

## UNIDAD VI.

# MÁQUINAS SIMPLES.

Cuando se piensa en máquinas, nos podemos imaginar un motor de automóvil, una locomotora o una fábrica llena de complicados aparatos para fabricar piezas. Ciertamente, todos los ejemplos anteriores son máquinas, pero están construidas acoplando entre sí muchas máquinas simples, como las que estudiaremos en esta unidad.

### OBJETIVOS.

- 1.- Definir cada uno de los conceptos, términos y leyes incluidos en este capítulo.
- 2.- Diferenciar entre máquinas simples y compuestas, y entre palancas de primer, segundo y tercer género.
- 3.- Distinguir, en cualquier tipo de máquina simple, dónde se encuentran la fuerza de potencia y de resistencia, el brazo de potencia, el de resistencia, y el fulcro o punto de apoyo.
- 4.- Calcular el trabajo suministrado, trabajo ejecutado, ventaja mecánica efectiva, ventaja mecánica ideal, rendimiento, fuer-

za de la potencia y fuerza de la resistencia a partir de los datos apropiados.

## PROCEDIMIENTO.

- 1.- Lectura general y rápida del capítulo.
- 2.- Leyendo despacio, subraya lo más importante.
- 3.- Escribe un resumen del capítulo.
- 4.- Analiza despacio los ejemplos resueltos.
- 5.- Tomando como base los ejemplos resueltos, resuelve los problemas incluidos para "hacerlo inmediatamente", llegando a los resultados marcados.
- 6.- Sobre una cartulina, escribe las ecuaciones fundamentales de este capítulo y colócala frente a tu lugar de estudio en tu casa.

### NOTA:

Para tener derecho a presentar esta unidad, deberás entregar, en hojas tamaño carta, la autoevaluación del capítulo V en tu libro de texto.

## CAPÍTULO V

# MÁQUINAS SIMPLES.

### INTRODUCCIÓN.

En su juventud, Arquímedes deseaba dedicarse exclusivamente a las matemáticas. Calculó la razón de la longitud de la circunferencia de un círculo a su diámetro; ideó un plan para contar los granos de arena en la playa y formuló un método para medir las áreas y los volúmenes de cuerpos cilíndricos y esféricos.

Anhelaba ser recordado como un filósofo matemático. Pero como estaba



emparentado con Hierón II, rey de Siracusa (250 a. de C.), se sentía forzado por una doble obligación — como súbdito y como pariente — a obedecerlo. Trabajó bajo sus ordenes y produjo unas cuarenta invenciones, algunas con fines comerciales, pero la mayoría con propósitos militares.

Precisamente, con propósitos militares, Arquímedes desarrolló su teoría sobre las poleas y palancas. Se dice que para poner a prueba su teoría hizo construir una polea múltiple; después unió una cadena en el extremo de la polea a un barco completamente cargado y entregó el otro extremo de la cadena a Hierón. Este quedó muy sorprendido al ver que le bastaba hacer un leve esfuerzo de sus manos para levantar el barco del agua, dejándolo suspendido en el aire como por arte de magia.

¿En qué principios se basa la utilidad de las poleas? ¿Con qué fin se usan actualmente? En este capítulo encontraremos una respuesta a estas preguntas.

## 5-1 MÁQUINAS.

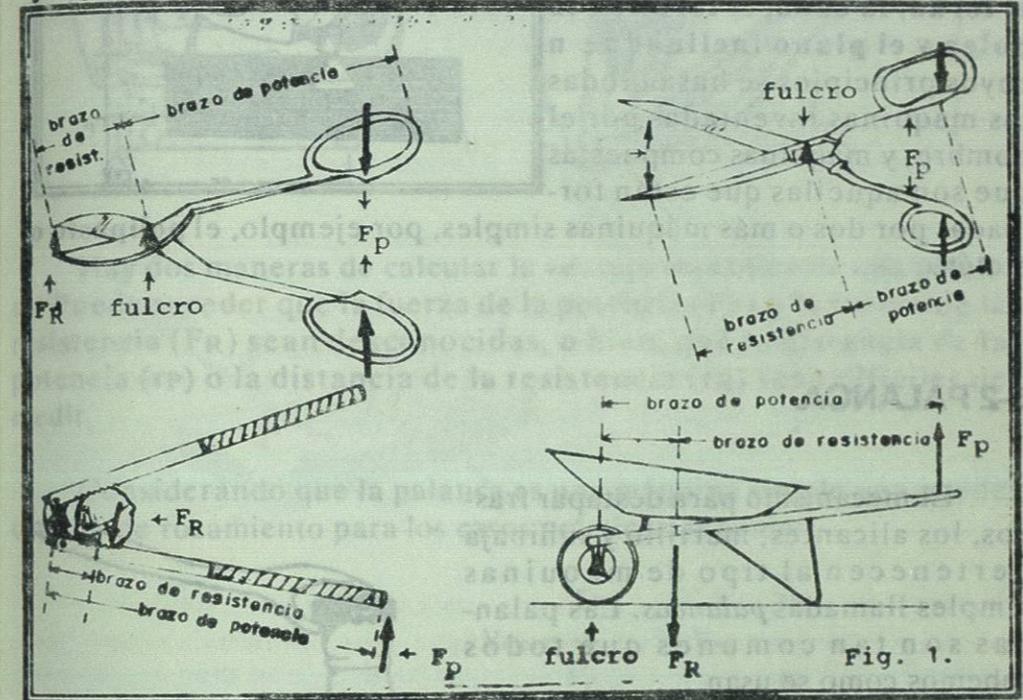
Las máquinas son dispositivos mecánicos que permiten trabajar más cómodamente, aumentando la velocidad de una operación, disminuyendo la fuerza que debe aplicarse o cambiando la dirección de la fuerza.

Levantar pesos y empujar automóviles atascados, con nuestros músculos, son formas *directas* de realizar trabajo. Muchas veces, para realizarlo se emplean aparatos mecánicos. Un *cascanueces* puede partir una nuez, demasiado dura para romperla con las manos. Un mecánico emplea un *gato* para levantar un automóvil. Un entusiasta



de las regatas emplea un *torno* para izar un bote fuera del agua y un leñador utiliza una *cuña* para rajar la leña. Incluso, al empujar una carga pesada cuesta arriba se usa una máquina simple (la pendiente de la *rampa*)

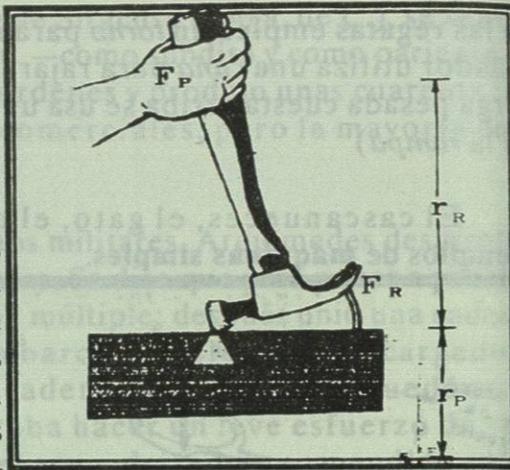
El cascanueces, el gato, el torno, la cuña y la rampa son ejemplos de **máquinas simples**.



Estas máquinas se pueden emplear para diferentes usos; pero todas se utilizan para realizar un trabajo. Pueden hacer fácil una tarea difícil; posible, una imposible; segura, una peligrosa y aun placentera, una tarea desagradable. Las máquinas simples se emplean diariamente muchas veces. Constituyen una parte básica de nuestra herencia. Actualmente, no podríamos sobrevivir sin ellas. Si se aprenden sus principios su empleo será más efectivo.

Comprenderá más fácilmente esos principios si los investiga.

En los tipos de máquinas podemos tener: **máquinas simples**, tales como la **palanca**, el **torno**, la **cuña**, el **tornillo**, la **polea** y el **plano inclinado** e n cuyos principios se basan todas las máquinas inventadas por el hombre; y **máquinas compuestas** que son aquellas que están formadas por dos o más máquinas simples, por ejemplo, el **polipasto** o **motón**.



## 5-2 PALANCA

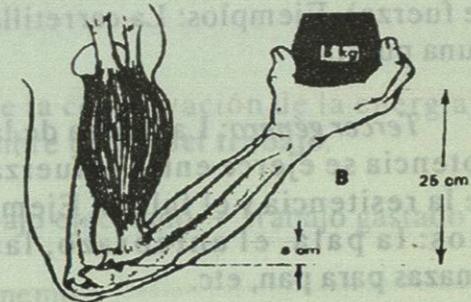
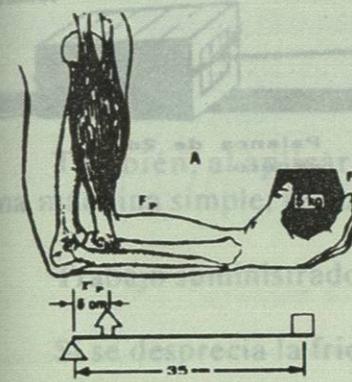
El mecanismo para destapar frascos, los alicantes, martillo y subibaja pertenecen al tipo de máquinas simples llamadas *palancas*. Las palancas son tan comunes que todos sabemos como se usan.

Toda palanca tiene un punto fijo llamado *fulcro*, donde actúan dos fuerzas -*La fuerza de la potencia y la fuerza de la resistencia*- Si se cambia la posición del fulcro, cambia la relación entre ellas.

Cuando una fuerza actúa sobre una palanca, la distancia perpendicular desde el fulcro hasta la línea de acción de la fuerza se llama



brazo de la palanca (*brazo de la potencia*).



Hay dos maneras de calcular la ventaja mecánica de una palanca. Puede suceder que la fuerza de la potencia ( $F_p$ ) o la fuerza de la resistencia ( $F_R$ ) sean desconocidas, o bien, que la distancia de la potencia ( $r_p$ ) o la distancia de la resistencia ( $r_R$ ) sean difíciles de medir.

Considerando que la palanca es una máquina simple que puede carecer de rozamiento para los casos prácticos, tenemos:

$$V_{mc} = \frac{F_R}{F_p} \quad V_{mi} = \frac{r_p}{r_R}$$

## CLASES DE PALANCAS.

**Primer género:** Tienen el fulcro entre la fuerza de la potencia y la fuerza de la resistencia. Ejemplos: las tijeras, la balanza, los alicates, etc.



**Segundo género:** Tienen la fuerza de la resistencia entre la fuerza de la potencia y el fulcro (funcionan como un multiplicador de fuerza). Ejemplos: La carretilla y una puerta.



**Tercer género:** La fuerza de la potencia se ejerce entre la fuerza de la resistencia y el fulcro. Ejemplos: la pala, el antebrazo, las tenazas para pan, etc.

Hay que considerar que no siempre una palanca es una barra recta, ya que, el cascanueces, el martillo, una puerta, una caña de pescar, una carretilla o un bote de remos no son una simple barra.



Para resolver problemas relacionados a las palancas, se hacen más sencillos si nos acostumbramos a desarrollar un esquema donde se manifiesten las mediciones correspondientes ( $F_p$ ,  $F_R$ ,  $r_p$ ,  $r_R$  y el fulcro).

Las fuerzas que actúan sobre la barra son: **potencia ( $F_p$ )**, **resistencia ( $F_R$ )** y el punto de apoyo que es el centro de la división entre los dos brazos: **brazo de la potencia  $r_p$**  y **brazo de la resistencia ( $r_R$ )**.

El equilibrio se obtiene multiplicando la potencia por su brazo y la resistencia por el suyo. Al producto de esta multiplicación se le llama **momento**. Por lo tanto, tenemos:

**momento de la potencia = momento de la resistencia**

$$F_p r_p = F_R r_R$$

También, al aplicar la ley de la conservación de la energía en una máquina simple, recibe el nombre de **ley del trabajo**.

Trabajo suministrado = trabajo ejecutado + trabajo gastado

Si se desprecia la fricción, tenemos:

**trabajo suministrado = trabajo ejecutado**

Las máquinas proporcionan ventajas mecánicas y en el caso de una palanca la  $V_{mc}$  (ventaja mecánica efectiva), sería la relación entre la fuerza de la resistencia y la fuerza de la potencia.

$$V_{mc} = \frac{F_R}{F_p} \quad (2)$$

Pero ninguna máquina es perfectamente eficiente, por lo tanto, podemos calcular la ventaja mecánica ideal por medio de la siguiente ecuación:

$$V_{mi} = \frac{\text{brazo de la potencia}}{\text{brazo de la resistencia}}$$

$$V_{mi} = \frac{r_p}{r_R} \quad (3)$$

Ahora, podemos definir el rendimiento de una máquina:

$$\text{rendimiento} = \frac{\text{trabajo útil ejecutado}}{\text{trabajo total suministrado}} \times 100 \quad (4)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{V_{me}}{V_{mi}} \times 100 \quad (5)$$

Las palancas se clasifican de la siguiente manera:

#### Ejemplo 1.

Calcular el rendimiento de una palanca con la cual se levanta una roca de 80 kg. aplicando una fuerza de 20 kg si el punto de apoyo está a 30 cm de la resistencia y a 140 cm de la potencia.

Solución:

Por la ecuación 2 tenemos:

$$\begin{aligned} V_{me} &= F_R / F_P \\ &= 80 \text{ kg} / 20 \text{ kg} \\ &= 4 \end{aligned}$$

por la ecuación 3 tenemos:

$$\begin{aligned} V_{mi} &= r_P / r_R \\ &= 140 \text{ cm} / 30 \text{ cm} \\ &= 4.66 \end{aligned}$$

Y por la ecuación 5, tenemos:

$$\begin{aligned} \text{Rendimiento} &= V_{me} \times 100 / V_{mi} \\ &= 4 \times 100 / 4.66 \\ &= 85.8 \% \end{aligned}$$

Hacerlo inmediatamente.

1.- Calcular el rendimiento de una palanca con la que se levanta una roca de 120 kg, aplicando una fuerza de 25 kg. El punto de apoyo está a 25 cm de la resistencia y 125 cm de la potencia.

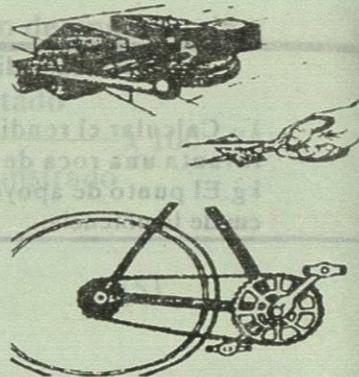
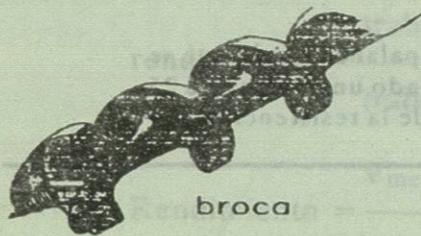
### 5-3 TORNO.

Otro tipo de palanca es el torno. Aquí la palanca se puede mover tanto como se necesite. el brazo de la resistencia siempre es igual al radio del tambor donde se enrolla la cuerda.. El brazo de la potencia no es, necesariamente, igual al de la resistencia. Por lo tanto, la ventaja mecánica puede ser, y generalmente es, diferente de 1.

Cuando el hombre inventó una palanca que podía girar los 360° de la circunferencia, descubrió una importante variación de la palanca, llamada la rueda y el eje. Resulta espectacular la manera como una rueda y un eje se unen a muchos dispositivos conocidos, en los que nunca pensamos - un destapador de frascos, un grifo o una llave en una cerradura.

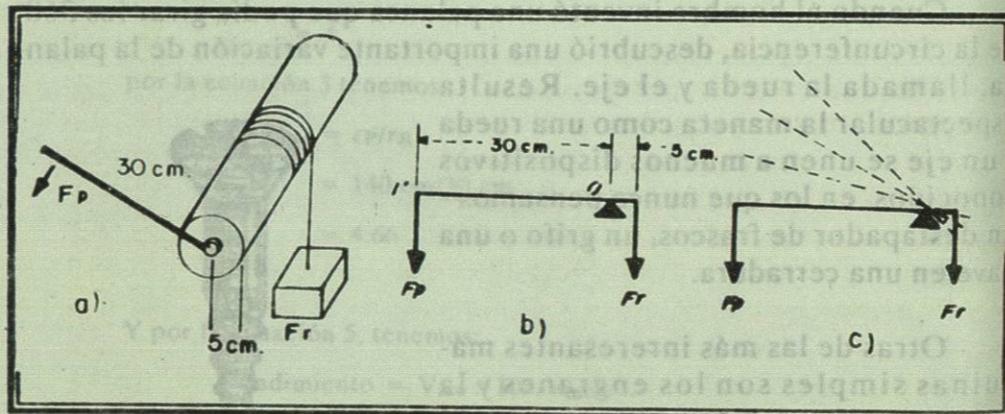
Otras de las más interesantes máquinas simples son los engranes y la polea con banda. Aquí los brazos de palanca giran continuamente. Estos dispositivos siempre contienen, por lo





menos, dos palancas con dos fulcros. Un brazo de palanca mueve a otro, como cuando dos engranes endientan entre sí. Una palanca puede mover a la otra, porque se conectan con una banda flexible, o con una cadena, como en la bicicleta. La longitud de los brazos de palanca se determina midiendo el diámetro de las ruedas, y con estas medidas se calcula la ventaja mecánica.

En los engranes se pueden contar los dientes y comparar la razón del número de dientes, en lugar de los brazos de palanca. Las máquinas de esta clase se emplean para *ganar velocidad*, o *fuerza*, pero no ambas a la vez. Si se gana en velocidad, se pierde en fuerza de resistencia.



El torno consiste en un cilindro metálico o de madera que gira alrededor de un eje. Su principio es similar al de una palanca. La lon-

gitud de la manivela es el brazo de la potencia y el radio del cilindro es el brazo de la resistencia.

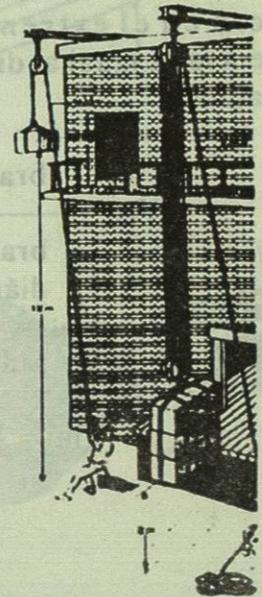
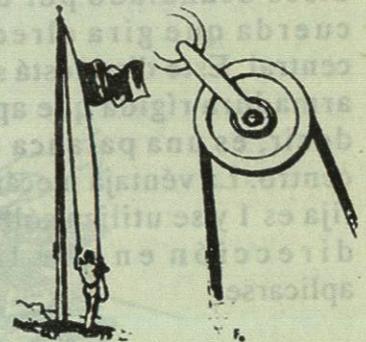
La ley del momento se aplica aquí exactamente igual que en la palanca.

En la fig. 3-1 puedes ver el croquis de un torno y sus brazos de palanca en los diagramas 3b y 3c.

#### 5-4 POLEA.

Las palancas estudiadas hasta ahora sólo pueden mover las cargas una distancia pequeña; si las desea más lejos, debe colocar la palanca en otra posición e iniciar, de nuevo, todo el movimiento. Sin embargo, existen máquinas simples semejantes a las palancas que pueden mover una carga tan lejos como se quiera.

Un buen ejemplo es una polea simple, que se ve en la ilustración de del asta de la bandera. La polea es fija; no se traslada, solo gira. Esta es una palanca que nunca agota sus brazos de palanca. Los brazos de palanca, tanto de la potencia como de la resistencia, son siempre



iguales al radio de la rueda de la polea. La ventaja mecánica ideal de la polea fija, es exactamente igual a 1, por ello, la ventaja de la polea fija estriba en que *cambia la dirección de la fuerza*.

Para incrementar la ventaja mecánica en el caso de las poleas, se desarrollan arreglos de varias poleas donde una de ellas es fija y la otra u otras son móviles. ver ilustración.

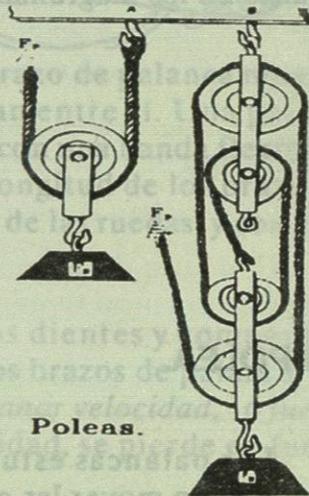
Una polea simple, consiste en un disco acanalado por donde corre una cuerda que gira alrededor de un eje central. Este disco está sostenido por una armadura rígida que apoya en el eje, es decir, es una palanca con fulcro en el centro. La ventaja mecánica de una polea fija es 1 y se utiliza sólo para cambiar la dirección en que la fuerza debe aplicarse.

Si se usa como polea móvil, se puede considerar como una palanca con fulcro en el extremo. El brazo de la potencia es igual al diámetro de la rueda y el brazo de la resistencia a su radio.

$$V_{mi} = \frac{\text{brazo de la potencia}}{\text{brazo de la resistencia}} = \frac{\text{diámetro}}{\text{radio}}$$

$$V_{mi} = \frac{2r}{r} = 2$$

$$V_{mi} = \frac{2r}{r} = 2$$

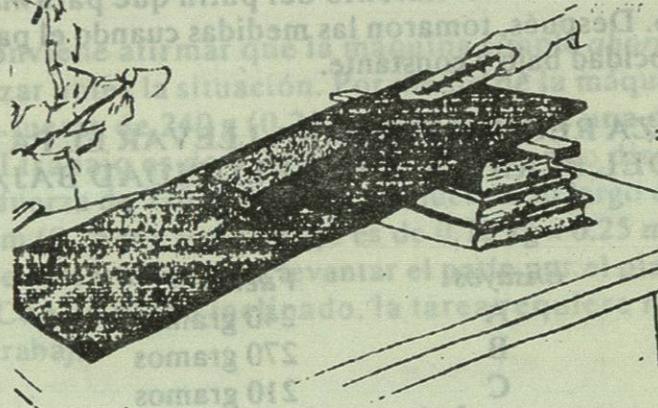


Poleas.

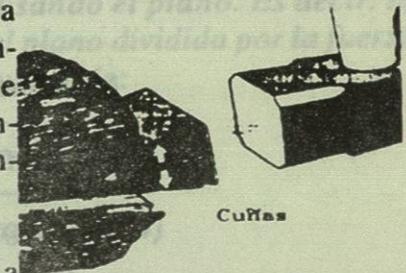
## 5-5 PLANO INCLINADO.

El plano inclinado es una superficie plana que forma un ángulo agudo con la horizontal, en el cual también existe una fuerza de potencia, una fuerza de resistencia, una distancia de la potencia y una distancia de la resistencia.

Se consideran como planos inclinados la cuña y el tornillo.



¿Cómo podría llevar un piano de 400 kg desde la calle hasta el interior de la casa? El piano es muy pesado para levantarlo frente a la puerta, e investigar este problema con pianos reales sería muy embarazoso. Sin embargo, esto lo puede investigar con un modelo pequeño.



Cuñas

Un grupo de estudiantes realizó esta investigación levantando un patín de ruedas, empleando un dinamómetro;