

## UNIDAD No.7

## MAQUINAS SIMPLES

Objetivo Terminal

Al terminar esta unidad usted estará en capacidad de:

- Distinguir las palancas, las poleas
- Calcular la ventaja mecánica de una máquina simple



En todos los momentos de nuestra vida las máquinas están presentes para facilitar el trabajo. Algunas son muy complejas o complicadas, otras, son más elementales, pero de cualquier manera fueron siendo perfeccionadas durante siglos, comenzando por las máquinas más simples posibles.

Sin embargo, aún hoy se utilizan máquinas tan simples que mucha gente no las llama máquinas.

Por ejemplo, en la figura 1, la tabla, llamada en física *PLANO INCLINADO*, se considera una máquina que permite a un sólo hombre ejecutar un trabajo de cuatro personas.

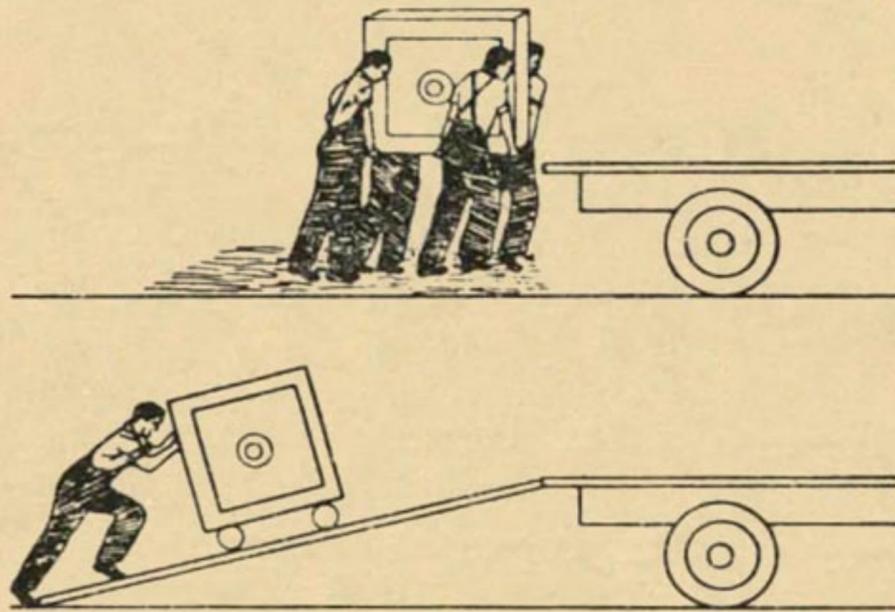


Fig. 1

Cuando la fuerza muscular de un hombre es insuficiente para levantar una pieza, se puede recurrir a la palanca (fig. 2).

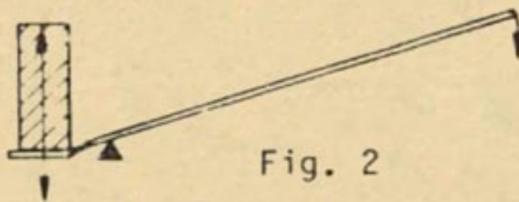


Fig. 2

Con esa herramienta la fuerza de un hombre puede ejecutar un trabajo que sin ella no lo conseguiría.

Esa herramienta, por el hecho de ejecutar un trabajo, es una máquina.

Los engranajes (fig. 3) transmiten movimiento y fuerza; por eso son también máquinas.

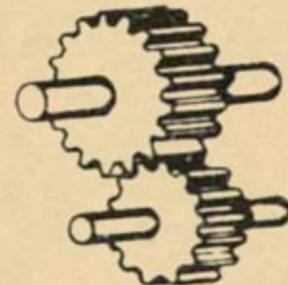


Fig. 3

Los tornillos (fig. 4) son planos inclinados que comunican movimiento a otra pieza; son también máquinas.



Fig. 4

Estudiaremos enseguida algunas máquinas simples (fig. 5).

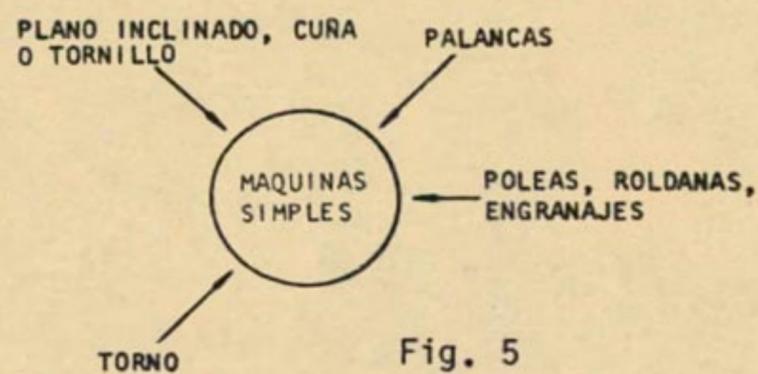


Fig. 5

En realidad, las máquinas son combinaciones de diversas máquinas simples. Es el caso de los tornos, las fresas, máquinas de lavar, máquinas de coser, en fin, todas las máquinas.



Una palanca es una máquina simple constituida básicamente de una barra rígida apoyada sobre un punto de apoyo en torno del cual puede girar (fig.6).

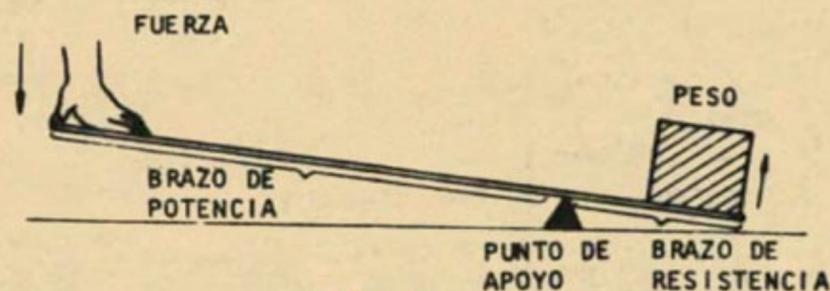


Fig. 6

Los componentes de una palanca son:

P (Potencia) - Fuerza motora aplicada en uno de los extremos.

R (Resistencia) - Cuerpo sobre el cual la palanca va a actuar.

F (Punto de apoyo) - Punto de apoyo sobre el cual la palanca gira.

Bp (Brazo de potencia) - Distancia del punto de aplicación de la "potencia" hasta el punto de apoyo.

Br (Brazo de resistencia) - Distancia del punto de aplicación de la "resistencia" hasta el punto de apoyo.

El punto de apoyo de una palanca puede colocarse en tres lugares diferentes en relación con los demás componentes.

Así tenemos tres tipos de palancas: a) primer género, b) segundo género, c) tercer género (fig.7).

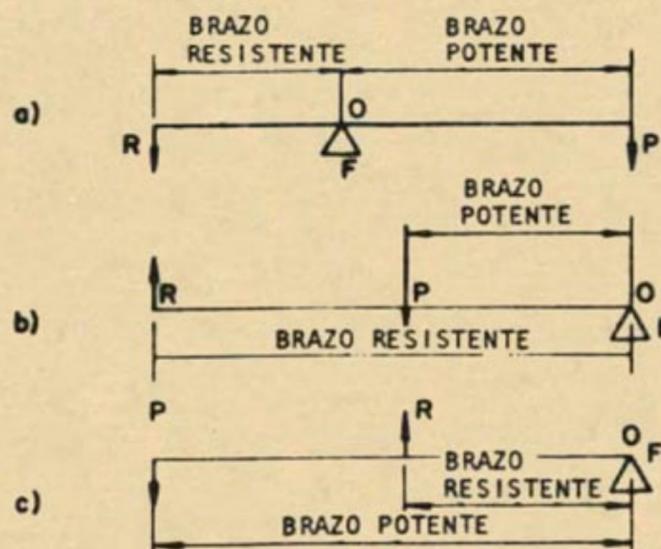
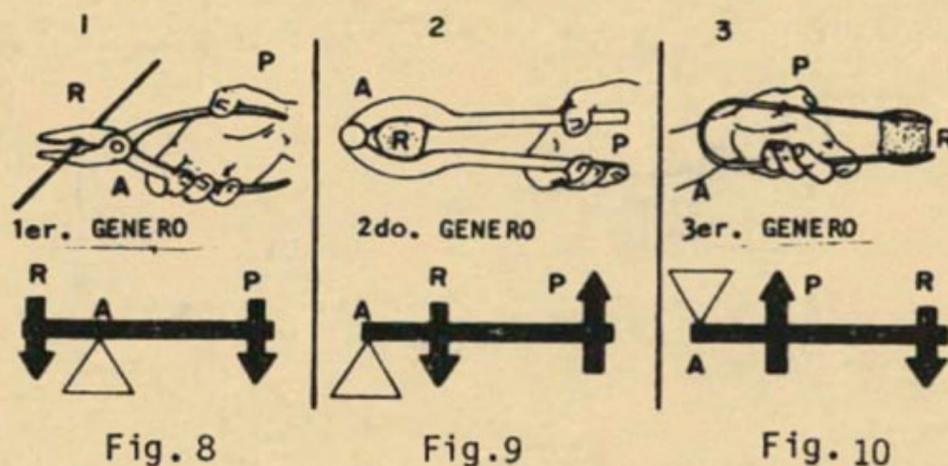


Fig. 7



El principio de la palanca se aplica en la vida práctica a diversos utensilios como se muestra en las figuras 8, 9 y 10.



**OBJETO DEL EXPERIMENTO:**

Identificar la condición de equilibrio de una palanca de primer género.

**MATERIAL NECESARIO:**

Soporte con fijador

Juego de pesas

Palanca universal

Regla milimetrada

**EXPERIMENTO:**

Haga el montaje conforme a la figura 11.

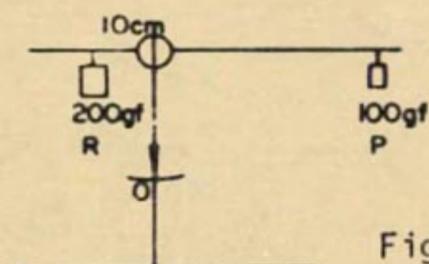


Fig. 11

Coloque en uno de los brazos una pesa (resistencia) de 200 gf a una distancia de 10 cm (brazo de resistencia).

Equilibre la balanza con una pesa de 100 gf y mida la distancia al punto de apoyo (brazo de potencia).

Coloque los valores en el cuadro calculando los momentos de fuerza de la resistencia y de la potencia.

Repita el experimento usando los valores  $R = 400$  gf con una distancia de 5 cm hasta el apoyo.



Equilibre con una pesa de 100 gf.

Anote en el cuadro esos valores y los momentos de las fuerzas.

Haga otro experimento con los valores que usted quiera y anótelos en el cuadro, así como los momentos de fuerza obtenidos.

Observe el cuadro y verifique lo que se necesita para que una palanca quede en equilibrio. Discuta con los compañeros y llene los espacios en blanco:

- a) Para que una palanca quede en equilibrio es necesario que el momento de la \_\_\_\_\_ sea \_\_\_\_\_ al momento de la \_\_\_\_\_.
- b) Una palanca de 1er. género tiene el punto de apoyo entre la \_\_\_\_\_ y la \_\_\_\_\_.
- c) Un alicate es una palanca de \_\_\_\_\_.

MOMENTO DE LA RESISTENCIA			MOMENTO DE LA POTENCIA		
Fuerza R $F_r$ en gf	Brazo de resistencia d en cm	$F_r \times d$	Fuerza P $F_p$ en gf	Brazo de Potencia d en cm	$F_p \times d$
200	10	2000	100		



Otra máquina simple es el *PLANO INCLINADO*. Consta esencialmente de un plano rígido, como por ejemplo una tabla que permite levantar cuerpos pesados empujándolos o tirándolos a lo largo del plano.

Con esto los cuerpos suben mucho más lentamente que si fuesen empujados o tirados verticalmente para arriba. En compensación, la fuerza necesaria es mucho menor. Veámoslo experimentalmente.

*OBJETO DEL EXPERIMENTO A:*

Conocer las ventajas del plano inclinado.

*MATERIAL NECESARIO:*

3 soportes universales

3 varillas auxiliares

3 fijadores

Polea

Cordón

Pesas

Ganchos de alambre de acero

Tabla de 50 cm

Chapa de protección

*EXPERIMENTO "A":*

Monte una roldana fija.

Procure levantar la carga R (400 gf) a una altura de 30 cm por medio de la fuerza motriz  $F_1$  (fig.12).

Anote en el cuadro con qué fuerza  $F_1$  lo consiguió:

Sin Plano Inclinado		
Altura	Carga R	Fuerza motriz $F_1$
30cm	400gf	

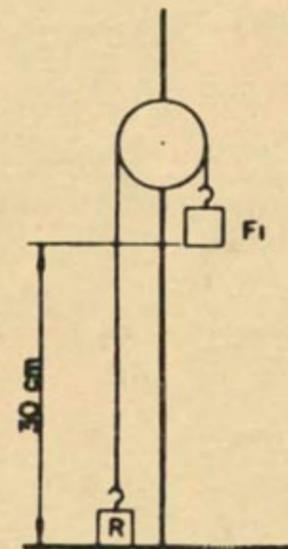


Fig. 12



## PLANO INCLINADO

Arme un plano inclinado con una tabla bien rígida (fig.13).

Procure levantar la carga R (400 gf) a la misma altura del experimento anterior, pero usando el plano inclinado.

Anote en el cuadro con qué fuerza  $F_2$  lo puede conseguir.

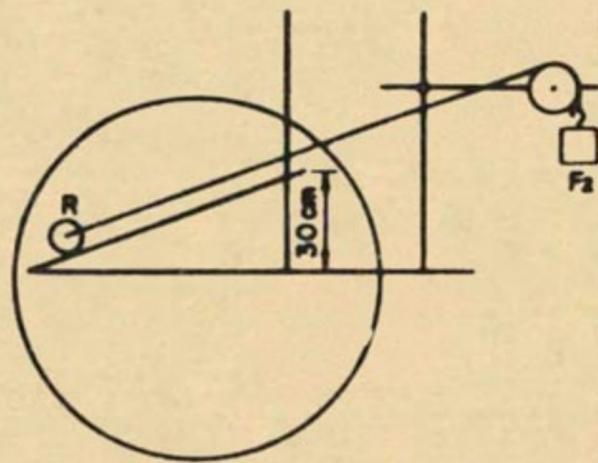


Fig.13

## Con Plano Inclinado

Altura	Carga R	Fuerza Motriz $F_2$
30cm	400gf	

Discuta con sus compañeros, llame al profesor y comparando las fuerzas motrices  $F_1$  y  $F_2$  de los cuadros, responda como conclusión:

La ventaja de un plano inclinado, cuando se quiere levantar una carga a cierta altura, es que para ello se precisa emplear MAS fuerza (Tache la palabra errónea). MENOS

*OBJETO DEL EXPERIMENTO "B":*

Analizar las ventajas del plano inclinado.

*MATERIAL NECESARIO:*

- 2 soportes universales
- 2 varillas auxiliares
- Chapa de protección
- 2 fijadores
- Polea
- Cordón
- Pesas
- Gancho de alambre de acero
- Tabla de 50 cm.
- Tabla de 25 cm



EXPERIMENTO "B":

Arme el plano inclinado de 50 cm (fig. 14).

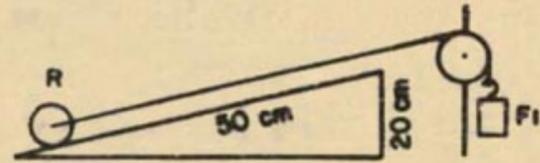


Fig. 14

Con ayuda del plano inclinado, eleve la carga R (400 gf) a la altura de 20 cm.

Anote en el cuadro la fuerza motriz  $F_1$  que se necesitó.

Longitud	Altura	Carga R	Fuerza-Motriz
50 cm	20 cm	400gf	$F_1 =$
25 cm	20 cm	400gf	$F_2 =$

Cambie ahora el plano inclinado por otro más corto (25 cm) (fig.15).

Repita el experimento.

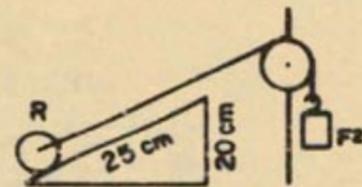


Fig. 15

Anote en el cuadro de arriba el valor de  $F_2$ .

Repita los dos experimentos anteriores, pero con planos inclinados de la misma longitud (50 cm).

Eleve la carga R (400gf) a 30 cm de altura y anote en el cuadro de abajo el valor de  $F_3$  (fuerza motriz) (fig.16).

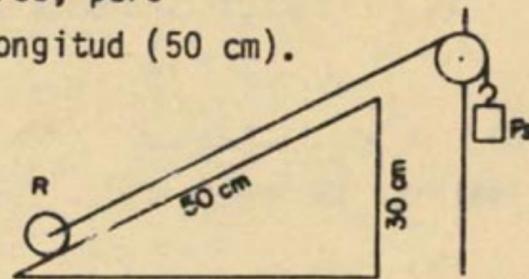


Fig. 16

Luego eleve la misma carga a 15 cm y anote el valor de  $F_4$  (fig.17).

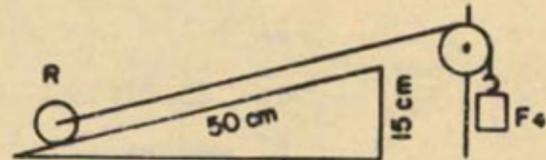


Fig. 17

Longitud	Altura	Carga R	Fuerza-Motriz
50 cm	30 cm	400gf	$F_3 =$
50 cm	15 cm	400gf	$F_4 =$



Discuta con el grupo de compañeros, luego de analizar bien el resultado de los experimentos.

Compare con atención las fuerzas motrices  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  y  $F_4$ .

Responda como conclusión:

Para transportar una carga a cierta altura con un mínimo esfuerzo, un buen plano inclinado debe ser: (tache las palabras erradas).

- 1) BIEN CORTO - BIEN LARGO;
- 2) BASTANTE RUGOSO - BASTANTE LISO;
- 3) POCO RÍGIDO - MUY RÍGIDO.



Las poleas o roldanas son máquinas simples destinadas a elevar cargas, transmitir movimiento, ejecutar trabajos, como es la función de cualquier máquina simple ya estudiada.

Generalmente la fuente de fuerza y de movimiento en una máquina es el motor. A partir de él, por medio de la polea motora, el movimiento y la fuerza son transmitidas a los otros órganos por correas y poleas (fig.18).

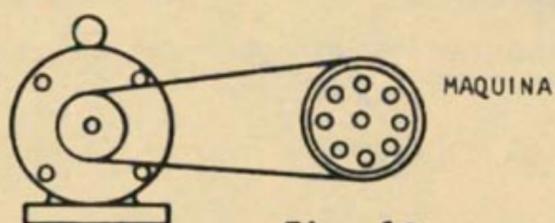
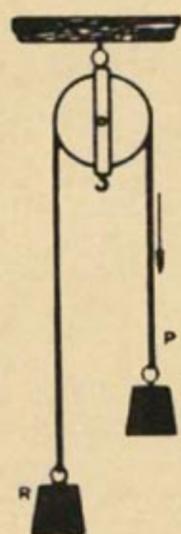


Fig. 18

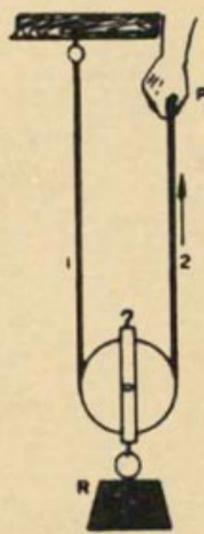
De ahí en adelante la transmisión se hace generalmente por engranajes, tornillos sin fin, palancas, etcétera.

Estudiaremos dos tipos de poleas. Polea fija y polea móvil. Conforme al nombre, la polea fija o simple está constituida solamente por una pieza fija sobre un eje en torno del cual puede girar (fig.19). Las poleas móviles son combinaciones de poleas fijas con otras poleas que se pueden subir o bajar conforme a las necesidades (fig.20).



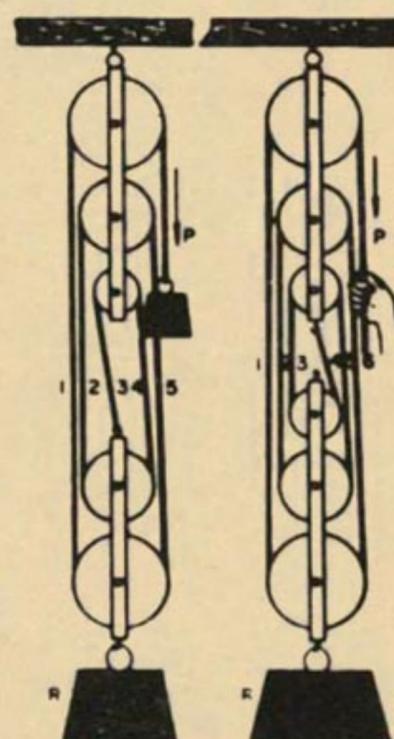
POLEA FIJA

Fig. 19



POLEA MOVIL

Fig. 20



APAREJO

Fig. 21

Conforme vimos, las poleas o roldanas pueden ser del tipo simple o fijas, o una combinación de fija con móviles. En este último caso son llamadas por muchos autores "aparejos" (fig.21).

**OBJETO DEL 1er. EXPERIMENTO:**

Establecer la ventaja de una polea fija.

(Determinar la relación entre la potencia y la resistencia).

**MATERIAL NECESARIO:**

Soporte universal	Cordón
Varilla auxiliar	Pesas
Fijador	Chapa de protección
Polea	

**1er. EXPERIMENTO:**

Efectúe el montaje de la figura 22

Procure equilibrar la fuerza R colocando una pesa en el extremo libre del cordón. Anote el valor de la fuerza P que equilibró la fuerza R (fig. 23).

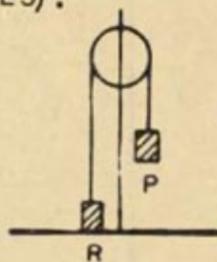


Fig. 22

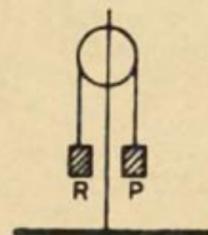


Fig. 23

Cambie la fuerza R y restablezca el equilibrio con otra fuerza P. Observe los valores de R y de P y anote en el cuadro:

Para una polea fija

	1er. experimento	2do. experimento
Fuerza R		
Fuerza P		

Discuta los resultados de los experimentos, y como conclusión responda *tachando la respuesta errónea*:

- Empleando una polea fija, la potencia (fuerza motora) es siempre *igual/diferente* a la resistencia (fuerza resistente).
- Aunque no se economice fuerza en este caso, es mucho más *cómodo/incómodo* elevar un cuerpo con una polea fija.

**OBJETO DEL 2do. EXPERIMENTO:**

Determinar la ventaja de una polea móvil.

(Establecer las relaciones entre potencia y resistencia).

**MATERIAL NECESARIO:**

Soporte universal	Ganchos para polea
Varilla auxiliar	Soporte para pesas
Fijador	Cordón
2 poleas	Chapa de protección

**2do. EXPERIMENTO:**

Efectúe el montaje de una polea móvil conforme a la figura 24.

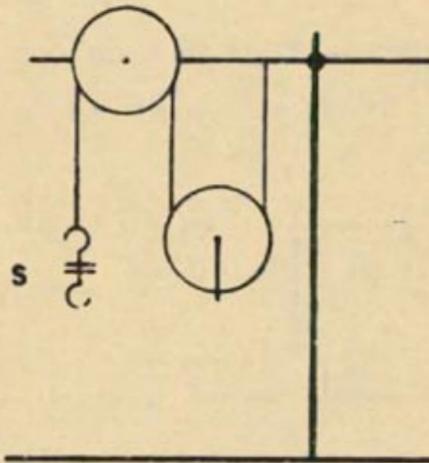


Fig. 24

Procure equilibrar el sistema con el soporte (S) y pesas. (Más o menos 5gf).

Pregunte al profesor porqué se hizo ese equilibrio.

Coloque una pesa de 200 gf (resistencia) en el gancho de la polea móvil (fig. 25).

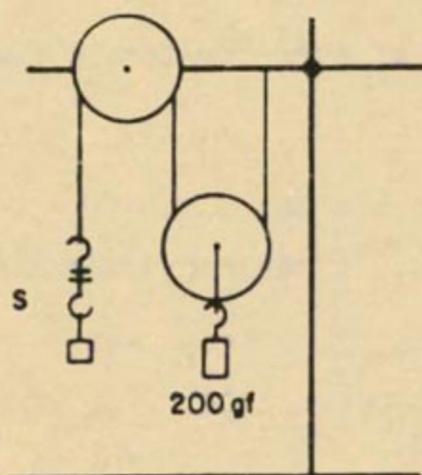


Fig. 25

Equilibre el sistema colocando el peso (potencia) necesario en el soporte (S):

Anote el valor de ese peso en el cuadro de abajo.

Haga otros experimentos cambiando primero las *RESISTENCIAS* y procurando equilibrar con las *POTENCIAS*.

Anote todo en el cuadro:

	Resistencia	Potencia
Exp. A		
Exp. B		
Exp. C		

Discuta los experimentos hechos con poleas móviles y procure establecer sus ventajas; anote:

Exp. A R =                      Exp. B R =                      Exp. C R =  
 P =                                      P =                                      P =

Ahora llene los espacios en blanco de las siguientes afirmaciones:

- a) Es más \_\_\_\_\_ levantar un cuerpo por medio de una polea móvil que con una fija.
- b) Existe una buena economía de \_\_\_\_\_ cuando se levanta la *RESISTENCIA* con una polea móvil.
- c) Levantando un peso con una polea móvil, la potencia (fuerza motora) es la \_\_\_\_\_ de la resistencia (fuerza resistente).

$$P = \frac{R}{\dots} \quad (\text{complete la fórmula})$$



Cualquier máquina, por más compleja que sea, es el resultado de combinaciones de varios tipos de máquinas simples (figs. 26, 27, 28, 29 y 30).



RUEDA  
Y EJE  
Fig. 26

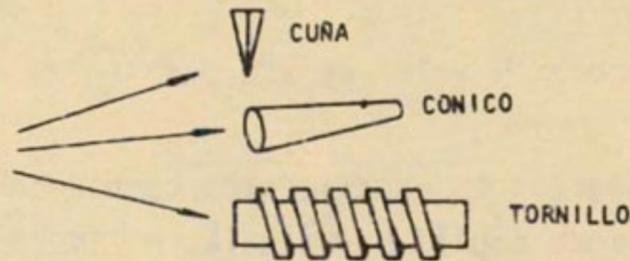
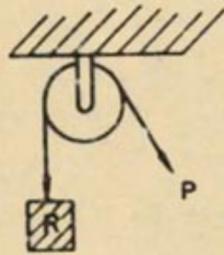
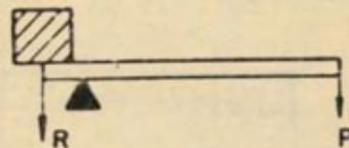


Fig. 27



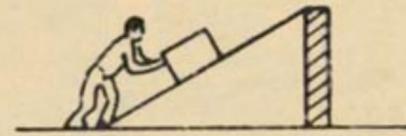
ROLDANAS O POLEAS

Fig. 28



PALANCA

Fig. 29



PLANO INCLINADO

Fig. 30

#### PALANCAS:

Tienen innumerables aplicaciones. Desde las paletas de revolver dulce y pinzas para depilación, hasta las que equilibran o dan movimiento a grandes cargas empleando pequeñas fuerzas.

Las tijeras, guillotinas, cuchillas, tenazas, son ejemplos de palancas usadas en el taller.

La ventaja mecánica ( $V_m$ ) de una palanca depende del largo de sus brazos ( $B_r$ ) y ( $B_p$ ), (fig. 31) y puede ser calculada dividiéndose  $B_p$  por  $B_r$ .

$$\text{Así: } V_m = \frac{B_p}{B_r}$$

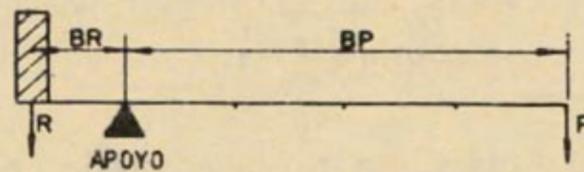


Fig. 31

#### PLANO INCLINADO:

Usted sabe que es mucho más fácil elevar una carga por medio de un plano inclinado que verticalmente (fig. 32).

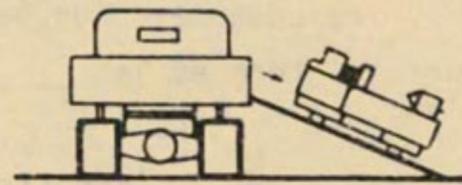


Fig. 32

Por el experimento hecho en clase Ud. verificó que la ( $V_m$ ) de un plano inclinado depende de la altura y de la longitud del plano (fig. 33).

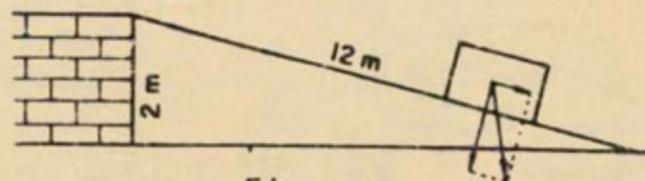


Fig. 33



La ventaja mecánica en ese caso sería:

$$V_m = \frac{12m}{2m} = 6$$

Quiere decir que es preciso una fuerza 6 veces menor para elevar la carga de 80 Kg. o sea  $\approx 13,3$  kg.

$$V_m = \frac{\text{longitud del plano}}{\text{altura del plano}}$$

Muchas otras piezas de máquinas son aplicaciones prácticas del plano inclinado. La cuña (fig.34), en realidad, funciona como si estuviera constituida por dos planos inclinados al mismo tiempo.

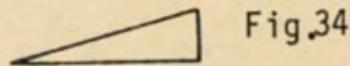


Fig.34

El cono tiene también las mismas propiedades de dos planos inclinados. (fig.35)

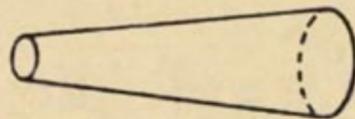


Fig. 35

En las grandes grúas se utiliza mucho el sistema de poleas y cables de acero para levantar grandes cargas (fig. 36).

Para que la reducción de la fuerza  $P$  sea bastante considerable con relación a la carga  $R$ , se usan aparejos o polipastos (fig.37 y 38) que en realidad es una combinación de varias poleas fijas con tantas otras poleas móviles.

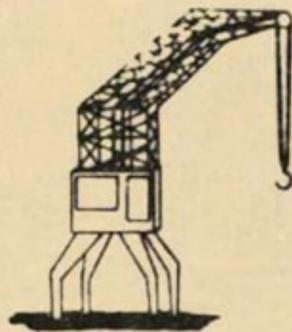


Fig. 36

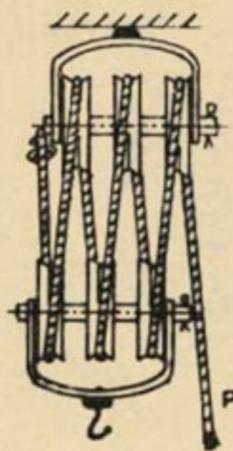


Fig.37

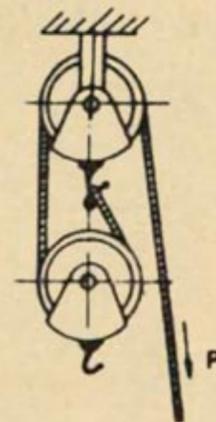


Fig.38

La relación matemática entre  $P$  y  $R$  es:

$$P = \frac{R}{2^m}$$

$m$  es el número de poleas móviles.

**APAREJO DIFERENCIAL:**

El aparejo diferencial (fig. 39) está constituido por dos poleas fijas solidarias al mismo eje, pero de diámetros diferentes.

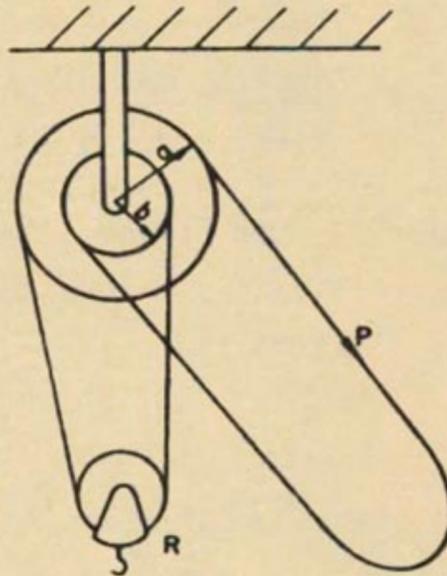


Fig. 39

Otra polea móvil es la que eleva la carga y está ligada a las otras por el cabo que no tiene extremidad libre.

$$p = \frac{R(a-b)}{2a}$$

**TORNILLO:**

Los tornillos son usados en casi todos los equipos, desde los más simples hasta los más complejos.

Examine el diseño de un tornillo (fig. 40).

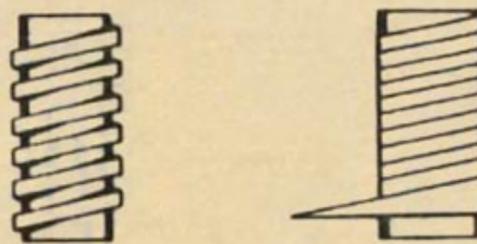


Fig. 40

Observe que el tornillo no es más que un *plano inclinado* arrollado en un cilindro.

En este caso la *altura del plano inclinado* es el *paso* del tornillo (fig. 41).

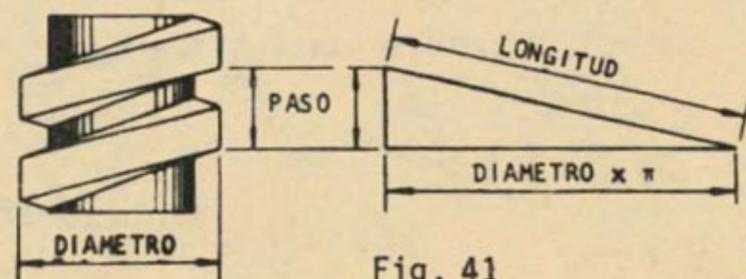


Fig. 41

Podemos calcular la ventaja mecánica del tornillo en la misma forma que en el *plano inclinado*.

$$v_m = \frac{\text{longitud del plano}}{\text{altura del plano}}$$

*RUEDA y EJE:*

Las primeras aplicaciones de la rueda y eje fueron: el molinete, el torno y la rueda de agua (figs. 42, 43 y 44).

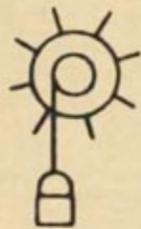


Fig. 42

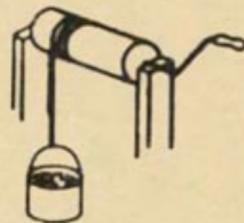


Fig. 43

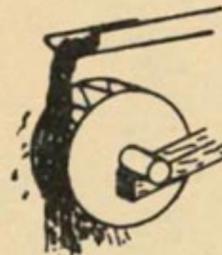


Fig. 44

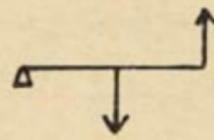
## PRUEBA No.1

1. Clasifique las palancas siguientes usando la numeración:  
 (I) las del primer género, (II) las del segundo género y  
 (III) las del tercer género:

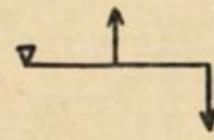
- ( ) Alicates  
 ( ) Carretilla  
 ( ) Columpio  
 ( ) Pie  
 ( ) Guillotina  
 ( ) Cosedora  
 ( ) Perforadora (de papel)  
 ( ) Pedal de amolador de piezas  
 ( ) Destapador

2. Cuál de los esquemas representa una palanca de tercer género?

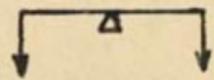
( )



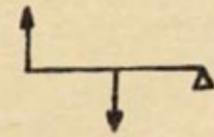
( )



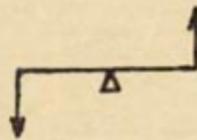
( )



( )



( )



## PRUEBA No.1

Continuación....

3. Cuáles de las relaciones siguientes es falsa para el caso de las palancas:

( )  $\frac{R}{P} = \frac{BP}{Br}$

( )  $\frac{P}{R} = \frac{Br}{BP}$

( )  $\frac{P}{R} = \frac{BP}{Br}$

( )  $\frac{BR}{BP} = \frac{P}{R}$

4. Una palanca de primer género tiene 2 m. de longitud, el punto de apoyo se encuentra a 1.20 m. de una de las extremidades. Determine la fuerza que se aplica en la extremidad del brazo mayor para equilibrar una carga de 90 kgf. en la otra extremidad:

---

---

---

---

3. Una palanca de segundo género tiene 1.50 m. de longitud. Siendo  $R = 60$  kgf. y  $P = 40$  kgf. Determine la longitud del brazo de resistencia:

---

---

---

---

## PRUEBA No.1

Continuación....

6. Un plano inclinado sirve para elevar una carga con economía de fuerza?

Cierto ( )

Falso ( )

7. Cuanto mayor es la longitud de un plano inclinado y menor es la altura, menor será la intensidad de la fuerza aplicada a una carga que deberá elevar por medio del mismo:

Cierto ( )

Falso ( )

8. Señale la alternativa correcta que se refiere al plano inclinado:

( )  $C = \frac{R \cdot h}{P}$

( )  $h = \frac{P \cdot R}{C}$

( )  $R = \frac{P \cdot h}{C}$

- 9.Cuál de las siguientes relaciones sirve para determinar la ventaja mecánica de un plano inclinado:

( )  $\frac{C}{h}$

( )  $h - C$

( )  $\frac{h}{C}$

( )  $h \cdot C$

## PRUEBA No.1

Continuación....

10. Un plano inclinado tiene 8 m. de longitud y 2 m. de altura ¿Qué fuerza es necesaria para empujar hacia arriba de una rampa un carro de 1600 kgf.?

---

---

---

---

11.  $P = R$  es condición de equilibrio en las:

Máquinas simples

Poleas fijas

Palancas

Poleas móviles

12. La ventaja mecánica de una polea fija es:

2       1       cero       1/2

13. Un aparejo diferencial está constituido por:

Dos poleas montes y una fija

Una polea móvil y una fija solidaria

Tres poleas móviles y tres poleas fijas solidarias

Dos poleas fijas solidarias y una polea móvil