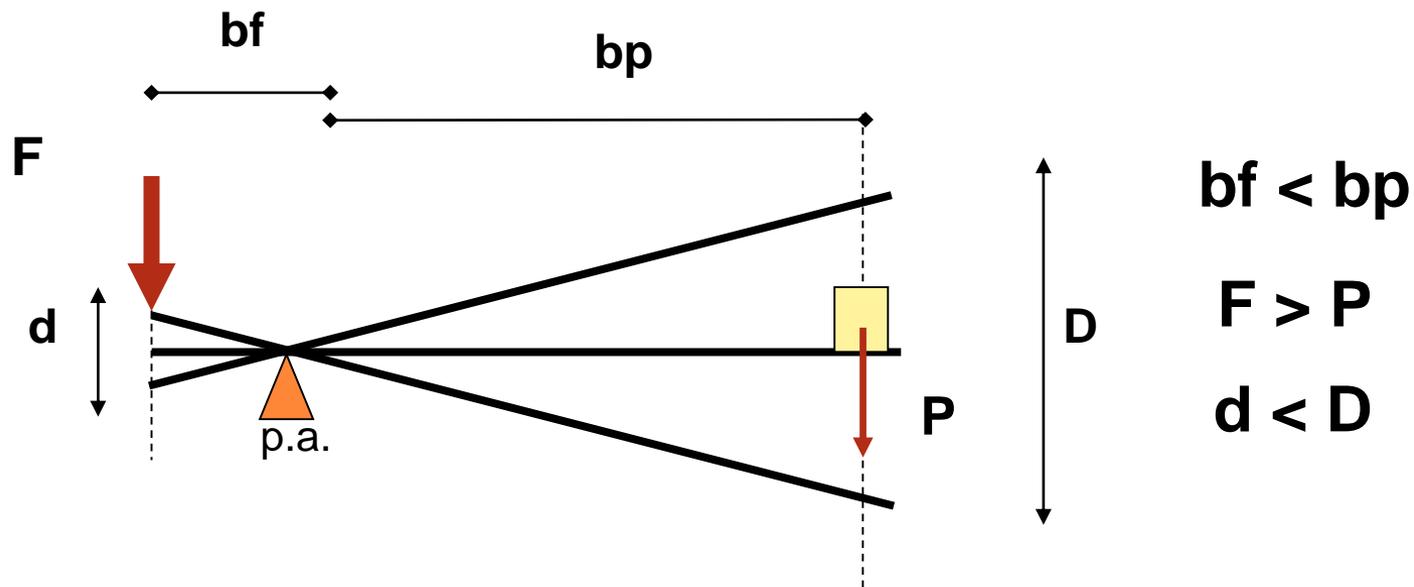
Palancas de 1º

En los casos donde el brazo de fuerza es mayor al brazo de palanca, la fuerza a realizar es considerablemente menor a la carga a vencer, pero se sacrifica amplitud de desplazamiento de la carga, es decir se obtiene una menor relación movilidad/tiempo sobre la resistencia a vencer.



Palancas de 1º

En los casos donde el brazo de fuerza es menor al brazo de palanca, tenemos la desventaja de que la fuerza que debe realizarse es muy grande en comparación a la carga a vencer, sin embargo se obtiene una muy favorable relación de desplazamiento.



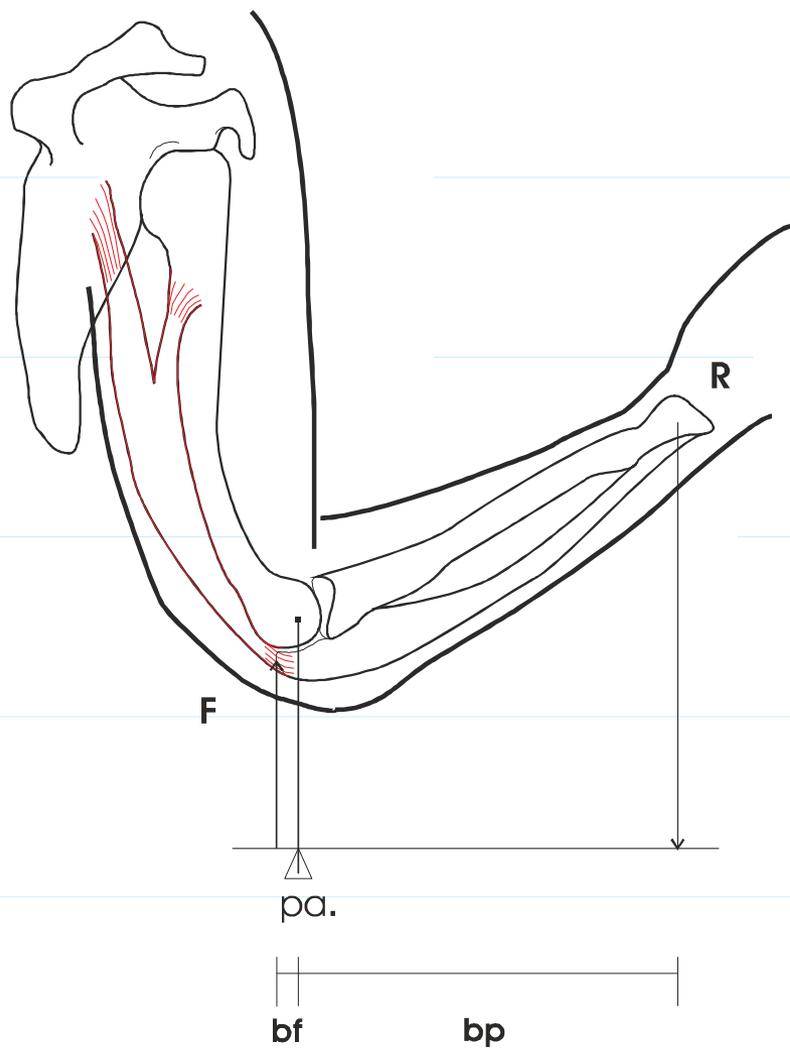
Palancas de 1º

En el aparato locomotor estas palancas se encuentran por ejemplo:

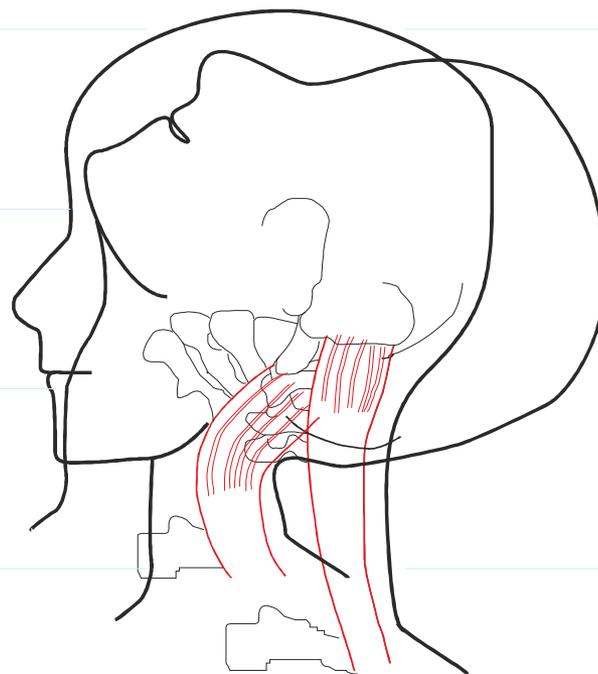
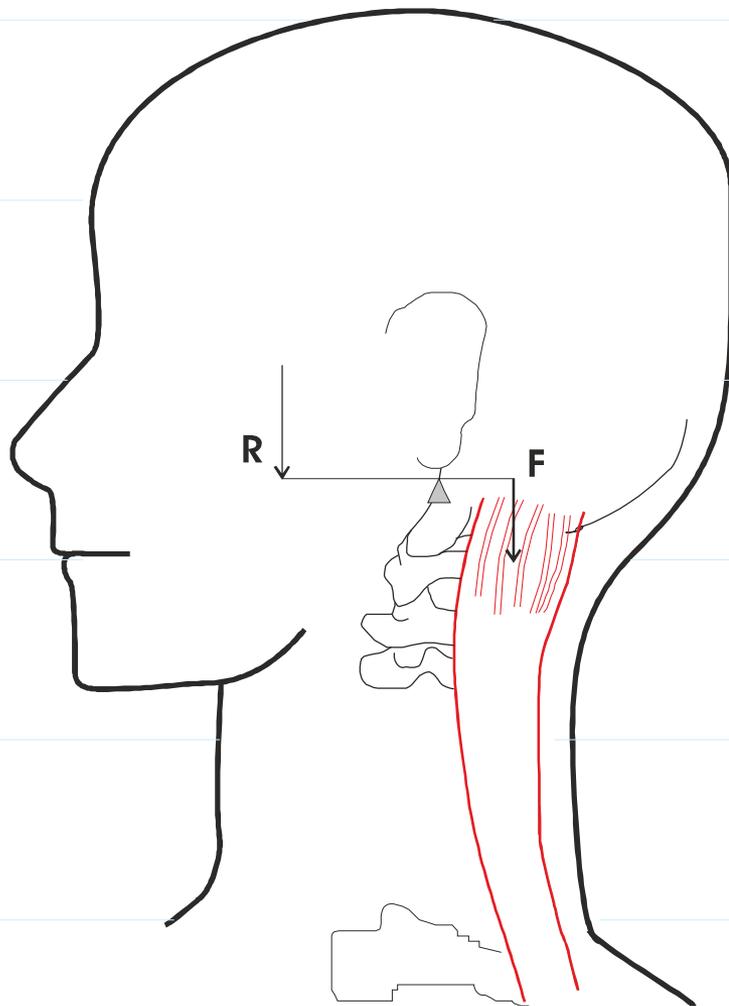
- en la articulación húmero-cubital donde la fuerza la produce el tríceps sobre el antebrazo (para el gesto del *TSUKI*),
- en la articulación atlo-axial y los músculos extensores de la cabeza (trapecio, esplenio, complejos y rectos posteriores mayor y menor) (para el *USHIRO ATAMA UCHI*),
- en la tibio-peroneo-astragalina donde el sóleo y los gemelos generan la flexión plantar típica de la acción de “pisar el acelerador” (*MAE GERI*)



Palancas de 1º



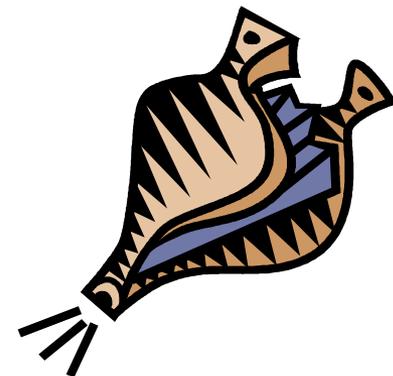
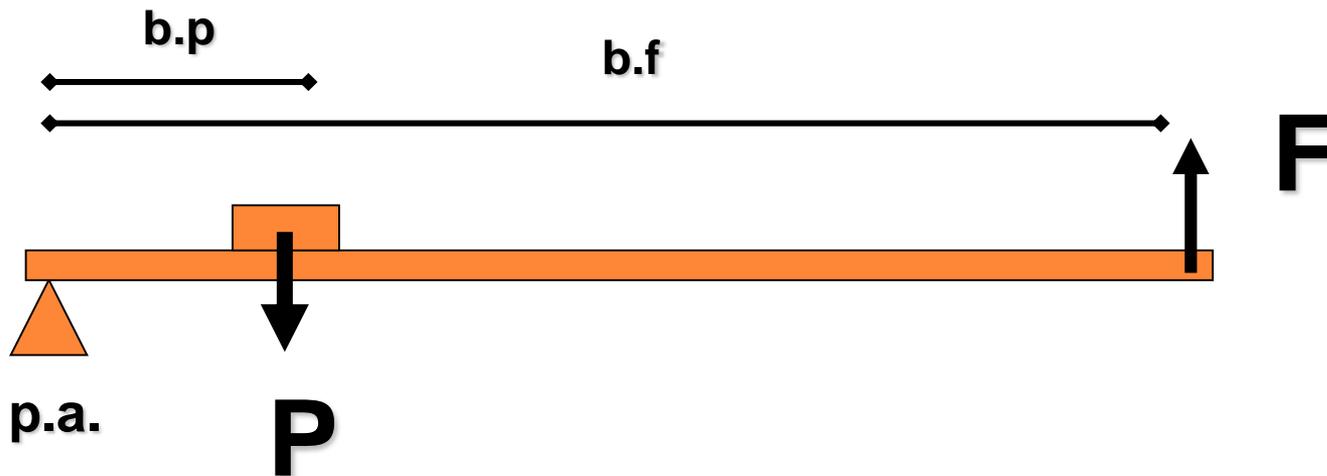
Palancas de 1º



Tipos de PALANCAS

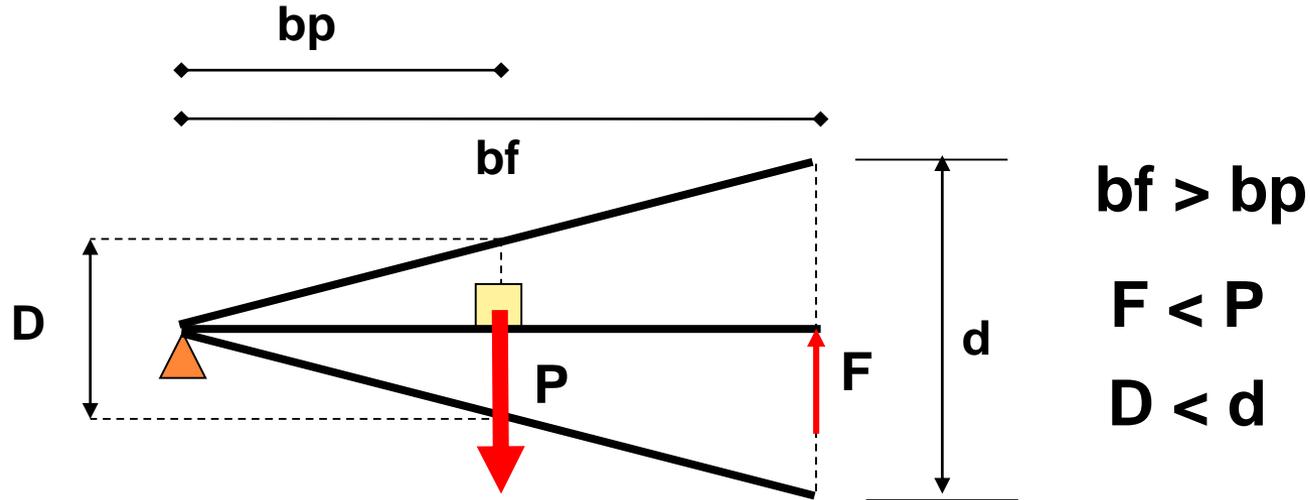
Palancas de 2º

Son aquellas donde el peso o la resistencia se encuentra entre la fuerza aplicada y el punto de apoyo.



Palancas de 2º

Una máquina de este tipo posee un brazo de fuerza **siempre** mayor al brazo de palanca, lo cual es favorable con respecto a la fuerza. Sin embargo los desplazamientos del punto de aplicación de la fuerza también serán de mayor magnitud que los desplazamientos de la carga, peso o resistencia.

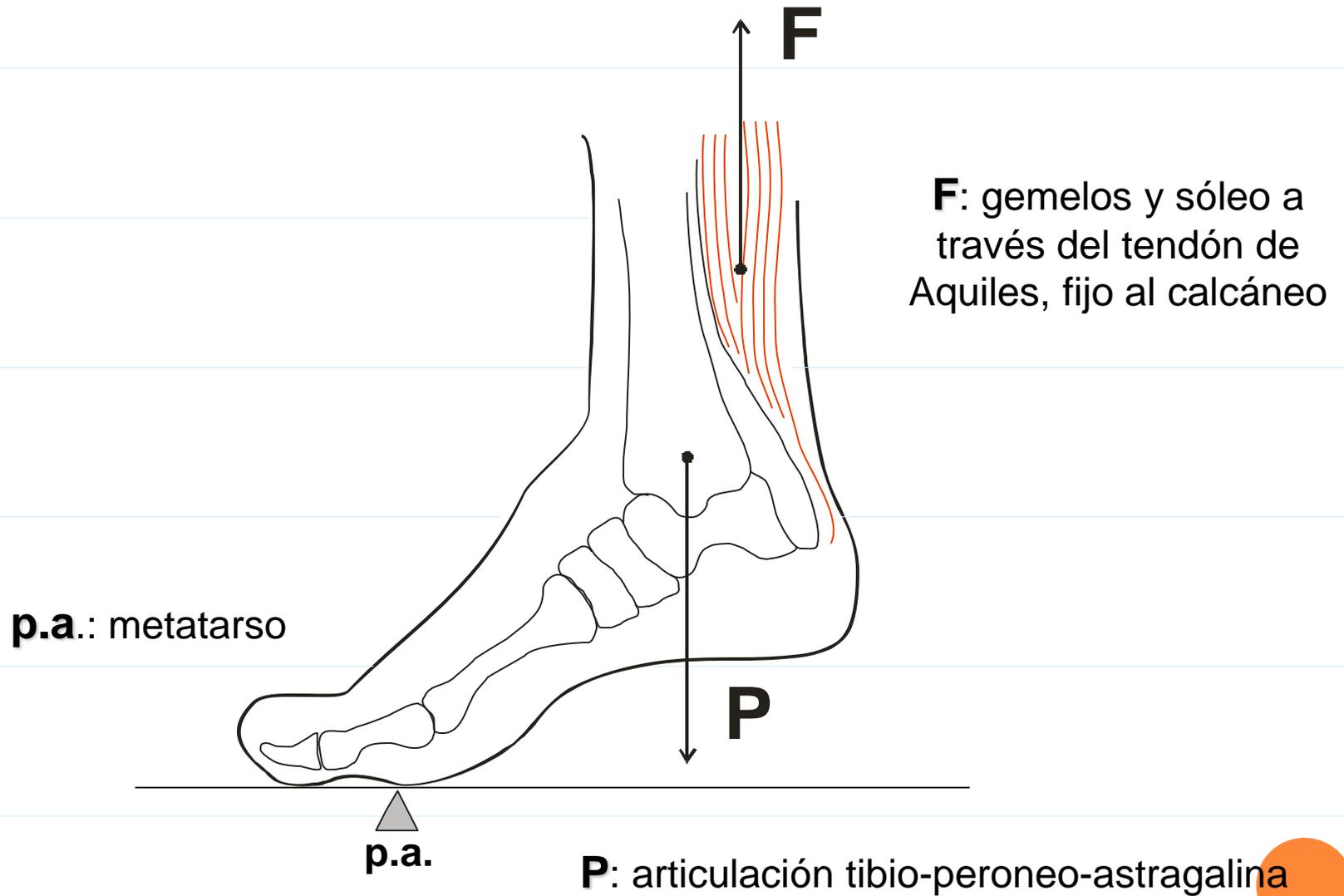


Un ejemplo de este tipo de palanca se encuentra en la acción de ponerse en puntas de pie.

Este tipo de palancas son las menos frecuentes en el cuerpo humano.



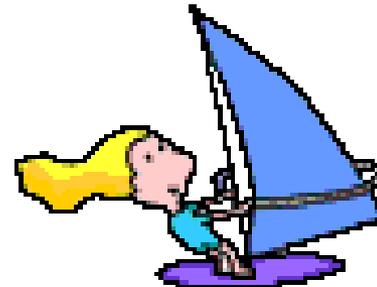
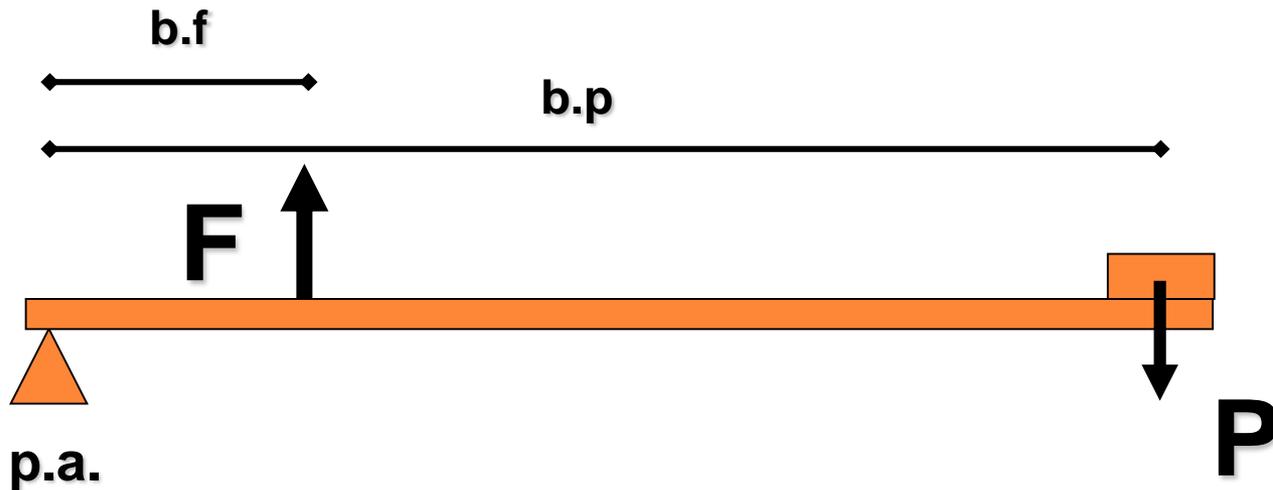
Palancas de 2º



Tipos de PALANCAS

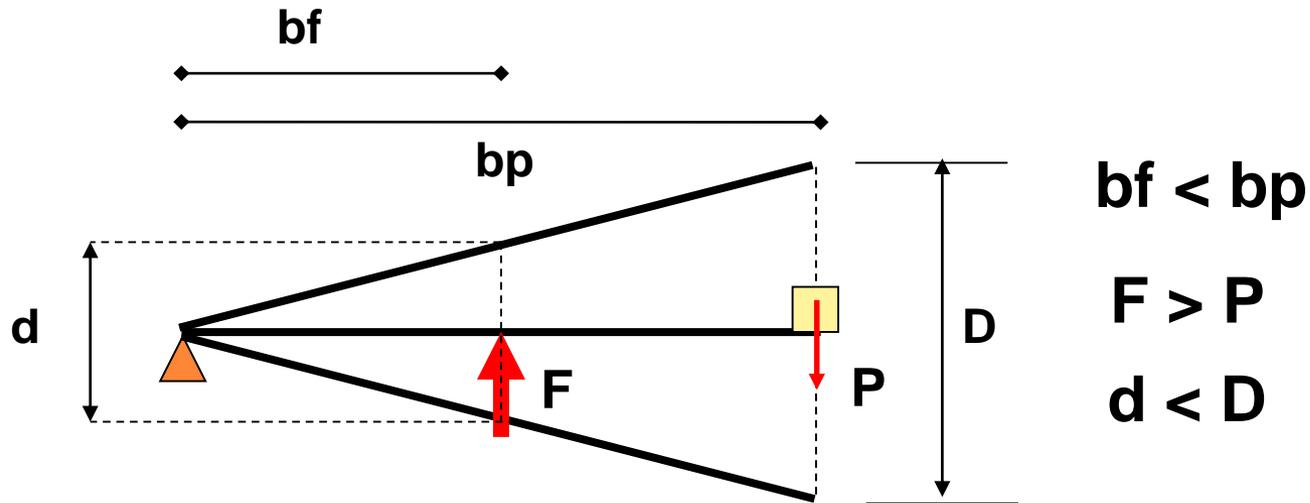
Palancas de 3º

Son aquellas donde la fuerza se encuentra entre el peso, carga o resistencia y el punto de apoyo.



Palancas de 3º

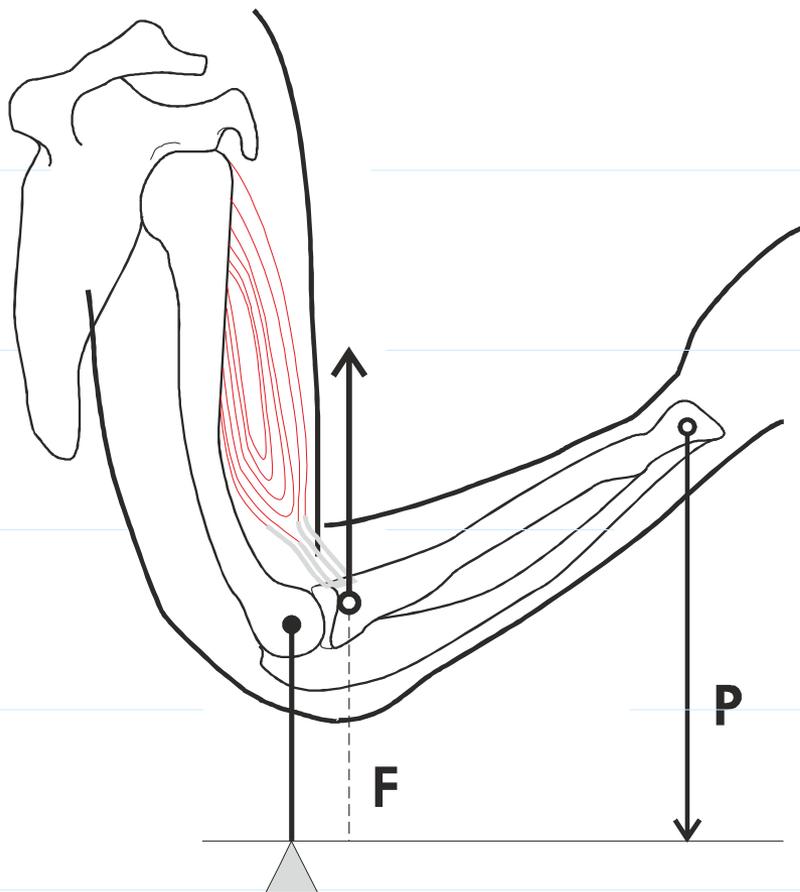
En una máquina de este tipo, el brazo de palanca **siempre** será mayor al brazo de fuerza. Los desplazamientos de la carga serán de mayor magnitud que los desplazamientos del punto de aplicación de la fuerza.



Muy frecuentes en el cuerpo, ejemplos de este tipo de palanca se encuentran en la acción flexora del biceps braquial sobre el antebrazo (*HIKITE*), en la extensión de la pierna por el cuadriceps (*MAE GERI*), en la flexión de los dedos (*HIKI UKE*), en la pronación cubito-radial debida al ancóneo (*CHOKU TSUKI*), etc.



Palancas de 3º



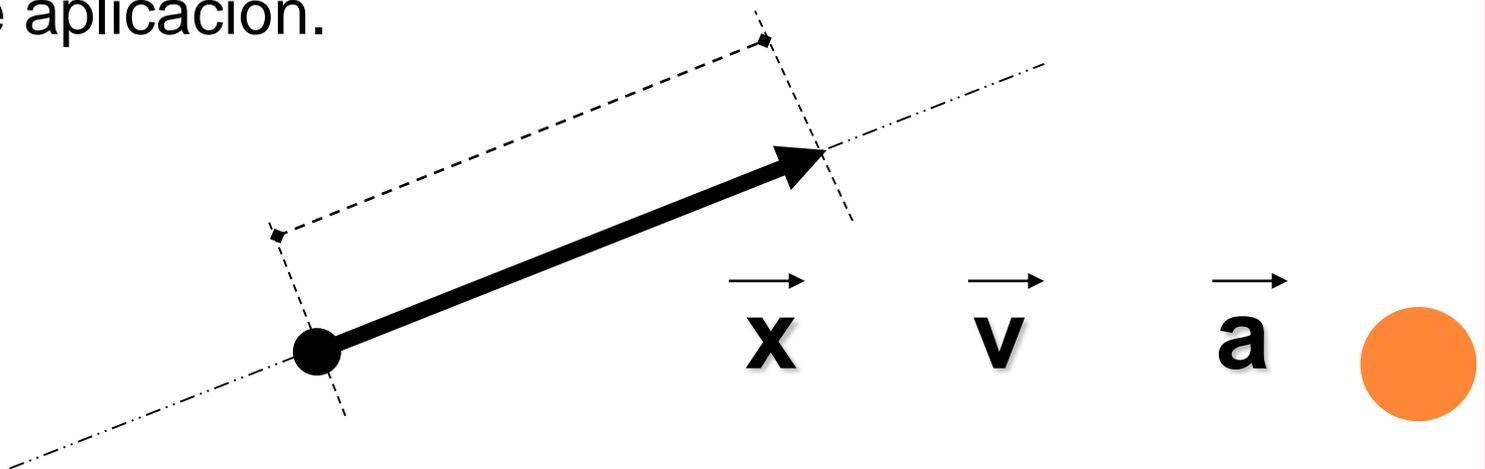
CINEMÁTICA

...El gran libro de la naturaleza está escrito en símbolos matemáticos.

Galileo Galilei

- Desplazamiento, Velocidad y Aceleración

El Desplazamiento (x), la Velocidad (v) y la Aceleración (a) son vectores. Es decir quedan definidos, no solo por su magnitud, sino también por su dirección, su sentido y su punto de aplicación.



Definimos **VELOCIDAD** como la rapidez con la que un cuerpo cambia su posición al transcurrir el tiempo.

Podemos decir también que es la variación de la posición en el tiempo

Un intervalo de tiempo es la diferencia temporal que existe entre dos instantes dados. A esta diferencia se la denomina “ Δ ” y en el caso del tiempo Δt .

Por lo tanto Δt será:

$$\Delta t = t_1 - t_0$$

Un desplazamiento es el cambio de la posición de un cuerpo, es decir la diferencia entre “donde está y donde estaba”.

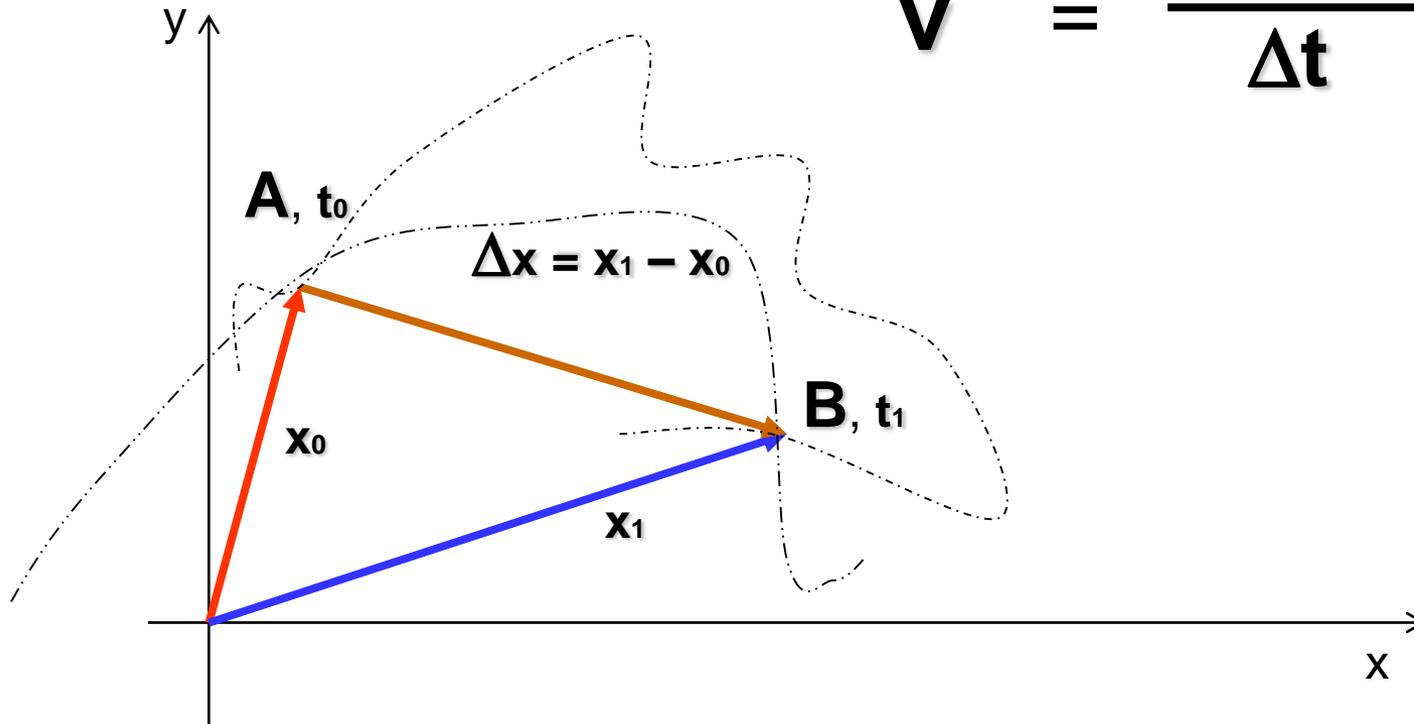
Igual que en el caso anterior, a esta diferencia se la llama “ Δ ” y en particular para la posición Δx .

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_1 - \vec{x}_0$$



La **Velocidad Promedio** entonces es el cociente entre el desplazamiento $\Delta \mathbf{x}$ y el intervalo temporal Δt

$$\bar{\mathbf{v}} = \frac{\Delta \vec{\mathbf{x}}}{\Delta t}$$



Las medidas del desplazamiento total y del tiempo transcurrido no nos dicen nada sobre la trayectoria del movimiento entre A y B.



En términos generales:

$$\bar{v} = \frac{\bar{x}}{t}$$

La Velocidad se mide en unidades de distancia (cm, m, km) sobre unidades de tiempo (seg, min, hrs):

m/s
Km/h
Km/s

La velocidad definida por la ecuación anterior recibe el nombre de **velocidad promedio**.

Recordemos esta fórmula para el trabajo final.



La **Velocidad Instantánea** es el cambio de posición de un cuerpo en un instante dado.

No olvidemos que la velocidad es un vector y por lo tanto puede variar en magnitud, en dirección, en sentido o en todas ellas.

Matemáticamente hablando:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

La magnitud de la velocidad instantánea se llama *rapidez* y es simplemente el valor absoluto del vector **v**.

La dirección de **v** es la dirección límite que toma $\Delta \mathbf{x}$ cuando **B** tiende hacia **A**, es decir cuando Δt tiende a cero.

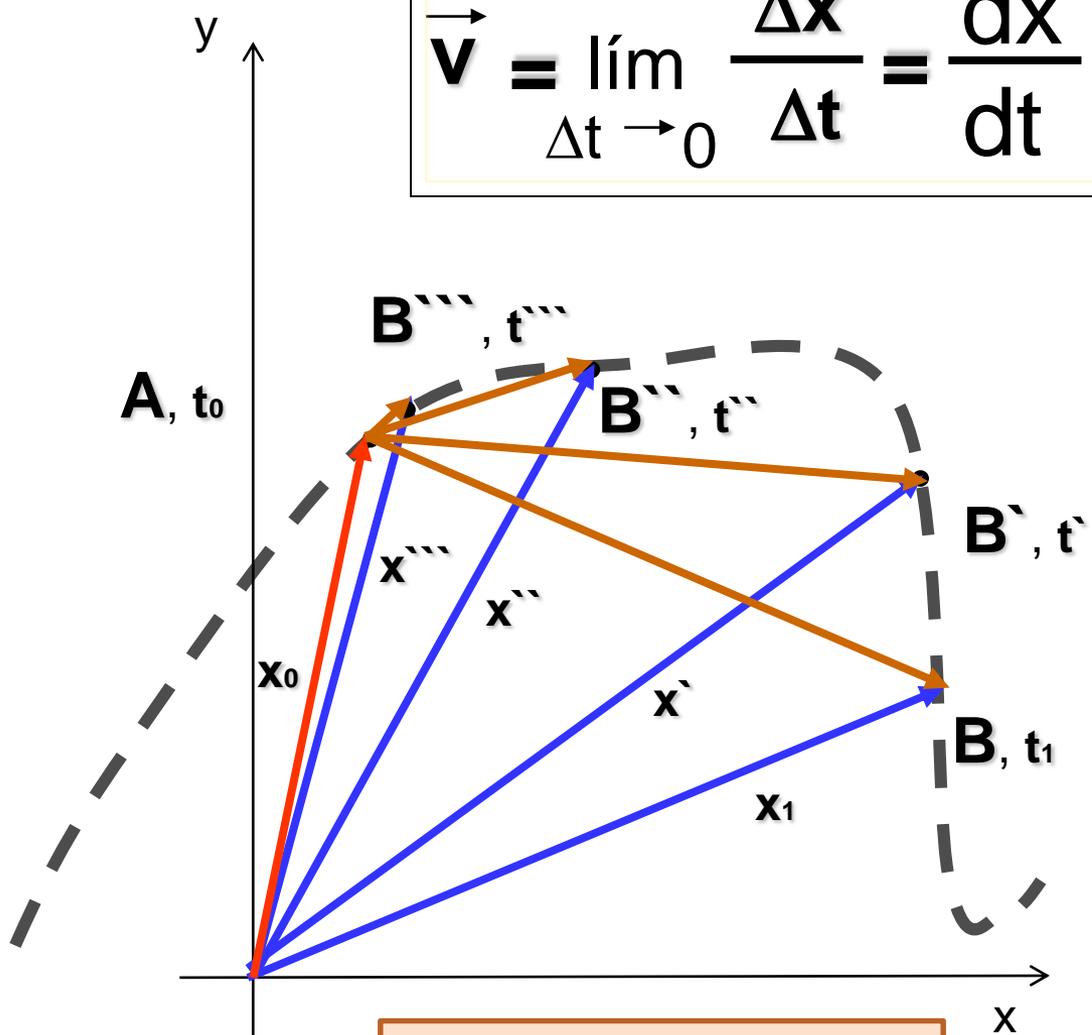


$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

$$B \longrightarrow A$$

$$t \longrightarrow 0$$

$$\vec{v} \longrightarrow \vec{v}$$



$$\Delta x = x_1 - x_0$$

$$\Delta x' = x' - x_0$$

$$\Delta x'' = x'' - x_0$$

$$\Delta x''' = x''' - x_0$$

$$\vec{v} = \frac{\vec{x}}{t}$$

Velocidad instantánea es el cociente entre posición instantánea y tiempo



Definimos **ACELERACIÓN** como la rapidez con la que un cuerpo cambia su velocidad al transcurrir el tiempo.

Es la variación de la Velocidad en el tiempo

La diferencia de velocidad entre dos instantes cualquiera se denomina Δv .
Será entonces:

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_0$$

Por lo tanto la Aceleración Promedio:

$$\bar{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$



Para los efectos prácticos de esta cursada podemos definir al vector **ACELERACIÓN** como:

$$\bar{a} = \frac{\bar{v}}{t}$$

La Aceleración se mide en unidades de velocidad (cm/s, m/s, km/h) sobre unidades de tiempo (seg, min, hrs):

$$\frac{\text{m/s}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$
$$\frac{\text{Km/h}}{\text{h}} = \frac{\text{Km}}{\text{h}^2}$$

Recordemos esta fórmula y la de Velocidad para el trabajo final.



La **Aceleración Instantánea** es el cambio de velocidad de un cuerpo en un instante dado.

La aceleración es un vector y por lo tanto puede variar en magnitud, en dirección o en ambas.

Matemáticamente hablando:

$$\vec{\mathbf{a}} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\mathbf{v}}}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

La dirección de **a** es la dirección límite que toma $\Delta \mathbf{v}$ cuando Δt tiende a cero.



CINÉTICA

...Las cosas no pueden nacer de la nada, ni pueden regresar a la nada.

Lucrecio

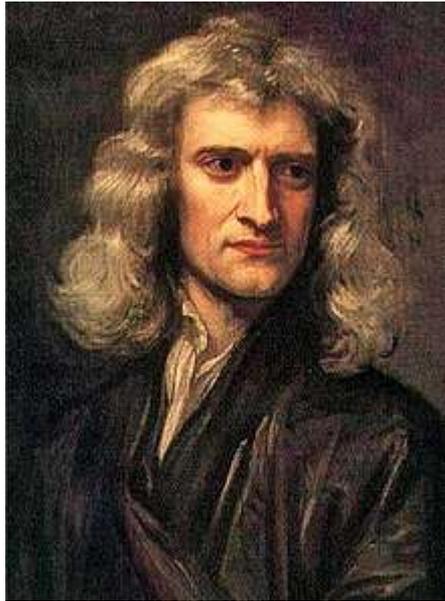
- Leyes de Newton
- Impulso o cantidad de movimiento
- Energía Cinética y Energía Potencial
- Principio de Conservación de la Energía



En 1650 la ciencia aún no encontraba respuesta para explicar la Gravedad ni las causas del movimiento.

Por otro lado, en aquellos días, tampoco se disponía de las herramientas matemáticas necesarias para hacerlo.

En 1664 **Isaac Newton** resuelve los tres problemas.



Sir Isaac Newton (25/12/1642 – 20/03/1726)

Ley de la gravitación
Leyes de la Mecánica
Óptica y Luz
Ley de conversión térmica
Velocidad del sonido
Mecánica de los fluidos
Calculo integral y diferencial



Las Leyes de Newton

1. Principio de INERCIA

$$2. F = m * a$$

3. Principio de Acción y Reacción

1. Todo cuerpo libre de acciones externas, intentará mantener su estado de equilibrio.
2. Una Fuerza aplicada sobre un cuerpo producirá sobre este una aceleración.

(La aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la Fuerza externa que sobre él actúa e inversamente proporcional a su masa)

3. Cualquier acción produce una reacción igual en magnitud y dirección pero de sentido contrario



FUERZA

Cuando hablamos de **fuerza muscular**,

¿a qué nos referimos?

En la mayoría de los casos estamos hablando del efecto resultante (reacción) sobre una carga interna o externa.

Desde la perspectiva del entrenamiento físico, la **FUERZA** es la capacidad de un sujeto para vencer o soportar un esfuerzo; es la capacidad de cada grupo muscular de generar tensión contráctil a una velocidad específica.



FUERZA

Esta capacidad condicionante se presenta de diferentes formas:

- Fuerza Máxima
- Resistencia a la fuerza
- Potencia

Todas éstas, son expresiones de la FUERZA



TIPOS DE FUERZA

- Isométrica
- Isotónica
- Isocinética

...y estas a su vez pueden ser

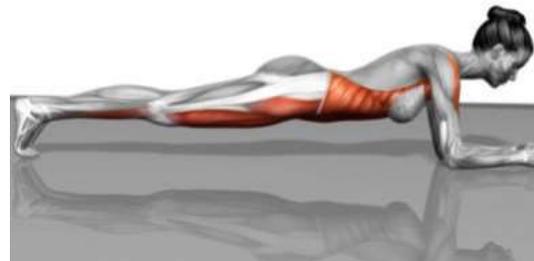
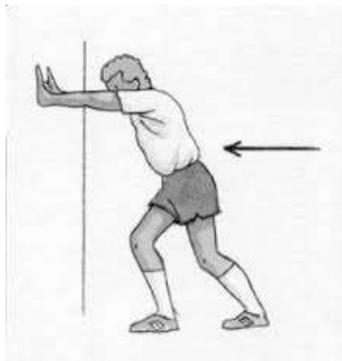
- Concéntricas
- Excéntricas



FUERZA ISOMÉTRICA

- Los ejercicios de fuerza isométrica son aquellos donde no hay desplazamiento de fibras musculares, el músculo está sometido a una tensión contra una resistencia que siempre será mayor a la fuerza que uno realiza.

Un ejemplo de contracción isométrica es el de empujar un muro por determinado espacio de tiempo o realizar “planchas”.



FUERZA ISOTÓNICA

- Una contracción isotónica es la fuerza generada por un músculo al contraerse con la misma carga durante su recorrido, es decir, cuando el músculo se alarga o se acorta durante el movimiento y la fuerza permanece constante.
- Un ejemplo de contracción Isotónica sería al hacer un “curl” de Biceps.



Impulso o cantidad de movimiento

El impulso, ímpetu o cantidad de movimiento de un cuerpo es un vector definido por el producto de la Fuerza aplicada por el intervalo de tiempo durante el cual se aplica.

$$\vec{p} = \vec{F} * \Delta t$$

Otra expresión equivalente dice que:

$$\vec{p} = m * \vec{v}$$

Newton expresó originalmente su segunda ley en términos del impulso o cantidad de movimiento diciendo que:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$



ENERGÍA

Algunas consideraciones importantes antes de hablar de Energía

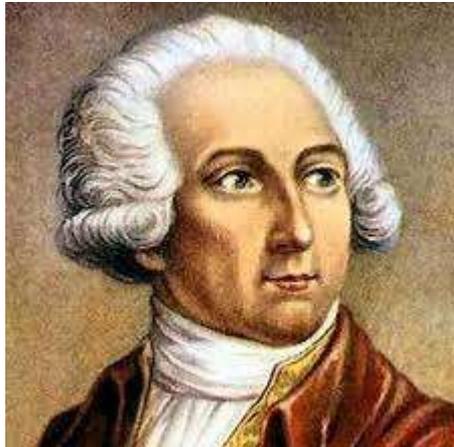
- **Todo es energía.**
- **La materia es una de sus tantas manifestaciones.**
- **Naturalmente la Energía tiende a disiparse**
- **No existe la energía negativa.**



PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Desde el punto de vista filosófico este enunciado fue hecho por un poeta romano contemporáneo de Julio Cesar, llamado Tito Lucrecio (99 a.n.e- 55 d.n.e.).

Como principio científico solo fue comprendido mucho después gracias a Antoine Lavoisier.



Antoine-Laurent de Lavoisier (26 /08/1743-08/03/1794) fue un químico, biólogo y economista francés. Considerado el padre de la química moderna.

Básicamente Lavoisier dijo:

“...Nada se crea, todo se transforma”

Esto significa que la energía de un sistema antes de un suceso dado, es igual a la sumatoria de la energías que resultan del suceso en sí.

$$E_i = \sum E_f$$



ENERGÍA CINÉTICA, POTENCIAL Y DE DEFORMACIÓN

La **Energía Cinética** es la capacidad que tiene un cuerpo en movimiento de generar trabajo.

$$E_c = \frac{1}{2} m * v^2$$

La **Energía Potencial** es la capacidad que tiene un cuerpo en las cercanías de un campo gravitatorio, de generar trabajo.

$$E_p = m * g * h$$

La **Energía de Deformación** es el aumento de energía interna acumulada en el interior de un sólido deformable como resultado del trabajo realizado por las fuerzas que provocan la deformación.

$$E_d = E_{rev} + E_{irrev}$$

Donde el primer sumando es la energía invertida en provocar transformaciones reversibles o energía potencial elástica. El segundo sumando representa la energía invertida en los procesos irreversibles como: deformar, fisurar o romper, etc.



PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Ya que medir el total de las energías resultantes suele ser muy complejo, este principio se aplica a sistemas ideales.

Para nuestro estudio alcanza suponer que en ciertas circunstancias la energía cinética o potencial tiene la capacidad de transformarse en energía de deformación.

$$E_c = E_p = E_d$$

$$\left(\frac{1}{2} m * v^2\right) = (m * g * h) = (F^2 * l / 2A * E)$$



TRABAJO

Dijimos que Energía era la capacidad de un cuerpo (representado por su masa) para producir TRABAJO.

Trabajo es Fuerza por Distancia recorrida:

$$W = F * x$$

Pero, ¿qué es TRABAJO desde el punto de vista de los propios segmentos articulares?

En muchos de los casos de interés del entrenamiento físico, se analiza el músculo cuando genera movimiento alrededor de una articulación.

Entonces, definimos **Trabajo muscular**: “como el producto del Momento de Fuerza por el desplazamiento angular del movimiento generado”.

$$W_m = M_F * \alpha$$

$$W_m = (F * r) * \alpha$$



TRABAJO PRÁCTICO

Hallar la velocidad y aceleración promedio del *gyaku tsuki* de cada uno de ustedes para luego calcular la fuerza capaz de disipar, si suponemos que el puño alcanza su máximo desplazamiento a los 0,1 s.

Comparar los resultados obtenidos con los de sus compañeros y analizar.





Muchas Gracias!!!

