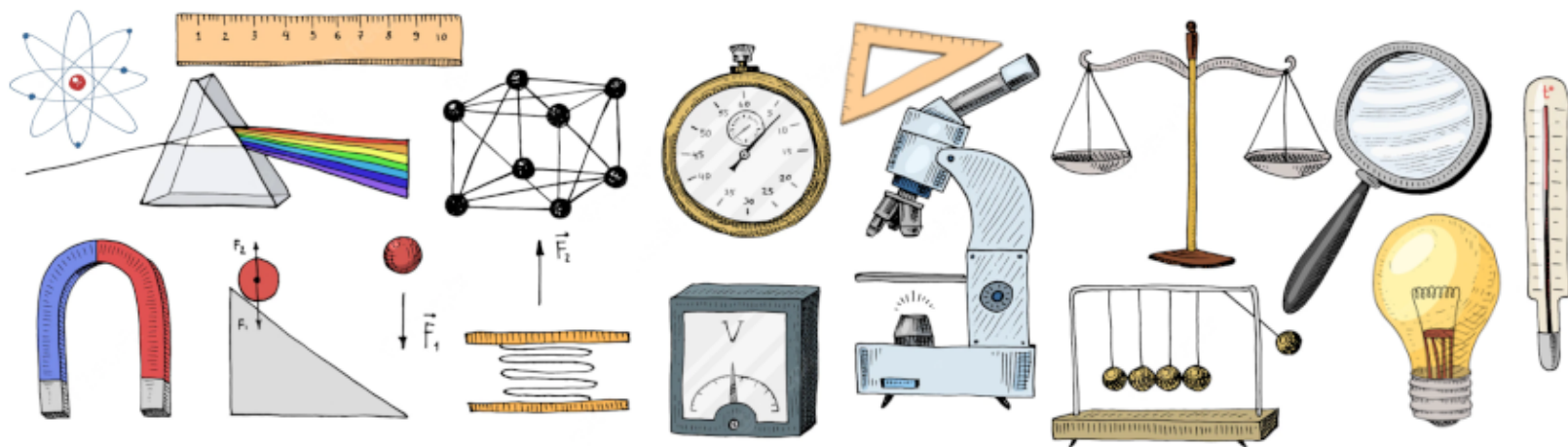


# Física

**Cuaderno de trabajo**  
para los alumnos de 2° de Secundaria  
en el curso durante el ciclo escolar  
**2022-2023**

POR  
J. C. Melchor Pinto  
Profesor de asignatura en



# Índice general

1.		7
S1.	Fraciones y decimales . . . . .	8
L1.	Equivalencias de fracciones y decimales . . . . .	8
L2.	Decimales periódicos . . . . .	8
	Redondeo y truncamiento . . . . .	8
S2.	Tecnología y transformación de la sociedad . . . . .	9
L1.	El cambio y el tiempo . . . . .	9
	El paso del tiempo . . . . .	9
	Desarrollo histórico de las calculadoras . . . . .	9
	Ejercicios . . . . .	12
S3.	Velocidad y aceleración . . . . .	13
L1.	El movimiento de los objetos . . . . .	13
	Trayectoria, desplazamiento y distancia recorrida . . . . .	14
	El cambio de la posición . . . . .	15
	Ejercicios . . . . .	16
L2.	La velocidad y la rapidez . . . . .	17
	Rapidez . . . . .	17
	Ejemplos . . . . .	17
	Velocidad . . . . .	19
	Ejercicios . . . . .	20
L3.	Gráficas que representan la velocidad (desplazamiento vs. tiempo) . . . . .	23
	Gráficas de rapidez, relación distancia-tiempo . . . . .	24
L4.	La aceleración como cambio de la velocidad . . . . .	25
S4.	Movimiento ondulatorio . . . . .	26
L1.	Ondas para ver . . . . .	26
S5.	Concepto de fuerza . . . . .	27
L1.	La fuerza como interacción entre los objetos . . . . .	27
	¿Qué es la fuerza? . . . . .	27
	La medición de la fuerza . . . . .	29
	Fuerza de flotación . . . . .	30
L2.	Suma de fuerzas . . . . .	31
	Fuerza, magnitud y dirección . . . . .	31
	Suma de fuerzas . . . . .	32
	Ejercicios . . . . .	34
	Fuerzas en equilibrio . . . . .	37
L3.	Máquinas simples . . . . .	38
	La palanca . . . . .	39
	Ejercicios . . . . .	40
	La rueda y el torno . . . . .	42
	La polea . . . . .	43
	Ejercicios . . . . .	44
S6.	Leyes de Newton . . . . .	45
L1.	Primera Ley de Newton . . . . .	46
	La inercia . . . . .	47

	La masa como medida de la inercia . . . . .	48
	Primera Ley de Newton . . . . .	48
	Ejercicios . . . . .	49
L2.	Segunda Ley de Newton . . . . .	54
L3.	Tercera Ley de Newton . . . . .	54
S7.	La aportación de Newton . . . . .	55
L1.	Ley de Gravitación Universal . . . . .	55
L2.	Newton, vida y obra, sus aportaciones para la ciencia . . . . .	55
L3.	El movimiento regular de los cuerpos del Sistema Solar: las leyes de Kepler . . . . .	55
<b>2.</b>		<b>57</b>
S8.	La energía y sus manifestaciones . . . . .	58
L1.	Tipos de energía . . . . .	58
	¿Qué es la energía? . . . . .	58
	La energía mecánica . . . . .	58
	Energía cinética . . . . .	59
	Energía potencial . . . . .	59
L2.	La conservación de la energía mecánica . . . . .	60
	La energía se transforma . . . . .	61
S9.	Los modelos en la ciencia . . . . .	62
L1.	Explicación de los fenómenos de la naturaleza a partir de modelos . . . . .	62
L2.	Ideas en la historia entorno a la estructura de la materia . . . . .	62
L3.	Aspectos básicos del modelo cinético de partículas . . . . .	62
S10.	Cambios de estado de la materia y el modelo cinético . . . . .	63
L1.	Propiedades de la materia: forma, volumen, estados de agregación, compresibilidad, etcétera . . . . .	63
L2.	Cambios de estado de agregación . . . . .	63
S11.	Temperatura y equilibrio térmico . . . . .	63
L1.	Temperatura . . . . .	63
L2.	Calor y temperatura . . . . .	63
S12.	Calor como energía . . . . .	64
L1.	Energía térmica . . . . .	64
L2.	Calor y otras formas de energía . . . . .	64
L3.	Energía eléctrica y medio ambiente . . . . .	64
S13.	Interacciones eléctricas . . . . .	65
L1.	Fenómenos electrostáticos . . . . .	65
S14.	El modelo atómico de la materia . . . . .	66
L1.	Descripción macroscópica y microscópica del Universo . . . . .	66
L2.	Desarrollo histórico del modelo atómico . . . . .	66
L3.	Características del átomo . . . . .	66
<b>3.</b>		<b>67</b>
S15.	Corriente eléctrica y magnetismo . . . . .	68
L1.	Corriente eléctrica y magnetismo . . . . .	68
L2.	Electromagnetismo . . . . .	68
S16.	Electricidad y magnetismo: ondas electromagnéticas . . . . .	69
L1.	Relación entre electricidad y magnetismo . . . . .	69
L2.	Inducción electromagnética . . . . .	69

L3.	Generación de ondas electromagnéticas . . . . .	69
L4.	La luz visible . . . . .	69
S17.	Electricidad y temperatura en sistemas biológicos . . . . .	70
L1.	La física del cuerpo humano . . . . .	70
S18.	Ciencia, tecnología y sociedad . . . . .	71
L1.	Ciencia y tecnología aplicada a la salud . . . . .	71
L2.	Ciencia y tecnología en el mundo actual . . . . .	71
S19.	Física y conocimiento del Universo . . . . .	72
L1.	La estructura del Universo . . . . .	72
L2.	¿Cómo se estudia el Universo? . . . . .	72
L3.	Los mecanismos de las estrellas . . . . .	72
S20.	El Sistema Solar . . . . .	73
L1.	Características y exploración del Sistema Solar . . . . .	73
L2.	Origen del Sistema Solar . . . . .	73
S21.	Origen y evolución del Universo . . . . .	74
L1.	Teoría de la Gran Explosión . . . . .	74

### Aprendizajes esperados:

Describe, representa y experimenta la fuerza como la interacción entre objetos y reconoce distintos tipos de fuerza. Identifica y describe la presencia de fuerzas en interacciones cotidianas (fricción, flotación, fuerzas en equilibrio).

### L1. La fuerza como interacción entre los objetos

#### Inicio

Levitar, es decir, elevarse en el aire, ha sido uno de los actos que más han fascinado al ser humano, desde aquellas leyendas de alfombras voladoras en las historias de *Las mil y una noches* hasta los trucos de los *magos* que aún despiertan la admiración de cientos de espectadores.

1. ¿Realmente es posible la levitación?
2. ¿Qué fuerzas se deben vencer para levantar un objeto?
3. ¿Por qué caen las cosas?
4. ¿Cómo harías levitar un objeto? Propón un truco y preséntalo ante el grupo; después explica cómo logra levitar.

#### ¿Qué es la fuerza?

La palabra *fuerza* se utiliza en distintas situaciones cotidianas; por ejemplo, Gerardo dice que debe asear la casa *a fuerza*, porque prefería ver el fútbol; Angélica afirma que ella y Enrique están unidos por la *fuerza* del amor, pero Jimena opina que es más bien por la *fuerza* de la costumbre, y muchos dicen que doña Agustina es atemorizante porque tiene un carácter *fuerte*. Esta palabra también permite describir lo que se hace en relación con los objetos: a quien puede cargar bultos de 100 kg merece que lo llamemos *fuerte*, y logramos romper algo si lo golpeamos, empujamos, jalamos o lanzamos con la fuerza suficiente.

En física este término se utiliza de un modo especial; decimos, por ejemplo, que para mover un objeto pesado, como un auto, hay que aplicar mucha fuerza; en cambio, para mover un objeto ligero, por ejemplo un globo, afirmamos que no se necesita mucha fuerza. Igualmente decimos que para aplastar una lata se necesita de tanta fuerza que sólo una persona muy fuerte puede hacerlo; en cambio, para deformar un poco de plastilina no se requiere gran fuerza.

En la secuencia 1 vimos que las cosas cambian; sin embargo, no lo hacen por sí solas, sino por su interacción con otras. Así, una persona empuja su auto descompuesto para moverlo, el agua de una olla puesta al fuego hierve, las ramas de los árboles se mueven con el viento, un globo inflado con helio se eleva, un florero cae al suelo y se rompe.

¿Se te ocurren otros ejemplos?

¿Es necesario que los objetos estén en contacto para que interactúen?



Figura 1.13: La fuerza magnética actúa a distancia.



Figura 1.14: Los cuerpos caen debido a la fuerza de gravedad que actúa a distancia.

En física se distinguen dos tipos de interacciones: por **contacto** y **a distancia**. Las primeras, también llamadas **mecánicas**, ocurren si los cuerpos que interactúan entran en contacto físico: cuando se jala, arrastra, empuja, sopla, etcétera, un cuerpo. En las interacciones a distancia no es necesario que los objetos involucrados estén en contacto. Todos los objetos interactúan entre sí, es decir, se afectan mutuamente: si jalas algo, sientes un *jalón* del objeto; cuando dos autos chocan, ambos cambian su estado de movimiento y su forma: se detienen o cambian su velocidad, la lámina se comprime, el parabrisas se estrella, etcétera.

Una **fuerza** es una interacción entre dos o más objetos y se caracteriza por su capacidad de cambiar la forma, el tamaño o el movimiento del objeto sobre el cual se aplica; por ejemplo, cuando comprimes una pelota puedes modificar su forma; si aprietas suficiente, quizá logres desinflarla y cambiar su tamaño, y con un golpe podrás modificar su movimiento.

Es evidente quién o qué ocasiona las interacciones por contacto, en cambio, en las interacciones a distancia, si no contamos con los conocimientos previos al respecto, no siempre es fácil saber quién o qué genera el cambio en los objetos. Así, un alfiler se mueve si le acercamos un imán; este es un ejemplo de interacción magnética a distancia (figura ??), mientras que el papel y el globo de la actividad anterior mostraron un caso de interacción electrostática a distancia (en la unidad 2 estudiaremos más sobre los fenómenos relacionados con la electricidad y el magnetismo).

Seguramente has experimentado que al soltar un objeto desde cierta altura éste cae al suelo. ¿Con qué interactúa el objeto para provocar su movimiento de caída?

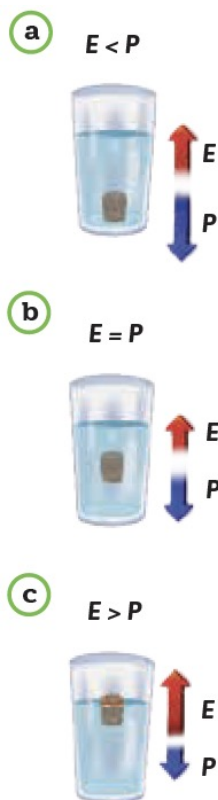
Si el estado de movimiento del objeto se modifica al caer, entonces hay una fuerza actuante. ¿Esa fuerza es de contacto o a distancia? ¿Por qué? La fuerza que hace caer a los objetos es la misma que mantiene a la Tierra y a los planetas girando alrededor del Sol y recibe el nombre de **fuerza de gravedad**, que estudiarás más adelante. El peso de los objetos es la medida de esa fuerza.

**La medición de la fuerza**

¿Cómo podemos medir una fuerza? ¿De qué manera sabemos cuándo se ha aplicado una fuerza y su magnitud? Medir la magnitud de una interacción por su efecto en los objetos indica qué tan grande o pequeña es la fuerza aplicada. En otras palabras, la magnitud de una fuerza está estrechamente relacionada con los cambios (en el movimiento o la forma) que provoca en los cuerpos sobre los que se ejerce: el cambio es el efecto de aplicar una fuerza. Esta propiedad se aprovecha por los dinamómetros. Por ejemplo, algunos utilizan resortes que se estiran o comprimen al aplicar una fuerza. La magnitud de la deformación indica la fuerza aplicada.

En este momento cabe aclarar que **masa** y **peso** no son lo mismo, la masa es la cantidad de materia que tiene un objeto. Pero existe una relación muy estrecha entre masa y peso: un objeto con más masa es más pesado que uno con menos masa. La masa y el peso son cantidades proporcionales y por eso en la vida cotidiana utilizamos estos conceptos de manera indistinta. En estricto sentido, un dinamómetro no mide la masa, sino el peso de los objetos, es decir, la magnitud de la fuerza. Las unidades de fuerza son los **newtons (N)** (que estudiaremos más adelante). La fuerza que ejerce una masa de 1 kilogramo se conoce como kilogramo-fuerza y equivale a 9.8 N.

## Fuerza de flotación



¿Alguna vez has tratado de sumergir una pelota en una tina con agua? ¿Se sumerge fácilmente una piedra en un estanque? ¿Dónde desciende más rápido una piedra, en el aire o en el agua?

Todos los objetos sumergidos en algún fluido experimentan una fuerza ascendente. Esta fuerza es la causa de que algunos objetos floten, por lo que se conoce como fuerza de flotación.

En el siglo III a. n. e. **Arquímedes de Siracusa (287 a. n. e.-212 a. n. e.)**, un matemático griego, descubrió que *todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza de empuje vertical igual al peso del volumen del fluido desalojado por el objeto*, a esta afirmación se le conoce como principio de Arquímedes.

Por tanto, en todo cuerpo sumergido en un fluido, actúan dos fuerzas principalmente: su propio peso y la fuerza de empuje, y dependiendo de la magnitud de éstas se presentan 3 situaciones: si el peso es mayor que el empuje, el cuerpo se hunde (figura ??a); si el peso y el empuje son iguales, el cuerpo no se hunde ni emerge (figura ??b); si el empuje es mayor que el peso, el objeto flota (figura ??c).

El principio de Arquímedes aplica en todos los fluidos, no sólo en líquidos o en el agua. ¿Por qué un globo de helio se eleva?

Figura 1.15: Cuerpo sumergido en un fluido.  $E$  es la fuerza de empuje y  $P$  representa su peso.

## Cierre

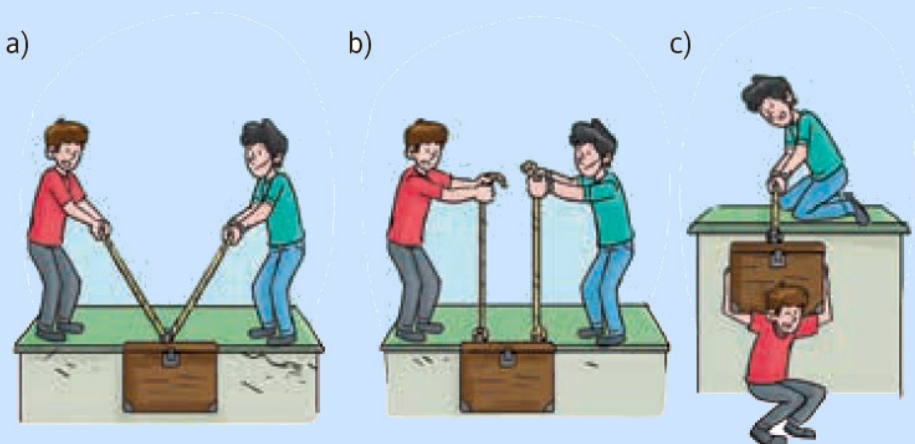
Regresa a la situación de la sección Inicio.

1. ¿Qué fuerzas debe vencer un objeto para levitar?
2. Consideras que es posible la levitación? ¿Por qué?
3. ¿Lograste hacer levitar un objeto? ¿Cómo lo hiciste? Explica a tus compañeros su funcionamiento.
4. Al final en grupo validen sus respuestas y argumentenlas.



## L2. Suma de fuerzas

Inicio



Checo y Manolo deben subir un baúl a la azotea de la manera que les implique el menor esfuerzo y han imaginado las soluciones que se muestran a continuación. Analicen en parejas las propuestas suponiendo que Checo y Manolo tienen la misma fortaleza física y respondan.

1. En su opinión, ¿cuál de las soluciones requiere menor esfuerzo de Checo y Manolo?, ¿cuál requiere mayor esfuerzo? ¿Por qué?
2. ¿Creen que algunas de estas soluciones son equivalentes, es decir, que necesitan el mismo esfuerzo de Checo y Manolo? ¿Cuáles serían? ¿Por qué?

### Fuerza, magnitud y dirección

En la lección anterior vimos que una fuerza puede deformar un cuerpo o modificar su estado de movimiento. Imagina que eres el delantero estrella de tu equipo de fútbol y estás por cobrar el penalti que es la última oportunidad de ganar el partido. Dejando a un lado tu estado de ánimo, tu aplomo y la habilidad del portero, ¿de qué depende que logres meter el gol? La respuesta se refiere propiamente a la física involucrada en esta acción: la fuerza.

Si pateas con mucha fuerza, el balón se moverá con gran rapidez y al portero le resultará más difícil detenerlo o desviarlo; en cambio, si pateas con poca fuerza, será menor la rapidez con la que salga disparado y el portero podría detenerlo más fácilmente. Este *tamaño* o intensidad de la fuerza se llama magnitud y se expresa con una cantidad numérica. Por otro lado, es fácil imaginar la dirección que seguirá el balón: si lo pateas a la derecha, saldrá disparado a la derecha; si lo pateas hacia la izquierda, se moverá en esa dirección. ¿Cómo representarías de manera gráfica estos elementos de la fuerza: magnitud y dirección? A diferencia de otras cantidades, como la temperatura o la distancia, que se expresan con una cantidad numérica, la fuerza requiere indicar la magnitud y la dirección, como en el caso del desplazamiento y la velocidad. Así, la fuerza se representa gráficamente con una flecha cuya longitud, en una escala adecuada, es proporcional a la magnitud de la fuerza, y su dirección y su sentido coinciden con la dirección y el sentido de la fuerza.

### Suma de fuerzas

El concepto de fuerza, como hemos visto, se usa en física para describir la interacción entre dos cuerpos, pero es común que un cuerpo interactúe con más de uno a la vez; cuando varias fuerzas actúan sobre un mismo objeto se dice que forman un sistema de fuerzas.

¿Cómo podemos saber el efecto que tendrán varias fuerzas sobre un cuerpo en particular? Es posible averiguarlo si sumamos las fuerzas considerando sus respectivas magnitudes y direcciones. En la actividad anterior observaron el cambio del movimiento del aro metálico al aplicarle distintas fuerzas. ¿En qué dirección y sentido se movió el aro al colocar un objeto en el vaso? ¿En qué dirección y en qué sentido se aplicó la fuerza? ¿Cómo la representaron? ¿Cómo representaron la fuerza aplicada cuando colocaron dos objetos en el vaso? ¿Qué semejanzas y diferencias observan entre las representaciones anteriores?

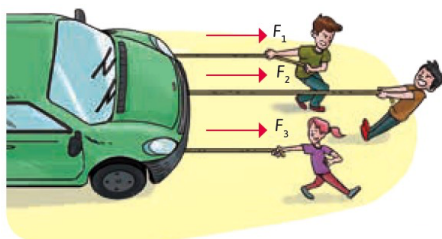


Figura 1.16: Las fuerzas que actúan en la misma dirección y sentido se conocen como colineales.

Observa la figura ??, donde las tres flechas representan las fuerzas con que los chicos jalan el coche; la dirección y el sentido de cada flecha están determinados por la orientación y el tiro de la cuerda correspondiente, y la longitud de cada flecha muestra la magnitud de la fuerza aplicada.

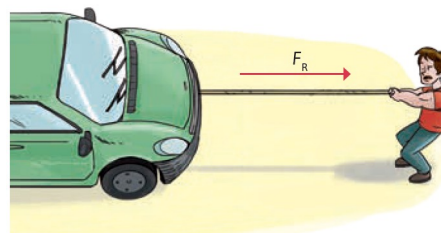


Figura 1.17: La fuerza resultante equivale a la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el objeto..

Si lo piensas un poco, podrás concluir que un hombre de gran fortaleza física, con una cuerda lo suficientemente resistente, lograría el mismo efecto que los tres chicos juntos, pero aplicando una sola fuerza; es decir, el efecto de esa única fuerza equivaldría a las tres que aplican los chicos. ¿Qué longitud y dirección debe tener la flecha que representa la fuerza del hombre fuerte? En el diagrama de la figura ?? se representan las fuerzas de los tres chicos. Obsérvala y reflexiona.

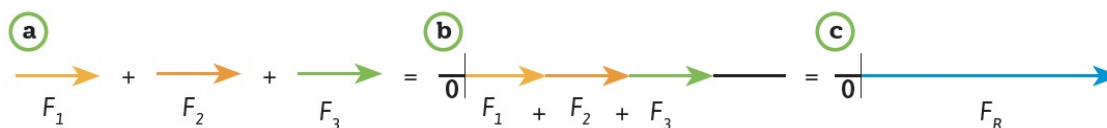


Figura 1.18: Suma de fuerzas.

Como las tres fuerzas actúan en el mismo sentido, las tres tienen la misma dirección y las tres contribuyen al movimiento del auto, así que la fuerza total aplicada es la suma de las tres fuerzas (inciso b). Sin embargo, la fuerza del hombre fuerte equivale a la de los tres chicos, por lo que su magnitud es igual a la suma de las tres anteriores y la dirección es la misma que la de las fuerzas de los tres chicos. A la fuerza equivalente a la suma otras fuerzas se le conoce como **fuerza resultante (FR)**.

Cuando sobre un objeto en reposo actúan dos o más fuerzas en sentidos opuestos, es posible que el objeto no se mueva. Esto ocurre si se anulan los efectos de las fuerzas, es decir, si la fuerza resultante es 0 N, o puede ocurrir que el objeto se mueva de acuerdo con la magnitud y dirección de la fuerza resultante.

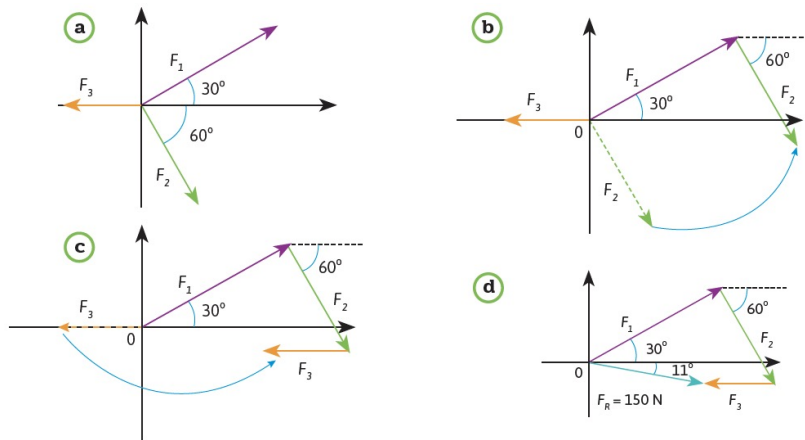
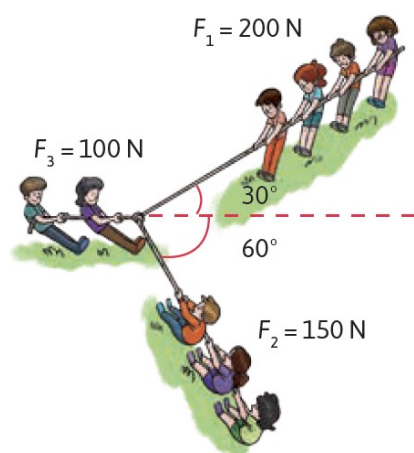


Figura 1.19: Juego de tirar de una cuerda.

Figura 1.20: Representación gráfica de las fuerzas y su resultante.

Observa la figura ???. ¿El pañuelo se moverá si cada chico jala con una fuerza de 50 N?, ¿hacia dónde? Observa que las fuerzas no están orientadas en la misma dirección y no son precisamente contrarias, pero en este caso también podemos hallar la suma de las fuerzas mediante un diagrama. Para ello ubicamos nuestro sistema de fuerzas sobre un plano cartesiano y tomamos la posición inicial del pañuelo como origen del sistema de referencia. Los ángulos que se muestran se han medido respecto al eje horizontal.

La figura ?? muestra las flechas que representan la fuerza de cada grupo de niños, la cual se obtiene al sumar las fuerzas que aportan los integrantes del grupo; esto nos da: 100 N, 150 N y 200 N. Recuerda que todas las flechas se dibujan con la misma escala, de modo que la longitud de cada una indica la magnitud de la fuerza que representa.

¿Cómo sumamos estas fuerzas? Procederemos de modo similar al caso de las fuerzas colineales, recordando que las fuerzas no cambian sus efectos si se desplazan paralelamente, es decir, sin alterar su longitud, dirección y sentido.

Dejamos fija la flecha que representa la fuerza  $F_1 = 200$  N y desplazamos las otras dos flechas de manera que una inicie donde termina la anterior, como muestra la figura ??. La flecha que va del inicio de  $F_1$  hasta la punta de  $F_3$  representa la fuerza resultante,  $F_R$ . Dado que esta fuerza no es cero, podemos concluir que el pañuelo se moverá en la dirección y sentido de la fuerza resultante. Al medir con una regla y un transportador sobre el diagrama de la figura 1.33d encontramos aproximadamente que  $F_R = 150$  N y forma un ángulo de  $11^\circ$  por debajo del lado positivo del eje horizontal. Podemos decir que el movimiento del pañuelo sería el mismo si sólo se aplicara una fuerza de 150 N en un ángulo de  $11^\circ$  por debajo del sentido positivo del eje horizontal. Este procedimiento para sumar fuerzas se conoce como método del polígono, por la forma que se describe al acomodar los vectores.

## Ejercicios

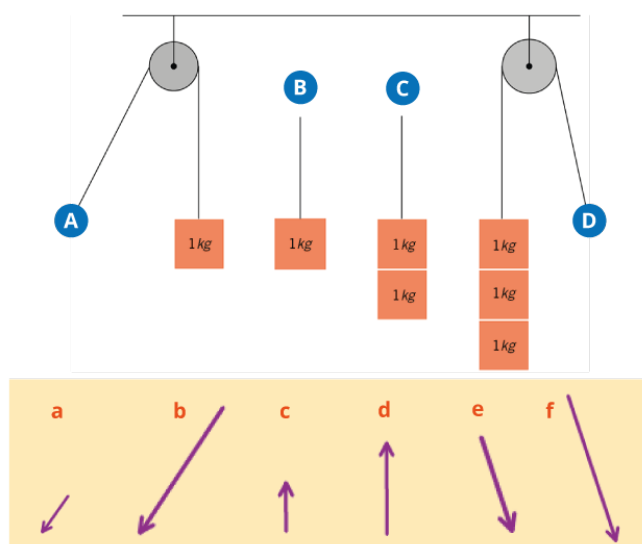
Lee las preguntas y elige los vectores que representan la fuerza necesaria para equilibrar cada sistema. En las figuras, todos los bloques son iguales y las poleas tienen masa despreciable (no pesan).

## ■ Problema 1

1. Supón que los tres chicos que jalan el coche lo hacen con una fuerza de 70 N, 35 N y 52.5 N, respectivamente, y que éstas son las únicas fuerzas que actúan. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza resultante?
2. Observa las imágenes de la derecha y responde. Si cada chico jala con una fuerza de 50 N, todas las fuerzas actúan horizontalmente y no se consideran otras fuerzas, ¿hacia dónde se mueve el pañuelo en cada caso?
3. Establece un procedimiento para sumar fuerzas que actúan en la misma dirección, ya sea en igual o diferente sentido.

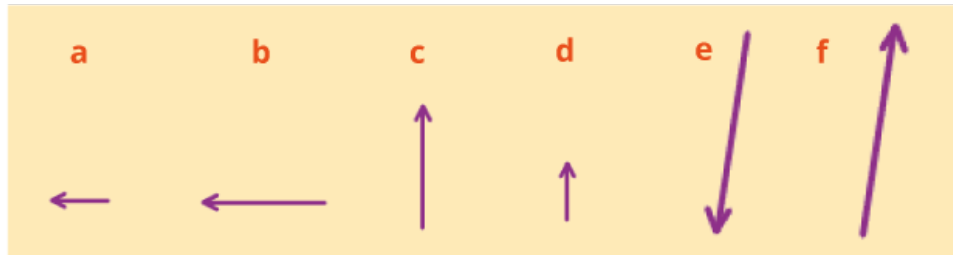
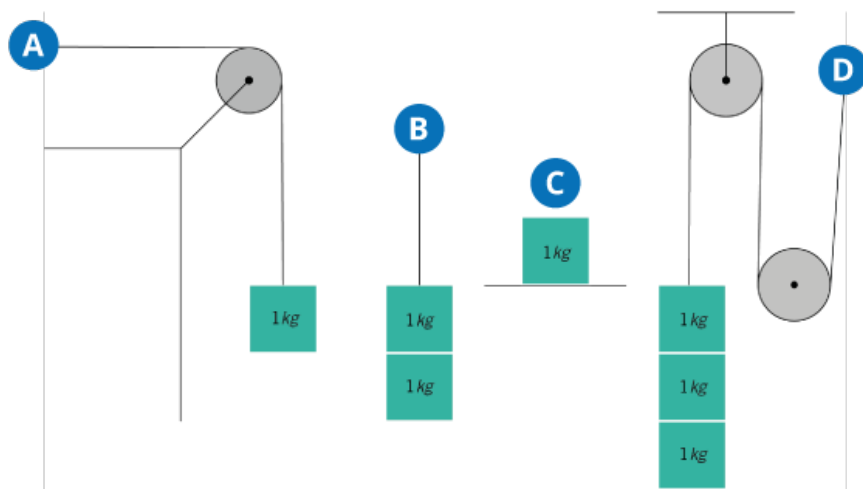


## ■ Problema 2



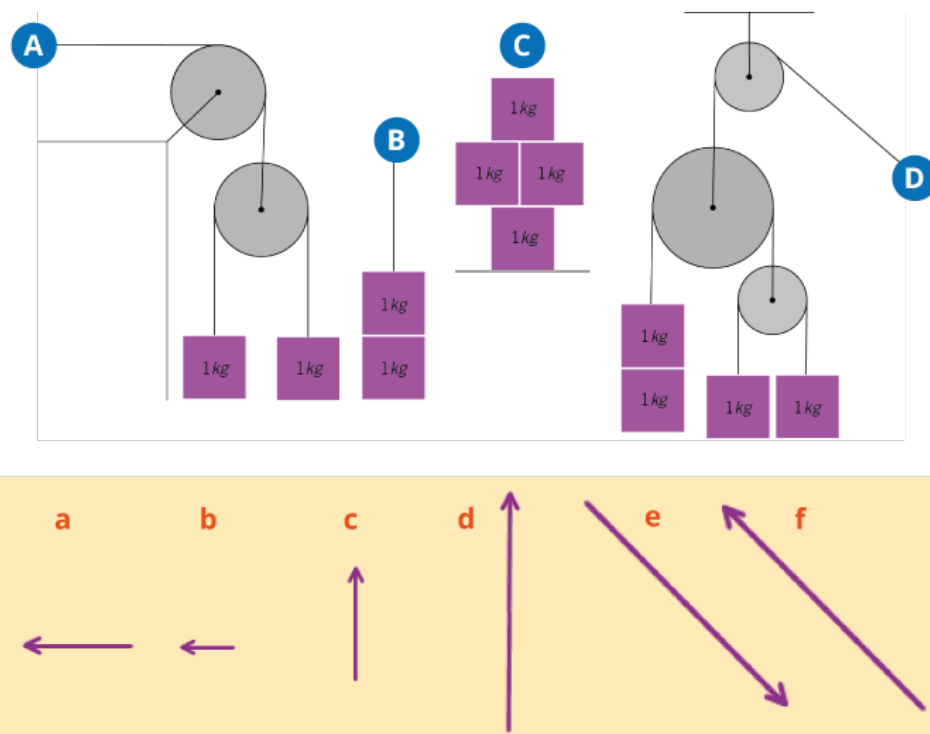
1. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
2. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
3. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
4. ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f

## ■ Problema 3



- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f

## ■ Problema 4



- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema A?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema B?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema C?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f
- ¿Qué vector representa la fuerza necesaria para equilibrar el bloque del sistema D?  
☐ a   ☐ b   ☐ c   ☐ d   ☐ e   ☐ f

**Fuerzas en equilibrio**

¿Cómo fue la fuerza resultante que calcularon en el inciso a de la actividad anterior? Cuando un cuerpo se encuentra en reposo, es decir, sin movimiento, significa que el resultado de la suma de fuerzas que actúan sobre él es igual a cero: se anulan mutuamente. Y si usamos el método del polígono para sumarlas podemos ver que la fuerza resultante es nula; es decir, el inicio de la primera flecha y la punta de la última coinciden en el mismo punto; cuando esto sucede se dice que las fuerzas están en equilibrio.

Más adelante verás que cuando las fuerzas que actúan sobre un objeto están en equilibrio, pueden ocurrir dos cosas en cuanto al movimiento del objeto: que permanezca en reposo o que se mueva con velocidad constante.

**Cierre**

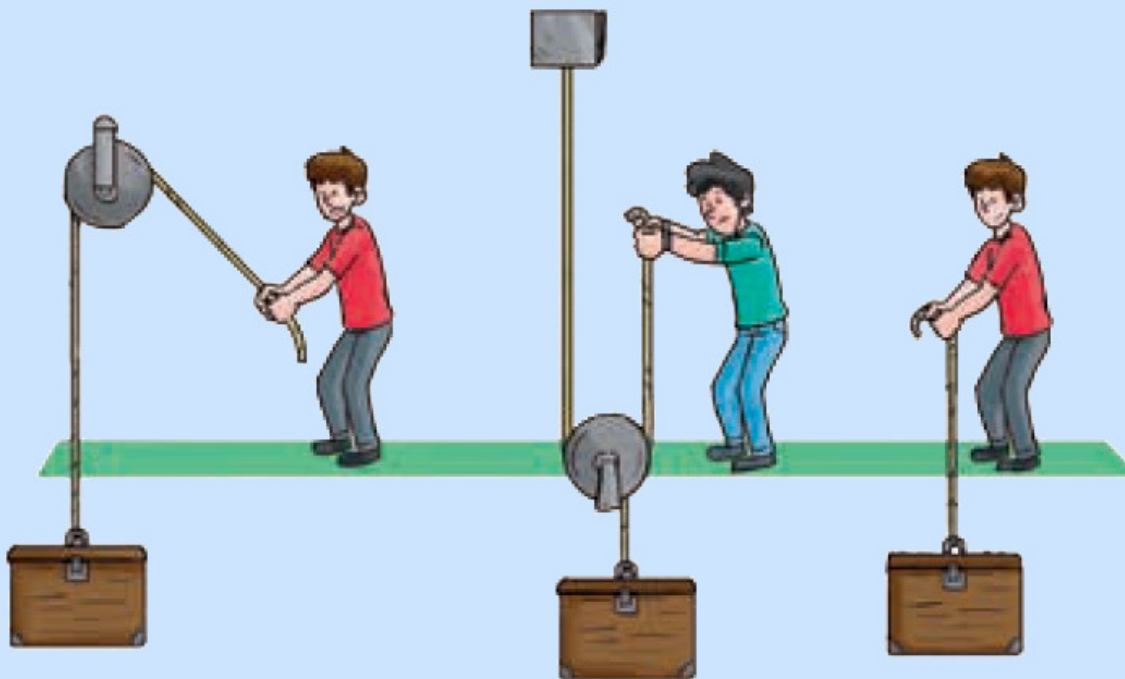
Volvamos a la situación inicial y supongamos que Checo y Manolo aplican cada uno una fuerza de 400 N, y que el baúl pesa 700 N.

1. Si en la primera imagen de la situación de Inicio el ángulo que ambas cuerdas hacen con la horizontal es de  $45^\circ$ , ¿es posible que suban el baúl?
2. ¿Es posible hacerlo según muestran las imágenes b) y c)? ¿En cuál se aplica mayor fuerza?
3. Argumenta tus respuestas a las preguntas de la situación inicial.

### L3. Máquinas simples

#### Inicio

Checo y Manolo aún tienen el problema de subir un baúl a la azotea, y han ideado las soluciones que se muestran a continuación. ¿Cuál creen que les implica menor esfuerzo?



1. Analiza las propuestas con un compañero y justifiquen sus respuestas.
2. ¿Consignas que son coherentes y lógicas? ¿Cómo podrían comprobar quién tiene la respuesta correcta?

La gran pirámide de Keops, en Egipto, es considerada una de las siete maravillas del mundo antiguo; fue construida alrededor del año 2570 a. n. e., y su base, casi cuadrada, mide aproximadamente 230 m por lado con una altura original de 146.50 m. Está construida con bloques de piedra cuyo peso en promedio es de 2500 kg; las de la base son más grandes y pesadas, cerca de 15 toneladas, y las de la parte superior pesaban entre 500 kg y 1000 kg. ¿Cómo pudieron los antiguos constructores transportar, elevar y colocar estas enormes rocas para formar esa colosal obra?

Desde la Antigüedad, filósofos, historiadores y constructores especularon distintas posibles técnicas para el logro de estas impresionantes construcciones, y en general coinciden en una respuesta: el uso de máquinas simples.

Las máquinas simples se clasifican en seis tipos: palancas, ruedas, plano inclinado, tornos y ruedas, tornillo y cuña. En la siguiente infografía *Máquinas simples* (figura ??) encontrarás una descripción de ellas.



## La palanca

Una palanca es una máquina simple que consta de los elementos que muestra la figura ??.

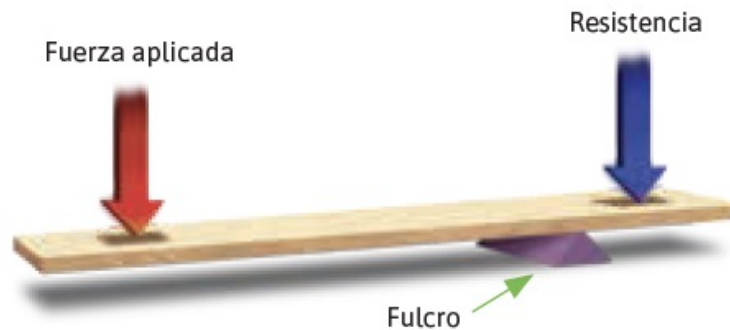


Figura 1.21: Elementos de una palanca.

En las palancas se cumple la siguiente relación:

$$F \times d_F = R \times d_R \quad (1.3)$$

donde  $R$  es la resistencia, es decir, la fuerza que se quiere vencer;  $F$  es la fuerza aplicada;  $d_F$ , la distancia del fulcro (punto de apoyo de la palanca) al punto de aplicación de la fuerza, y  $d_R$ , la distancia del fulcro al punto de aplicación de la resistencia.

Las palancas se clasifican en diferentes tipos dependiendo de la ubicación del fulcro, la resistencia y el punto de aplicación de la fuerza.

Tipo	Descripción	Esquema	Ejemplo
1	El fulcro se encuentra entre la resistencia y el punto de aplicación de la fuerza.		
2	La resistencia se ubica entre el fulcro y el punto de aplicación de la fuerza.		
3	El punto de aplicación de la fuerza se encuentra entre el fulcro y la resistencia.		

Figura 1.22: Tipos de palancas.

En el cuerpo humano también se presentan los tres tipos de palancas, en particular en el sistema locomotor.

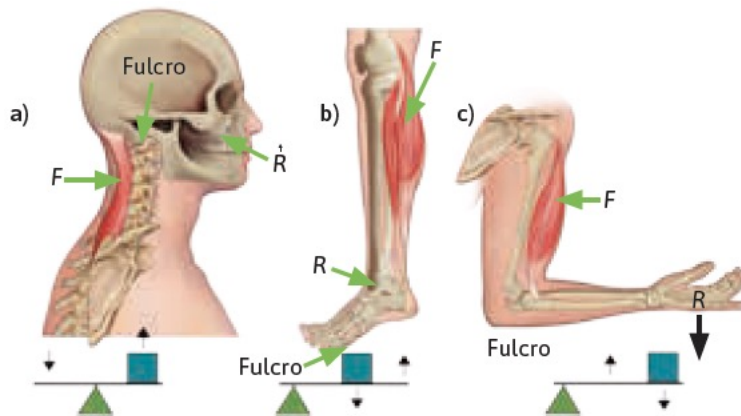


Figura 1.23: Elementos de una palanca.

### Ejercicios

1. ¿Qué fuerza se debe aplicar a una caja de 100 N de peso para subirla a un templete a una altura de 80 cm si se usa una rampa de 240 cm?
2. Se necesita subir una carga de 500 kg (4900 N) a una altura de 1.5 m deslizándola sobre una rampa inclinada, ¿qué longitud debe tener la rampa si sólo se puede aplicar una fuerza de 1633.33 N?
3. ¿Qué relación existe entre el plano inclinado y la cuña?
4. Analiza la infografía de la figura ?? y responde.
  - a) ¿Qué tareas o trabajos se pueden realizar con máquinas simples?
  - b) ¿En qué cambiaría el esfuerzo si no se utilizara la máquina simple?
  - c) ¿Qué artefactos conoces que combinen máquinas simples?
  - d) ¿Cómo funcionan?

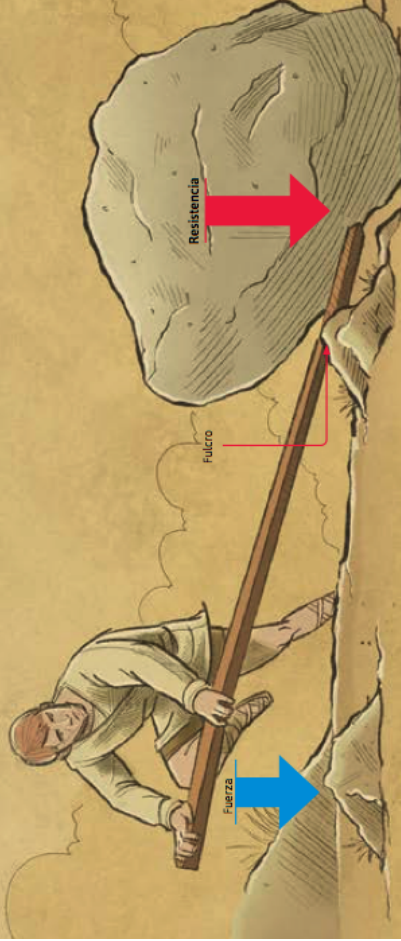
# DADME UN PUNTO DE APOYO Y MOVERÉ EL MUNDO

## MÁQUINAS SIMPLES

Una máquina simple es un aparato con el cual se puede obtener una fuerza grande aplicando una fuerza menor, por lo que se dice que representan una ventaja mecánica.

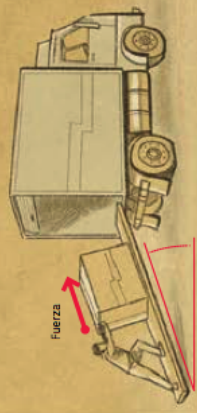
### Palanca

La palanca consta básicamente de una barra rígida apoyada en un punto llamado fulcro, la fuerza aplicada en un punto de la barra se transmite a otro donde se ubica la fuerza a vencer o resistencia.



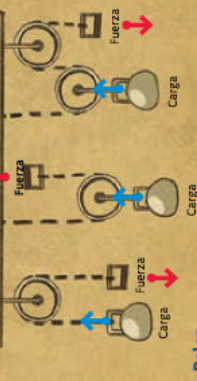
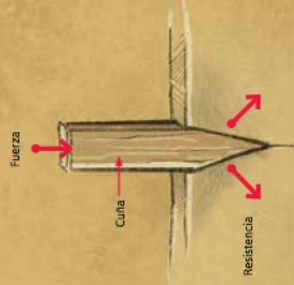
### Plano inclinado

También llamada rampa, es una superficie recta inclinada que forma un ángulo agudo con el suelo y que sirve para subir objetos a una altura determinada.



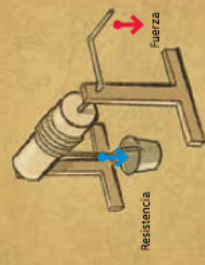
### Cuña

Es una pieza con forma de prisma triangular que transforma la fuerza vertical que recibe en fuerzas horizontales a sus costados, por lo que sirve para abrir, cortar o separar objetos.



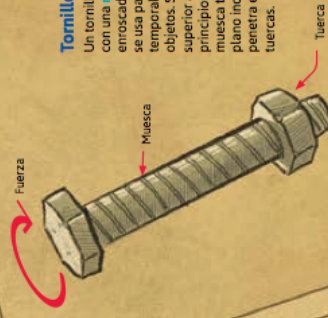
### Polea

Una polea es una "rueda" **axializada** por la que pasa una cuerda y cuya función es modificar la dirección en la que se aplica la fuerza. En las poleas móviles o las combinaciones de poleas se pueden vencer grandes resistencias con la aplicación de menos fuerza.



### Torno

El torno se forma con un cilindro y una manivela o rueda de mayor diámetro que el cilindro. Al girar la manivela, se obtiene una ventaja mecánica para vencer la resistencia.



### Tornillo

Un tornillo es un cilindro enroscado a su alrededor, se usa para unir piezas temporalmente o mover objetos. Se gira en su parte superior aprovechando el principio del torno, y la muela tiene la forma de un plano inclinado circular que penetra en los objetos o en tuercas.

Figura 1.24: Máquinas simples.

### La rueda y el torno

La rueda es una máquina simple que utilizas con frecuencia. ¿Qué usos se le dan? La rueda es un objeto circular que gira alrededor de un eje y sus aplicaciones son muy variadas.



Figura 1.25: Tipos de ruedas. a) de transporte, b) engranes, c) de paletas.

Rueda de transporte: facilita el desplazamiento de objetos y cargas, ya que gira al contacto con el suelo o las superficies por donde se mueven los objetos. Rueda dentada o engrane: se utiliza para transmitir el movimiento al conectar engranes entre sí. Rueda de paletas: aprovecha el movimiento en sus extremos para transmitirlo a su eje como movimiento circular.

El **torno** es una máquina simple que consiste en un objeto cilíndrico con dos radios diferentes (uno de ellos puede corresponder al de una manivela). Al aplicar una fuerza sobre uno de los radios, ésta se transmite al otro de acuerdo con la siguiente relación:

$$F_1 \times R = F_2 \times r, \quad (1.4)$$

donde  $F_1$  es la fuerza aplicada en la parte del cilindro de radio  $R$ , y  $F_2$ , la fuerza que se aplica en la parte del cilindro de radio  $r$ .

### La polea

La polea es una rueda acanalada por la que pasa una cuerda. En una polea fija simple se modifica la dirección de una fuerza (figura ??a); en una polea móvil su eje se sujeta a la carga y uno de los extremos de la cuerda que la sujeta se amarra a una superficie fija; la fuerza se aplica en el extremo opuesto (figura ??b). Al jalar la cuerda una longitud  $L$ , la carga se levantará una longitud  $\frac{L}{2}$ , y la relación entre las fuerzas cumple la siguiente relación:

$$F \times L = R \times \left(\frac{L}{2}\right) \quad (1.5)$$

donde  $F$  es la fuerza aplicada;  $R$ , la resistencia, y  $L$ , la longitud de la cuerda desplazada.

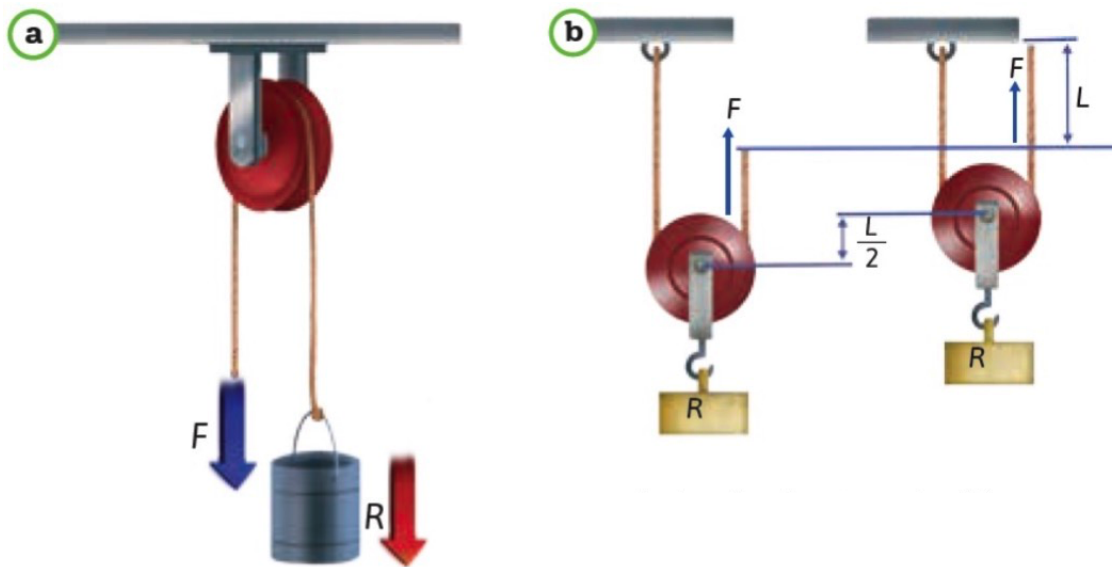


Figura 1.26: a. Polea fija, b. polea móvil.

#### Cierre

Retoma la situación de la sección Inicio y responde nuevamente la pregunta. Se dice que una máquina representa una ventaja mecánica. ¿Qué significa esta frase?

#### Piensa y sé crítico

¿Qué tan fuerte puede ser una hoja de papel? En equipo traten que una hoja de papel sostenga una libreta. La hoja debe quedar vertical de algún modo y sobre ella la libreta; pueden usar un poco de cinta adhesiva o pegamento. Cuando lo hagan, preséntelo a sus compañeros, expliquen cómo lo lograron y dibujen un diagrama que muestre las fuerzas que actúan sobre la libreta.

**Ejercicios**

1. Calcula la fuerza que se obtiene en el cilindro de un torno de radio 10 cm si sobre la manivela de radio 50 cm conectada al torno se aplica una fuerza de 35 N.
2. ¿Qué relación existe entre el torno y el tornillo (que es una máquina simple)?
3. ¿Con qué fuerza se debe jalar un peso de 45 N si se usa una polea fija?, ¿y si se usa una polea móvil?
4. ¿Por qué se utiliza una polea fija si no representa una ventaja en cuanto a la aplicación de una fuerza?
5. Elige las opciones que resuelvan cada problema.
  - a) ¿Qué fuerza tendrías que aplicar para subir un sillón de 25 N de peso a una altura de 4 m si utilizas un plano inclinado de 5 m?  
☐ 50 N   ☐ 10 N   ☐ 20 N   ☐ 100 N
  - b) ¿De qué longitud tendrá que ser el plano inclinado por utilizar si deseas subir un peso de 200 N a una altura de 2 m, si tu máxima capacidad te permite aplicar una fuerza de 50 N?  
☐ 8 m   ☐ 5,000 m   ☐ 0.5 m   ☐ 80 m
  - c) ¿A qué altura se subió un objeto de 50 N si se aplicó una fuerza de 25 N y se utilizó un plano inclinado de 10 m?  
☐ 50 m   ☐ 5 m   ☐ 500 m   ☐ 5.5 m