

# Fuerzas

## Física

## RUTA DE APRENDIZAJE

- Con este documento se espera reforzar el concepto de fuerza y las leyes del movimiento y aplicarlas en diversos contextos.
- Este tema está inserto en la unidad de dinámica y en el siguiente esquema es posible ver la progresión de esa unidad, donde el tema de fuerzas y leyes del movimiento están marcadas con un color diferente.

Movimiento  
circular

Movimiento  
relativo

Fuerzas y  
leyes del  
movimiento

Ley de  
Hooke

Fuerzas en el  
movimiento  
circular

### TEMAS

- Concepto de Fuerza.
- Leyes del Movimiento.
- Tipos de fuerzas.
- Diagrama de cuerpo libre.
- Problemas resueltos.
- Problemas propuestos.

### INTRODUCCIÓN

Cada vez que realizas una acción, como ponerte de pie, saltar, correr, empujar un mueble o caminar, estás en presencia de una fuerza.

Una fuerza se define como una interacción entre objetos, estas fuerzas pueden ser de contacto o de campo.

A través de este documento se espera que puedas aprender los conceptos básicos acerca de las leyes del movimiento.

# Concepto de fuerza

Cada uno tiene una comprensión básica del concepto de fuerza a partir de la experiencia cotidiana. Cuando se aleja un plato de comida vacío, ejerces una **fuerza sobre él**. **De igual modo, cuando se lanza o patea una pelota se ejerce una fuerza sobre ella**. En estos ejemplos, la palabra fuerza se refiere a una **interacción con un objeto mediante actividad muscular y algún cambio en la velocidad del objeto**. Sin embargo, las fuerzas no siempre causan movimiento. Por ejemplo, cuando estás sentado, sobre tu cuerpo actúa una fuerza gravitacional y aun así permaneces fijo. Como segundo ejemplo, puedes empujar (en otras palabras, ejercer una fuerza) una gran roca y no ser capaz de moverla. La fuerza **se mide con un instrumento llamado dinamómetro** (ver figura 2) y su unidad de medida es el Newton [N] en honor a Isaac Newton.

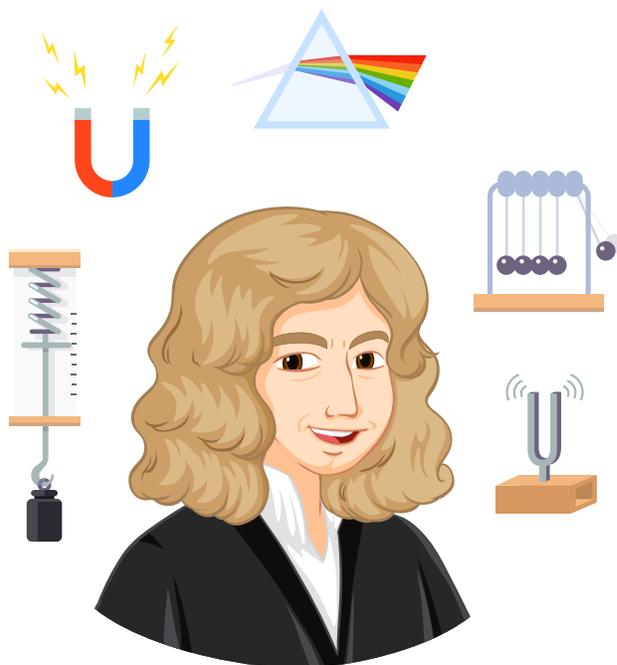
Las **fuerzas fundamentales** conocidas en la naturaleza son: 1) **fuerzas gravitacionales** entre objetos, 2) **fuerzas electromagnéticas** entre cargas eléctricas, 3) **fuerzas fuertes** entre partículas subatómicas y 4) **fuerzas débiles** que surgen en ciertos procesos de decaimiento radiactivo. En la física clásica solo interesan las fuerzas gravitacional y electromagnética. (Serway & Yewett, 2008, p.101).



## Dato curioso

Isaac Newton (1642-1727) fue un físico, matemático, astrónomo británico. Sus principales descubrimientos son:

- Las leyes del movimiento
- La ley de gravitación universal
- Naturaleza corpuscular de la luz
- Teoría del color
- Telescopio newtoniano
- Forma de la tierra
- Velocidad del sonido
- Ley de convección térmica
- Cálculo
- Mareas



# Carácter vectorial de la fuerza

La fuerza es un vector, por ende, posee **dirección, sentido y módulo o magnitud**, como se expresa en la figura 1.

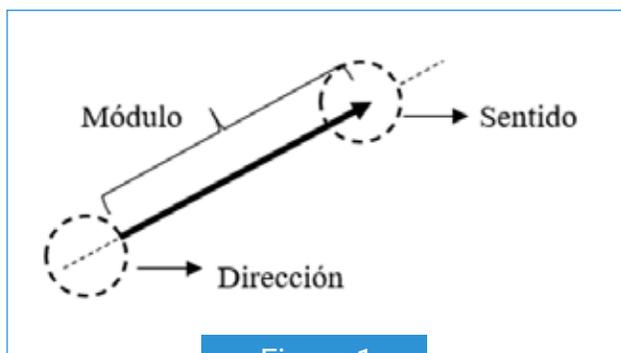


Figura 1

Cuando una fuerza se aplica con un cierto grado de inclinación (ver figura 2) se debe calcular su módulo o magnitud a través de la siguiente ecuación:

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

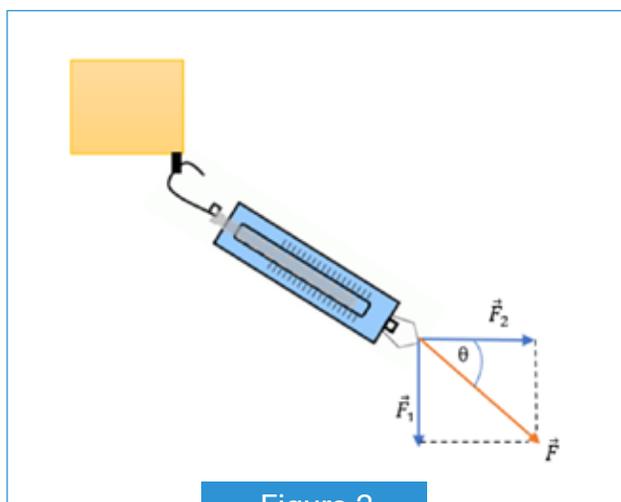


Figura 2



## Recordar

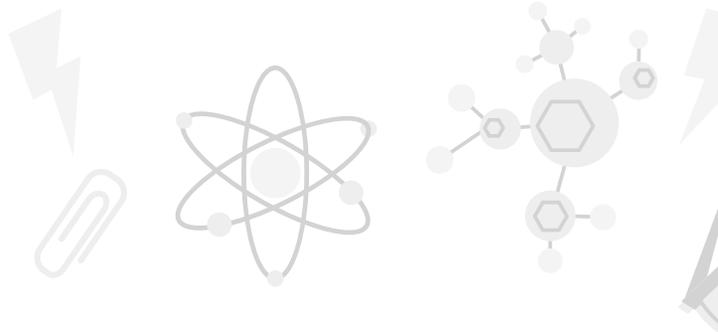
**Dirección:** está indicada por los puntos cardinales (norte, sur, este, oeste) y el ángulo que se forma con estos.

**Sentido:** está indicado por la punta de la flecha, puede ser positivo o negativo (guiarse por el sentido del plano cartesiano)

**Módulo o magnitud:** es el largo del vector, se expresa a través de un valor numérico.

# Leyes del movimiento

La formulación matemática de las leyes del movimiento fue **publicada en 1687 por Issac Newton**, en su obra Philosophiae Naturalis Principia Matemática. Estas leyes constituyen, junto con la transformación de Galileo, la base de la mecánica clásica.



## Primera ley: ley de la Inercia

### Enunciado 1

“Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un marco de referencia en el que el objeto tiene aceleración cero” (Serway & Yewett, 2008, p.102).

### Enunciado 2

“En ausencia de fuerzas externas, y cuando se ve desde un marco de referencia inercial, **un objeto en reposo se mantiene en reposo y un objeto en movimiento continúa en movimiento con una velocidad constante** (esto es, con rapidez constante en línea recta)” (Serway & Yewett, 2008, p.103).

## Segunda ley: ley fundamental de la dinámica

### Enunciado

“Cuando se ve desde un marco de referencial inercial, **la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta** que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa” (Serway & Yewett, 2008, p.104).

$$a \propto \frac{\sum f}{m}$$

El enunciado matemático de la segunda ley de Newton es:

$$\sum F = m \cdot a$$

Esta ecuación es fundamental en esta unidad.

## Tercera ley: ley de acción y reacción

### Enunciado

“Si dos objetos interactúan, **la fuerza que ejerce el objeto uno sobre el objeto dos es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza que ejerce el objeto dos sobre el objeto uno**” (Serway & Yewett, 2008, p.107).

# Tipos de fuerzas

Fuerza peso (P)	Fuerza normal (N)	Fuerza de fricción o roce ( $F_R$ )
<p>Fuerza que ejerce la tierra sobre los objetos para atraerlos hacia su centro.</p> <p>Se expresa de la siguiente manera:</p> $P = m \cdot g$ <p>Donde P es el peso en Newton, m es la masa en kg y g es la aceleración de gravedad (en la tierra es <math>9,8 \text{ m/s}^2</math>) (ver figura 3).</p>	<p>Fuerza que actúa de forma perpendicular a toda superficie.</p> <p>Existe cada vez que hay dos superficies en contacto (ver figura 3).</p> <p>La forma de calcularla dependerá de cada situación, pues se obtiene a través la sumatoria de fuerzas.</p>	<p>Fuerza que se <b>opone a todo movimiento</b>. Se expresa de la siguiente manera:</p> $F_R = \mu \cdot N$ <p>Donde <math>F_R</math> es la fuerza de fricción en Newton, <math>\mu</math> es el coeficiente de roce y N es la fuerza normal que se mide en Newton (ver figura 3).</p> <p>El coeficiente de roce puede ser cinético, cuando un objeto está en movimiento; o estático, cuando un objeto está detenido. El coeficiente de roce estático siempre es mayor al cinético y no tienen unidad de medida, pues son adimensionales.</p>

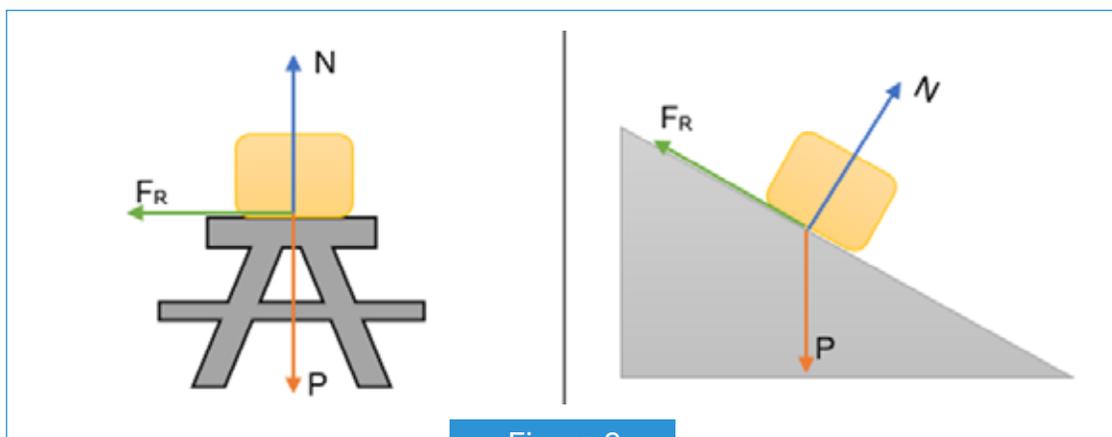


Figura 3

## ! Importante

La unidad de medida de la fuerza es Newton que se abrevia [N] y su equivalencia es la siguiente:

$$1 N = 1 kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

## Diagrama de cuerpo libre (DCL)

Es un **esquema del objeto en cuestión y de las fuerzas que actúan, expresadas como vector**. El siguiente es un ejemplo de diagrama de cuerpo libre donde hay un objeto que es arrastrado por una cuerda.

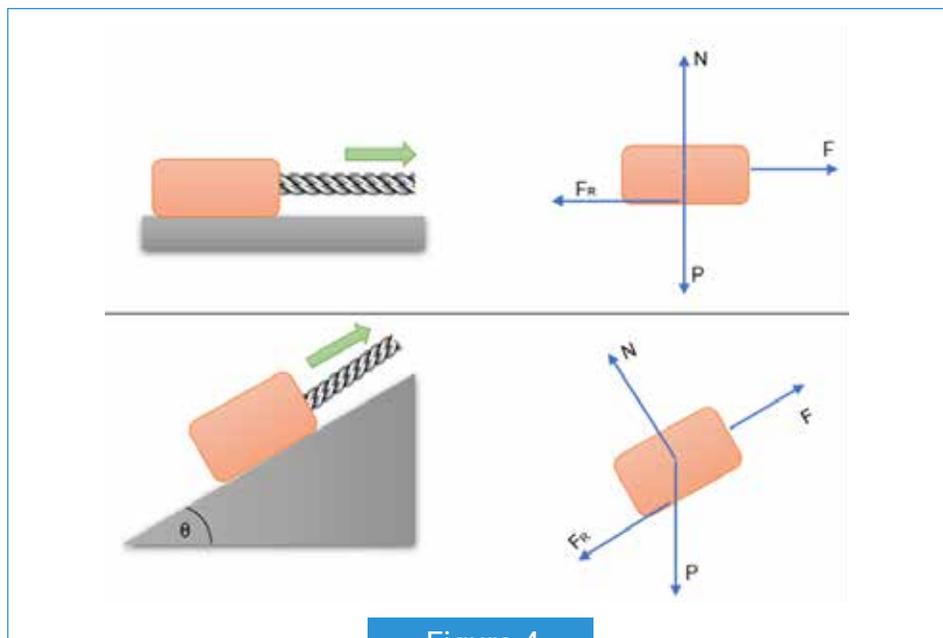


Figura 4

## ! Importante

Existe una fuerza llamada **tensión**, que **aparece** cada vez que se sostiene o jala un objeto a través de **una cuerda o hilo**. La tensión se designa con la letra T y por ser una fuerza se mide en Newton [N].

En la figura 4, la tensión correspondería a la letra F dibujada, pues ahí está presente una cuerda.



## Lee y analiza los siguientes problemas

### Problemas resueltos

A continuación, se presentan tres problemas resueltos con sus procedimientos, en estos problemas se sugiere hacer lo siguiente:

- Lee comprensivamente.
- Revisa el paso a paso.
- Destaca lo que te resulte importante.
- Destaca lo que te genere dudas y luego consulta al tutor.



#### Problema n°1 (Serway & Yewett, 2008, p. 131)

Su libro de física de 3,8 kg está junto a usted sobre el asiento horizontal de su automóvil. El coeficiente de fricción estática entre el libro y el asiento es 0,650, y el coeficiente de fricción cinética es 0,550. Suponga que viaja a 72 km/h=20 m/s y frena hasta detenerse sobre una distancia de 45 m.

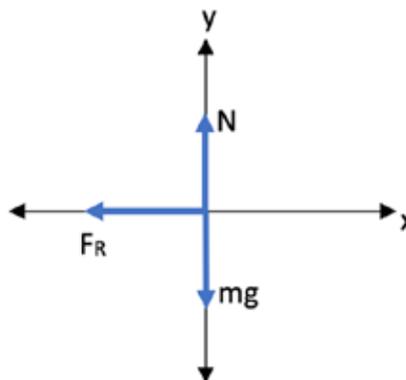
- ¿El libro comenzará a deslizarse sobre el asiento?
- ¿Qué fuerza ejerce el asiento sobre el libro en este proceso?

#### Solución

**Paso 1:** identificar los datos.

$$\begin{aligned}m &= 3,8 \text{ kg} \\ \mu_e &= 0,650 \\ \mu_c &= 0,550 \\ v_0 &= 20 \frac{m}{s} \\ v_f &= 0 \frac{m}{s} \text{ (se detiene)} \\ x &= 45 \text{ m}\end{aligned}$$

**Paso 2:** realizar un diagrama de cuerpo libre.



**Paso 3:** calcular la aceleración utilizando ecuaciones de cinemática (se utiliza una ecuación de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, pues el auto cambia su velocidad, es decir, existe aceleración).

$$\begin{aligned}v_f^2 &= v_0^2 + 2ax \\0 &= 20^2 + 2a(45) \\0 &= 400 + 90a \\-90a &= 400 \\-a &= \frac{400}{90} \\a &= -4,4 \frac{m}{s^2}\end{aligned}$$

**Paso 4:** calcular la fuerza sobre el libro.

(el signo implica que es una fuerza hacia atrás)

$$\begin{aligned}F &= m \cdot a \\F &= 3,8 \cdot -4,4 \\F &= -16,7 \text{ N}\end{aligned}$$

**Paso 5:** Calcular la fuerza de roce estático, pues el libro está detenido sobre el asiento.

$$\begin{aligned}F_{Re} &= \mu \cdot N \\F_{Re} &= 0,550 \cdot 3,8 \cdot 9,8 \\F_{Re} &= 20,5 \text{ N}\end{aligned}$$

**Por lo anterior se desprende que la fuerza de roce es mayor a la fuerza, es decir el libro no se mueve.**

**Paso 6:** calcular la fuerza normal que es la fuerza que se aplica hacia arriba (fuerza del libro sobre el asiento).

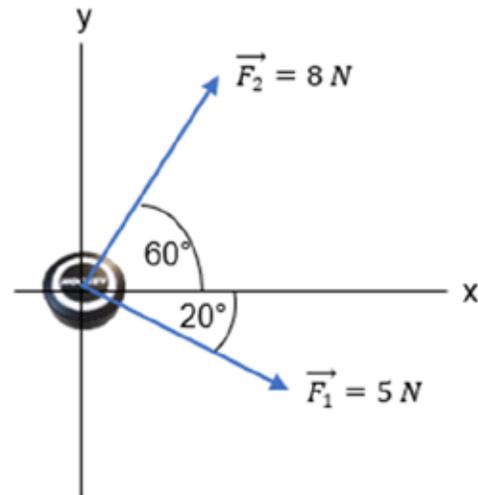
Se realiza sumatoria de fuerzas en eje  $y$ , ya que la fuerza normal está en ese eje  $y$  la sumatoria es igual a cero porque en el eje  $y$  no hay movimiento del libro.

$$\begin{aligned}\Sigma F_y &= 0 \\N - P &= 0 \\N &= P \\N &= m \cdot g \\N &= 3,8 \cdot 9,8 \\N &= 37,24 \text{ N hacia arriba}\end{aligned}$$



## Problema n°2 (Serway & Yewett, 2008, p. 105)

Un disco de hockey que tiene una masa de 0,30 kg se desliza sobre la superficie horizontal sin fricción de una pista de patinaje. Dos bastones de hockey golpean el disco simultáneamente, y ejercen las fuerzas sobre el disco que se muestran en la figura adjunta. La fuerza  $F_1$  tiene una magnitud de 5 N y la fuerza  $F_2$  tiene una magnitud de 8 N. Determinar tanto la magnitud como la dirección de la aceleración del disco.



### Solución

**Paso 1:** identificar los datos.

$$m=0,3 \text{ kg}$$

$$F_1=5 \text{ N}$$

$$F_2=8 \text{ N}$$

**Paso 2:** calcular las componentes de cada fuerza.

Componentes  $F_1$

$$F_{1x}=F_1\cos 20^\circ=5\cos 20^\circ= 5,0 \text{ N}$$

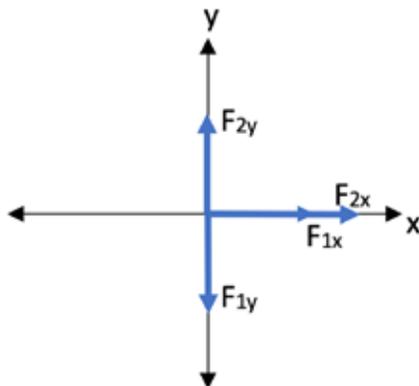
$$F_{1y}= F_1\text{sen}20^\circ=5\text{sen}20^\circ= 1,7 \text{ N}$$

Componentes  $F_2$

$$F_{2x}= F_2\cos 60^\circ=8\cos 60^\circ= 4,0 \text{ N}$$

$$F_{2y}= F_2\text{sen}60^\circ=8\text{sen}60^\circ= 7,0 \text{ N}$$

**Paso 3:** hacer el diagrama de cuerpo libre (DCL).



**Paso 4:** realizar sumatoria de fuerzas en ambos ejes.

Fuerzas en el eje x

$$\sum F_x = F_{1x} + F_{2x} = 5\cos 20 + 8\cos 60 = 8,7 \text{ N}$$

Fuerzas en el eje y

$$\sum F_y = F_{1y} + F_{2y} = -5\sin 20 + 8\sin 60 = 5,2 \text{ N}$$

**Paso 5:** calcular la aceleración en cada eje.

Aceleración en el eje x

$$a = \frac{\sum F_x}{m} = \frac{8,7}{0,3} = 29 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Aceleración en el eje y

$$a = \frac{\sum F_y}{m} = \frac{5,2}{0,3} = 17 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**Paso 6:** calcular el módulo de la aceleración.

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = \sqrt{29^2 + 17^2} = 33,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

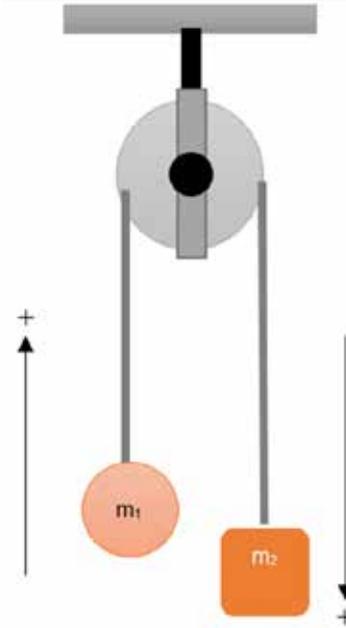
**Paso 7:** calcular la dirección de la aceleración.

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{a_y}{a_x} \\ \tan \alpha &= \frac{17}{29} \\ \alpha &= \tan^{-1} 0,59 \\ \alpha &= 30^\circ \end{aligned}$$



## Problema n°3 (Serway & Yewett, 2008, p. 116)

Cuando dos objetos de masa distintas cuelgan verticalmente sobre una polea sin fricción de masa despreciable, como la figura, el dispositivo se llama máquina de Atwood. Se usa a veces en el laboratorio para calcular el valor de  $g$ . Determine la magnitud de la aceleración de dos objetos y la tensión en la cuerda sin peso.



### Solución

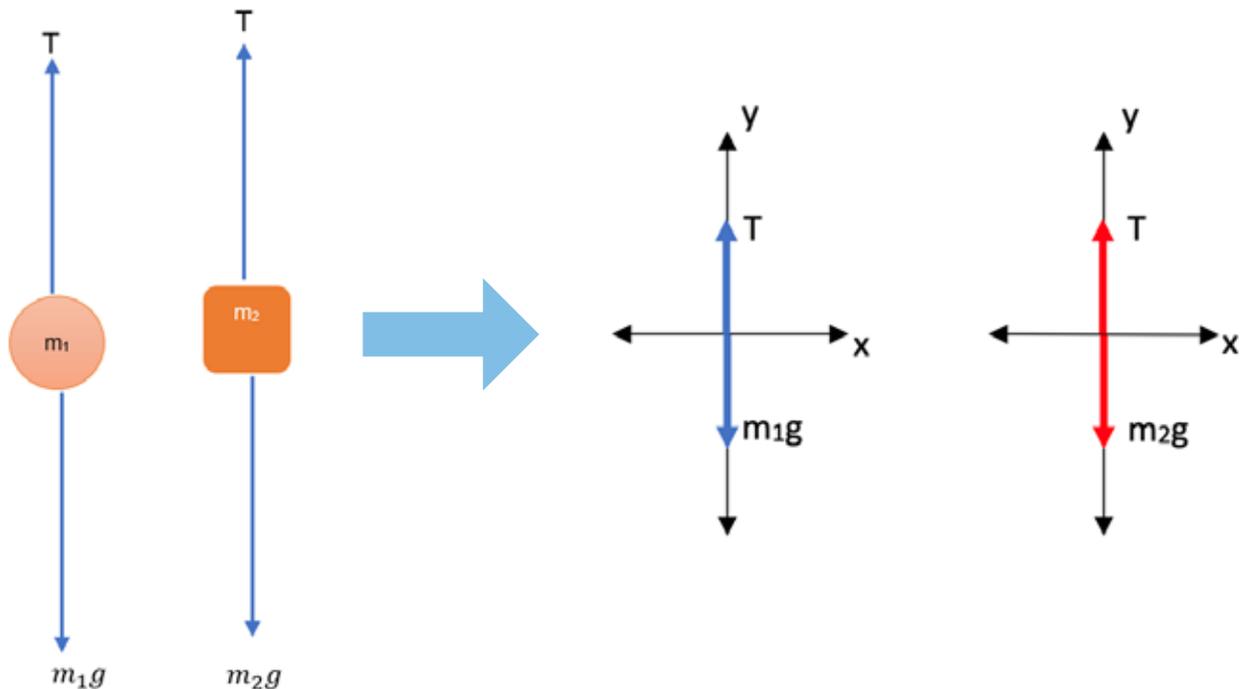
**Paso 1:** identificar los datos.

$$m_1 = m_1$$

$$m_2 = m_2$$

$$T = T$$

**Paso 2:** realizar el DCL para cada cuerpo.



**Paso 3:** hacer sumatoria de fuerzas de  $m_1$  en el eje  $y$ , ya que las fuerzas solo están presentes en ese eje.

$$\begin{aligned}\sum F_y &= m \cdot a \\ T - m_1 \cdot g &= m_1 \cdot a \\ T &= m_1 \cdot a + m_1 \cdot g\end{aligned}$$

**Paso 4:** hacer sumatoria de fuerzas de  $m_2$  en el eje  $y$ , ya que las fuerzas solo están presentes en ese eje.

$$\begin{aligned}m_2 \cdot g - T &= m_2 \cdot a \\ T &= m_2 \cdot g - m_2 \cdot a\end{aligned}$$

**Paso 5:** igualar las expresiones de tensión para encontrar la aceleración.

$$\begin{aligned}m_1 \cdot a + m_1 \cdot g &= m_2 \cdot g - m_2 \cdot a \\ m_1 \cdot a + m_2 \cdot a &= m_2 \cdot g - m_1 \cdot g \\ a(m_1 + m_2) &= g(m_2 - m_1) \\ a &= g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}\end{aligned}$$

**Paso 6:** reemplazar la aceleración en cualquier ecuación de la tensión, para así obtenerla.

$$T = m_1 \cdot a + m_1 \cdot g$$

$$\text{Reemplazar } a = g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)}$$

$$T = m_1 \cdot g \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} + m_1 \cdot g$$

$$T = m_1 \cdot g \left( \frac{(m_2 - m_1)}{(m_1 + m_2)} + 1 \right)$$



## Pon a prueba tus conocimientos

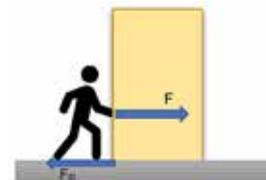
### Problemas propuestos

A continuación, se presentan tres problemas propuestos para que puedas resolver y practicar, recuerda hacer lo siguiente:

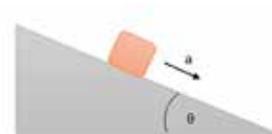
- Resuélvelos siguiendo los pasos utilizados en los problemas resueltos.
- Si es necesario apóyate con los apuntes.
- Si surgen dudas, registrarlas para luego consultar con el tutor.
- ¡Buen trabajo!

**Para todos los problemas, considere  $g=10 \text{ m/s}^2$**

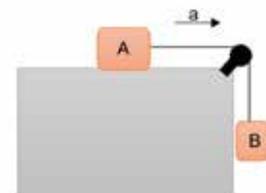
1. Una persona empuja un mueble de 40 kg, aplicando una fuerza de 170 N. El coeficiente de roce cinético es de 0.4, ¿con qué aceleración se mueve el mueble?



2. Un cuerpo cae por un plano inclinado con un ángulo de  $30^\circ$  respecto de la horizontal y cuya superficie tiene un coeficiente de roce de 0,3 como indica la figura. Calcular su aceleración.



3. A partir del siguiente esquema donde se presentan dos cuerpos, el cuerpo A de masa  $m_A$  y el cuerpo B de masa  $m_B$ , determine la ecuación para determinar la aceleración del sistema. (Considere el sistema en ausencia de roce)



### Solucionario

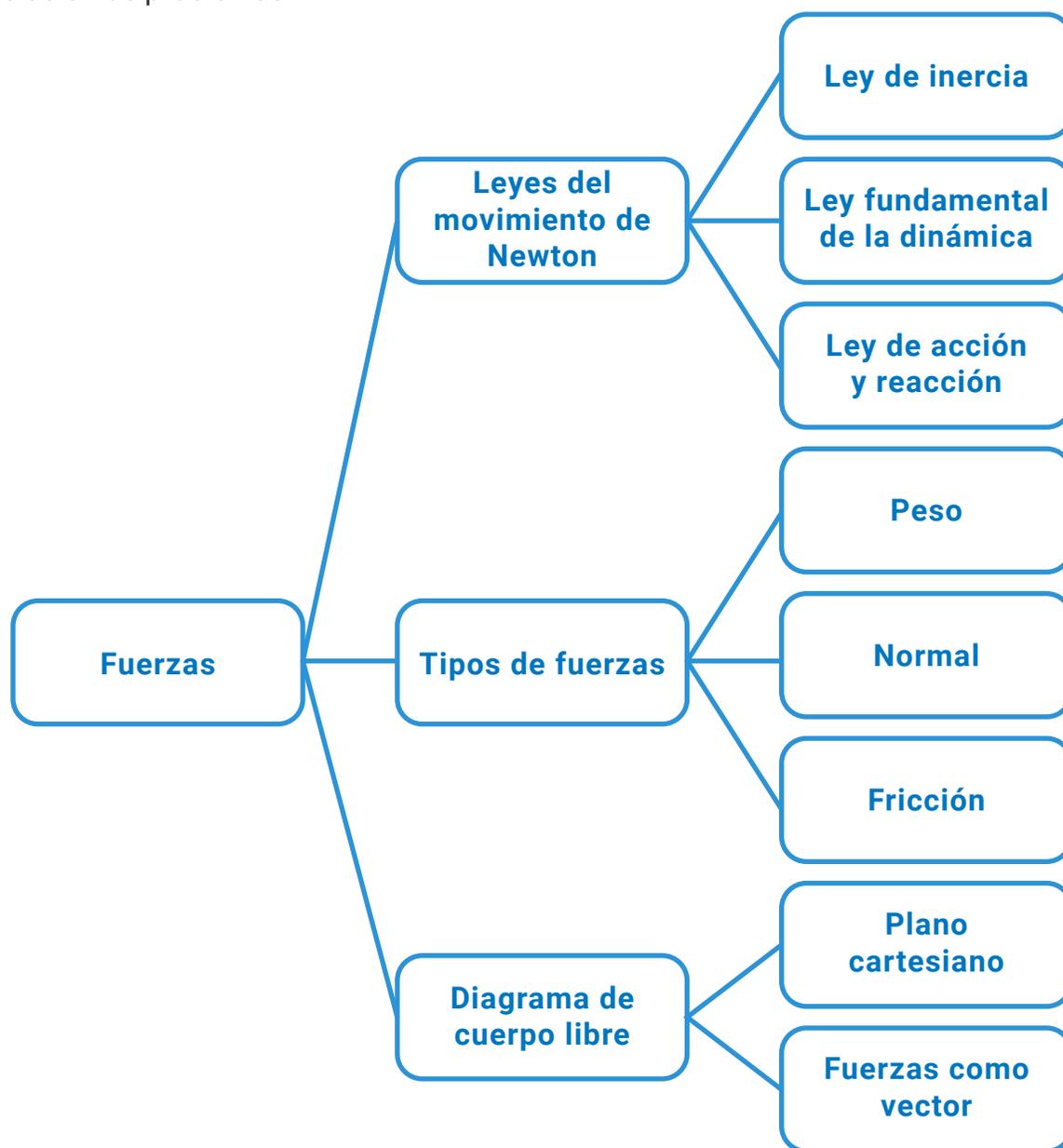
1.  $a = 2,5 \frac{m}{s^2}$
2.  $a = 2,4 \frac{m}{s^2}$
3.  $a = \frac{m_B g}{(m_A + m_B)}$

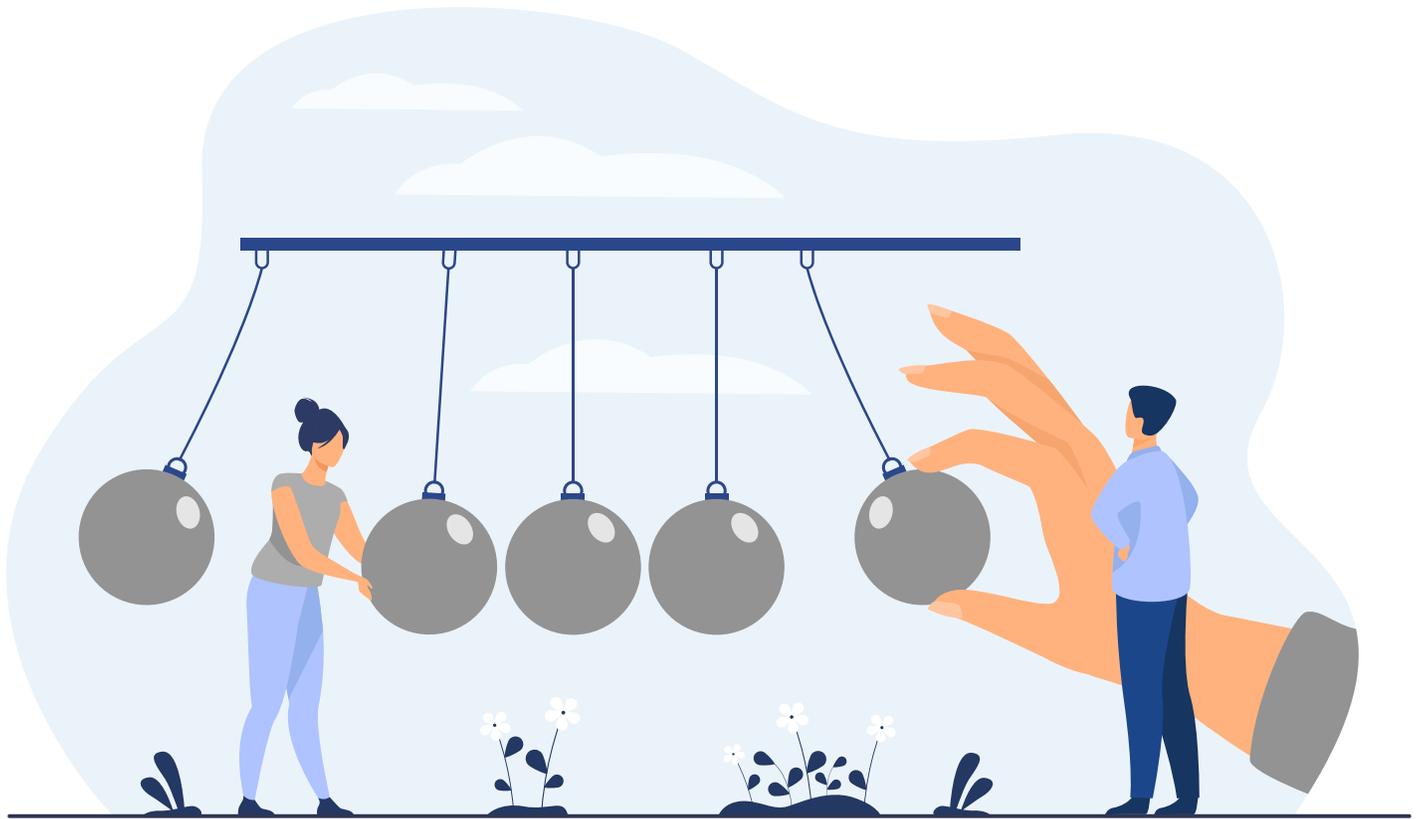
# Síntesis

En esta guía se ha presentado el concepto de fuerza y sus aplicaciones. Recuerda que una fuerza es una interacción entre objetos y fue Isaac Newton quien planteó las leyes del movimiento que son la base de la mecánica clásica, las leyes son: ley de inercia, ley fundamental de la dinámica y ley de acción y reacción. Es importante tener presente que la segunda ley es la que más se trabaja en la resolución de problemas.

Al estudiar el concepto de fuerza se revisan diversos tipos de fuerza como: peso, normal y fricción o roce.

Cuando debas resolver un problema de fuerzas, es importante realizar un diagrama de cuerpo libre (DCL) que es un plano cartesiano donde se dibujan, en forma de vector, todas las fuerzas presentes en la situación planteada.





## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Serway, R & Jewett, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería. México: Cengage

Enciclopedia de Ejemplos (2019). "Aportaciones de Isaac Newton". Recuperado de:  
<https://www.ejemplos.co/aportaciones-de-isaac-newton/>

# ¿Quieres recibir orientación para optimizar tu estudio en la universidad?

CONTAMOS CON PROFESIONALES EXPERTOS EN EL APRENDIZAJE QUE TE PUEDEN ORIENTAR

[SOLICITA NUESTRO APOYO](#)



[Sitio Web de CIMA](#)



[Ver más fichas](#)



[Solicita más información](#)