

# DINÁMICA

AUTOR: EDWIN GERARDO ACUÑA ACUÑA

OCTUBRE: 2020



San Marcos

## Contenido

Introducción.....	3
Leyes de Newton.....	4
La primera ley de Newton:.....	4
La Segunda ley de Newton.....	4
La tercera ley de Newton.....	6
Tipos de fuerzas.....	6
¿A qué llamamos fuerza?.....	6
Tipos de fuerza.....	7
En función a parámetros concretos.....	7
Fuerzas fijas.....	7
Fuerzas variables.....	7
De contacto.....	7
A distancia.....	7
Estáticas.....	7
Dinámicas.....	7
De acción.....	7
De reacción.....	8
Equilibradas.....	8
Desequilibradas.....	8
En la mecánica clásica: las fuerzas de contacto.....	8
Normales.....	8
Aplicadas.....	8
Fricción.....	8
Elástica.....	9
Tensión.....	9
De inercia.....	9
Las fuerzas fundamentales.....	9
Fuerza gravitatoria.....	9
Fuerza electromagnética.....	10
Fuerza nuclear débil.....	10
Fuerza nuclear fuerte.....	10



Tensión.....	10
¿Qué es la tensión de una cuerda o cable? .....	10
Tensión de cuerdas .....	11
¿Por qué las tensiones son iguales si la masa de la cuerda es despreciable? .....	11
Fuerza de fricción.....	12
¿Qué es la fuerza de rozamiento o de fricción? .....	12
Características de la fuerza de rozamiento o de fricción.....	12
¿Cómo se calcula la fuerza de rozamiento o de fricción?.....	12
Cuando el cuerpo está en reposo .....	12
Cuando el cuerpo está en movimiento.....	12
Conclusiones y recomendaciones.....	14
Bibliografía .....	14

## Introducción

Es importante que alguna vez te habrás hecho preguntas como: ¿Porque cuando un carro frena los pasajeros salen disparados hacia adelante y pegan con el parabrisa? ¿Porqué cuando un avión acelera nosotros salimos hacia atrás?

El estudio de la dinámica ha tenido una gran trascendencia a lo largo del surgimiento del hombre, en el cual se ha demostrado experimentalmente que la velocidad de caída de los cuerpos era independiente de su peso, de manera que dos cuerpos de misma forma y de distintos pesos dejados caer de la misma altura tardaban el mismo tiempo en tocar el suelo.

## Leyes de Newton

Estas son las tres leyes de Newton y, a continuación, vamos a comentarlas cada una por separado.

### La primera ley de Newton:

Es conocida también como Ley de inercia, en el texto de (Bueche, 2009, pág. 132) nos dice que si sobre un cuerpo no actúa ningún otro, este permanecerá indefinidamente moviéndose en línea recta con velocidad constante (incluido el estado de reposo, que equivale a velocidad cero).

Como se sabe que, en la física, el movimiento es relativo, es decir, depende de cual sea el observador que describa el movimiento. Así, para un pasajero de un tren, el interventor viene caminando lentamente por el pasillo del tren, mientras que para alguien que ve pasar el tren desde el andén de una estación, el interventor se está moviendo a una gran velocidad. Se necesita, por tanto, un sistema de referencia al cual referir el movimiento. La primera ley de Newton sirve para definir un tipo especial de sistemas de referencia conocidos como Sistemas de referencia inerciales, que son aquellos sistemas de referencia desde los que se observa que un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza neta se mueve con velocidad constante.

Como lo indica (Bueche, 2009, pág. 53) (Hibbeler, 2010, pág. 132) que en la realidad, es imposible encontrar un sistema de referencia inercial, puesto que siempre hay algún tipo de fuerzas actuando sobre los cuerpos, pero siempre es posible encontrar un sistema de referencia en el que el problema que estemos estudiando se pueda tratar como si estuviésemos en un sistema inercial. En muchos casos, suponer a un observador fijo en la Tierra es una buena aproximación de sistema inercial.

Esta Ley nos dice que para que un cuerpo altere su movimiento es necesario que exista algo que provoque dicho cambio. Ese algo es lo que conocemos como fuerzas. Estas son el resultado de la acción de unos cuerpos sobre otros.

### La Segunda ley de Newton

Se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. En el texto de (Hibbeler, 2010, pág. 113) nos dice que esta ley habla que la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo es proporcional a la aceleración que adquiere dicho cuerpo. La constante de proporcionalidad es la masa del cuerpo, de manera que podemos expresar la relación de la siguiente manera:

$$F = m a$$

Tanto la fuerza como la aceleración son magnitudes vectoriales, es decir, tienen, además de un valor, una dirección y un sentido. De esta manera, la Segunda ley de Newton debe expresarse como:

$$F = m a$$

La unidad de fuerza en el Sistema Internacional es el Newton y se representa por N. Un Newton es la fuerza que hay que ejercer sobre un cuerpo de un kilogramo de masa para que adquiera una aceleración de  $1 \text{ m/s}^2$ , o sea,

$$1 \text{ N} = 1 \text{ Kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$$

Esta ley es válida para cuerpos cuya masa sea constante. Si la masa varía, como por ejemplo un cohete que va quemando combustible, no es válida la relación  $F = m \cdot a$ . Vamos a generalizar la Segunda ley de Newton para que incluya el caso de sistemas en los que pueda variar la masa.

Para ello primero vamos a definir una magnitud física nueva. Esta magnitud física es la cantidad de movimiento que se representa por la letra  $p$  y que se define como el producto de la masa de un cuerpo por su velocidad, es decir:

$$p = m \cdot v$$

Como lo indica (Pérez, 2015, pág. 37) (Hibbeler, 2010, pág. 32) en sus estudios que la cantidad de movimiento también se conoce como momento lineal. Es una magnitud vectorial y, en el Sistema Internacional se mide en  $\text{Kg}\cdot\text{m/s}$ . En términos de esta nueva magnitud física, la Segunda ley de Newton se expresa de la siguiente manera:

La Fuerza que actúa sobre un cuerpo es igual a la variación temporal de la cantidad de movimiento de dicho cuerpo, es decir,

$$F = dp/dt$$

De esta forma incluimos también el caso de cuerpos cuya masa no sea constante. Para el caso de que la masa sea constante, recordando la definición de cantidad de movimiento y que como se deriva un producto tenemos:

$$F = d(m \cdot v)/dt = m \cdot dv/dt + dm/dt \cdot v$$

Como la masa es constante

$$dm/dt = 0$$

y recordando la definición de aceleración, nos queda

$$F = m a$$

tal y como habíamos visto anteriormente.

Otra consecuencia de expresar la Segunda ley de Newton usando la cantidad de movimiento es lo que se conoce como Principio de conservación de la cantidad de movimiento. Si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es cero, la Segunda ley de Newton nos dice que:

$$0 = dp/dt$$

es decir, que la derivada de la cantidad de movimiento con respecto al tiempo es cero. Esto significa que la cantidad de movimiento debe ser constante en el tiempo (la derivada de una constante es cero). Esto es el Principio de



conservación de la cantidad de movimiento: si la fuerza total que actúa sobre un cuerpo es nula, la cantidad de movimiento del cuerpo permanece constante en el tiempo.

Tal como se contó en el principio de la Segunda ley de Newton las fuerzas son el resultado de la acción de unos cuerpos sobre otros.

### La tercera ley de Newton

La ley también conocida como Principio de acción y reacción nos dice que, si un cuerpo A ejerce una acción sobre otro cuerpo B, éste realiza sobre A otra acción igual y de sentido contrario.

Esto es algo que se puede comprobar a diario en numerosas ocasiones. Por ejemplo, cuando queremos dar un salto hacia arriba, empujamos el suelo para impulsarnos. La reacción del suelo es la que nos hace saltar hacia arriba.

Cuando estamos en una piscina y empujamos a alguien, nosotros también nos movemos en sentido contrario. Esto se debe a la reacción que la otra persona hace sobre nosotros, aunque no haga el intento de empujarnos a nosotros.

Hay que destacar que, aunque los pares de acción y reacción tengan el mismo valor y sentidos contrarios, no se anulan entre sí, puesto que actúan sobre cuerpos distintos.

### Tipos de fuerzas

El concepto de la fuerza tiene una gran cantidad de denotaciones en distintos ámbitos, siendo en algunos sinónimos de fortaleza tanto a nivel físico como mental, resiliencia y resistencia a los acontecimientos.

Pero más allá de ello, también llamamos fuerza a una de las principales magnitudes de la física, estudiada desde la física básica hasta en las más complejas ramas de la ciencia, y que participa en una gran cantidad de fenómenos, acciones y reacciones.

Así pues, a nivel de física podemos hablar de diferentes tipos de fuerza, sobre las cuales vamos a hacer una breve mención en este artículo.

#### ¿A qué llamamos fuerza?

Antes de empezar a hablar de las diversas tipologías o categorías que se han establecido a la hora de analizar diferentes tipos de fuerza, se hace necesario establecer una breve definición del concepto.

De un modo genérico se puede definir la fuerza como una magnitud física de tipo vectorial, a la cual se asocia y se considera la causa de la capacidad de generar un desplazamiento o movimiento con aceleración por parte de un cuerpo u objeto, una modificación en su estructura o incluso su estado de reposo cuando para alcanzar este debe ejercerse una resistencia a otra fuerza. Para poder ser correctamente definida cabe remarcar como lo indica (Newton, 1999, pág. 142) que toda fuerza tiene un punto de aplicación, una dirección y una intensidad concretas que van a determinar el comportamiento final del objeto.

Cómo magnitud que es la fuerza tiene una unidad de medida, el Newton (en honor de Isaac Newton, quien es considerado el primero en establecer una fórmula matemática para su cálculo), el cual hace referencia a la cantidad de fuerza necesaria para generar una aceleración de un metro por segundo al cuadrado en un cuerpo de un kilogramo de masa. Además, también existen otras unidades de medida, como la dina.

### **Tipos de fuerza**

Es posible clasificar los tipos de fuerza siguiendo diferentes criterios. Veámoslos.

Como las define en el libro de (Bueche, 2009, pág. 35)(Hibbeler, 2010, pág. 136) las siguientes fuerzas:

#### **En función a parámetros concretos**

Podemos encontrar clasificaciones realizadas en base a aspectos tales como su permanencia, la existencia o no de un contacto directo entre los cuerpos o su forma de actuar. Ejemplo de ello son los siguientes tipos de fuerza.

#### **Fuerzas fijas**

Se entienden por fuerzas fijas o permanentes todas aquellas inherentes del propio cuerpo u objeto en cuestión y que se derivan de su estructura o configuración, y de las cuales no es posible escapar. Una de las más fácilmente visibles es el peso, producto de la masa del cuerpo y la atracción gravitatoria a la que está sometida.

#### **Fuerzas variables**

También denominadas intermitentes, son aquellas fuerzas que no forman parte de la estructura del objeto o cuerpo en que se produce el movimiento o el cambio, sino que proviene de otros cuerpos o elementos. Un ejemplo sería la fuerza aplicada por una persona a un carro para moverlo.

#### **De contacto**

Se entienden como fuerzas de contacto todas aquellas que se caracterizan por la necesidad de un contacto entre cuerpos o

elementos con el fin de generar un movimiento o cambio estructural.

Se trata de las fuerzas trabajadas tradicionalmente por la mecánica clásica, como veremos posteriormente.

#### **A distancia**

Al contrario que en el caso anterior, las fuerzas a distancia son todas aquellas en que no es necesario que exista un contacto entre los cuerpos para lograr una alteración de la estructura o un desplazamiento de los cuerpos. Ejemplo de ello sería el electromagnetismo.

#### **Estáticas**

Se denominan estáticas todas aquellas fuerzas que no varían en intensidad, dirección o lugar, permaneciendo prácticamente constantes siempre que existen. Un ejemplo sería la fuerza de la gravedad.

#### **Dinámicas**

Las fuerzas dinámicas son todas aquellas en que los valores generales que forman parte de la fuerza varían de forma constante y brusca, cambiando su dirección, lugar de aplicación o intensidad.

#### **De acción**

Reciben esta denominación aquellas fuerzas que son aplicadas sobre un objeto con el fin de desplazarlo o modificar su



estructura, no surgiendo del propio objeto sino de algún elemento exterior. El hecho de empujar algo implicaría estar aplicando una fuerza de acción.

### **De reacción**

Se denominan como tales todas aquellas que son generadas por el propio cuerpo como respuesta a la aplicación de una fuerza exterior, desde un punto de aplicación determinado. En el caso anterior, el cuerpo movido estaría ejerciendo una fuerza de reacción hacia nosotros.

### **Equilibradas**

Se entienden como tales aquellas fuerzas que se oponen entre sí teniendo igual intensidad, pero cuyas direcciones son totalmente contrarias, algo que genera

que el cuerpo en cuestión se mantenga en una posición concreta. Este tipo de fuerza se ejemplificaría con cualquier objeto que estuviera quieto en el suelo o con dos personas de la misma fuerza que se empujaran el uno al otro a la vez.

### **Desequilibradas**

Nos referimos a aquellas fuerzas que en aplicarse sobre un cuerpo concreto generan su movimiento, al no existir un equilibrio o una fuerza contraria suficiente que lo impida.

### **En la mecánica clásica: las fuerzas de contacto**

(Hibbeler, 2010, pág. 219) Como lo indica (Pérez, 2015, pág. 75) que lo define como los tipos de fuerza que podemos encontrar en la naturaleza, pero generalmente cuando empieza estudiarse físicamente el concepto de fuerza suele emplearse en el contexto de la mecánica clásica, haciéndose referencia a un tipo de fuerzas denominado de contacto. Dentro de estas podemos encontrar los siguientes tipos de fuerza.

#### **Normales**

Entendemos como fuerza normal aquella fuerza que es ejercida por la interacción entre dos cuerpos en contacto, como por ejemplo un objeto y el suelo, ejerciendo una fuerza reactiva a la del peso la cual iría en dirección opuesta a la de este.

#### **Aplicadas**

Como fuerza aplicada entendemos aquella fuerza que un cuerpo emplea sobre otro y que provoca un movimiento acelerado o un cambio en la estructura del objeto. Se trata de una fuerza de contacto directa.

#### **Fricción**

(Hibbeler, 2010, pág. 222) (Hibbeler, 2010, pág. 74) lo define la fricción o fuerza de rozamiento es aquella fuerza que aparece ante el contacto de dos cuerpos y que adquiere una dirección directamente opuesta a la fuerza aplicada o normal. Por ejemplo, al empujar un objeto este va ofreciendo una resistencia producida en gran medida por la fuerza de fricción contra el suelo. Otra forma análoga de este tipo de fuerza, que a veces se clasifica de manera independiente, es la de la resistencia al aire. Esta fuerza es la que explica por ejemplo que dos objetos de la misma masa lanzados a la vez desde la misma

altura puedan tardar un tiempo diferente en llegar al suelo (fricción del aire), o que un objeto empujado por una pendiente ligera pueda acabar frenándose.

### **Elástica**

(Hibbeler, 2010, pág. 220) (Hibbeler, 2010, pág. 76) lo define como la fuerza elástica a aquella que se produce cuando una superficie u objeto está sostenido en una posición de no equilibrio por parte de una fuerza determinada, apareciendo como reacción que pretende restaurar dicha posición inicial o de equilibrio. Es decir, es la que se produce cuando un cuerpo sometido a una fuerza que lo ha deformado intenta volver a su estado original. Un ejemplo típico lo podemos encontrar en muelles, resortes o gomas estiradas que buscan volver a su posición original.

### **Tensión**

(Hibbeler, 2010, pág. 125) (Slisko, 2016, pág. 42) señala y la define como un tipo de fuerza peculiar, caracterizado por poder transmitir una fuerza entre diferentes cuerpos y que se genera cuando dos fuerzas opuestas tiran de un cuerpo en direcciones opuestas sin llegar a romperlo. Puede aprovecharse para generar sistemas que repartan la fuerza a aplicar para generar el movimiento. La fuerza de tensión es aquella fuerza que permite que empleemos, por ejemplo, poleas para mover objetos pesados.

### **De inercia**

(Hibbeler, 2010) (Slisko, 2016, pág. 23) lo define como la fuerza de inercia o fuerza ficticia aquella con la que un cuerpo es movido por el resultante de las fuerzas que se le han aplicado previamente aún cuando el cuerpo u objeto que ha generado dicha fuerza ya ha dejado de aplicarla de manera directa. Se trata de la fuerza con la que un cuerpo mantiene su estado de movimiento, en la misma dirección de la aceleración. Es lo que ocurre por ejemplo cuando ante un choque o una desaceleración brusca de un coche el cuerpo de los ocupantes tiende a proyectarse en la misma dirección que la que seguía el vehículo.

### **Las fuerzas fundamentales**

Como lo indica (Newton, 1999, pág. 132) (Hibbeler, 2010, pág. 74) el cual lo define como las propias de la mecánica clásica y relativas a cuerpos macroscópicos, podemos encontrar otras grandes fuerzas que se refieren a las relaciones que tienen las partículas de la materia entre sí o la existencia de fuerzas a distancia, siendo su estudio producto en su mayoría de la física moderna y permitiendo explicar gran parte de las anteriores.

### **Fuerza gravitatoria**

Como lo indica (Newton, 1999, pág. 123) (Hibbeler, 2010, pág. 123) como la fuerza gravitatoria a aquella fuerza de atracción existente entre los objetos y cuya intensidad depende de sus masas y la distancia entre ellas. La fuerza gravitatoria más estudiada es la del propio planeta, la cual atrae los cuerpos que existen sobre él hacia su superficie, siendo una de las fuerzas a distancia más conocidas. Asimismo, es la fuerza que hace que los planetas orbiten

alrededor de las estrellas. Es importante también en magnitudes como el peso.

### **Fuerza electromagnética**

Como lo que indica (Newton, 1999, pág. 122)(Hellingman, 1992, pág. 37) en su texto que señala que, si bien antiguamente hablábamos de manera separada de las fuerzas magnética y electrostática, el progresivo estudio de las propiedades de estas fuerzas ha hecho ver que de hecho están interrelacionadas.

Se trata de la fuerza a través de la cual las partículas eléctricas se ven atraídas o repelidas por otras partículas cargadas bien con el signo contrario (fuerza de atracción) o con el mismo (de repulsión).

Cuando estas relaciones se producen en partículas en movimiento se generan campos electromagnéticos.

### **Fuerza nuclear débil**

(Hibbeler, 2010, pág. 222) (Pérez, 2015, pág. 25) lo define como que algunas de las fuerzas más difíciles de comprender para las no versados en física es la fuerza nuclear. En el caso de la fuerza nuclear débil, estamos ante un tipo de fuerza la cual permite la desintegración de los neutrones y la radiactividad. Además de generar fuerzas de atracción y repulsión permite que una partícula pueda cambiar.

### **Fuerza nuclear fuerte**

Procedente de la física de partículas, la fuerza nuclear fuerte es aquella que permite que dos partículas que por carga eléctrica deberían repelerse permanezcan unidos, algo que permite la existencia de un núcleo de protones en la mayoría de las moléculas.

### **Tensión**

#### **¿Qué es la tensión de una cuerda o cable?**

La tensión (T) es la fuerza con que una cuerda o cable tenso tira de cualquier cuerpo unido a sus extremos. Cada tensión sigue la dirección del cable y el mismo sentido de la fuerza que lo tensa en el extremo contrario.

Por tanto, cada uno de los cuerpos que se encuentren unidos a los extremos de un cable tenso sufrirán la acción de una fuerza denominada tensión cuya dirección es idéntica a la del cable y su sentido equivalente al de la fuerza aplicada en el objeto del otro extremo y que provoca que el cable se tense.

Por simplicidad, lo indica (Hibbeler, 2010, pág. 23) que se suele suponer que las cuerdas tienen masa despreciable y son inextensibles (no se pueden deformar), esto implica que el valor de la tensión es idéntico en todos los puntos de la cuerda y por tanto, las tensiones que se ejercen sobre los cuerpos de ambos extremos de la cuerda son del mismo valor y dirección aunque de sentido contrario.





Figura 1. Tensión de una cuerda con dos fuerzas.  
 Fuente: propia.

### Tensión de cuerdas

En el caso de la figura, cuando la mano A tira de la cuerda y le aplica una fuerza (color verde), esta crea en la mano B una fuerza (color morado) que tira de ella en el mismo sentido. De igual forma, cuando la mano B tira la cuerda y le aplica una fuerza (color azul), esta crea en la mano A una fuerza (color celeste). Ambas fuerzas (azul y verde), reciben cada una de ellas el nombre de TENSIÓN.

$$\vec{T}_A = -\vec{T}_B \quad \therefore T_A = T_B$$

**¿Por qué las tensiones son iguales si la masa de la cuerda es despreciable?**

Para contestar a esta pregunta, lo mejor es demostrarlo con un ejemplo. Cuando tiramos hacia arriba con suficiente fuerza del extremo de una cuerda o cable que tiene un cuerpo atado al otro extremo, y esta se tensa, conseguiremos mover el cuerpo. Veamos las fuerzas que intervienen en dicho movimiento.

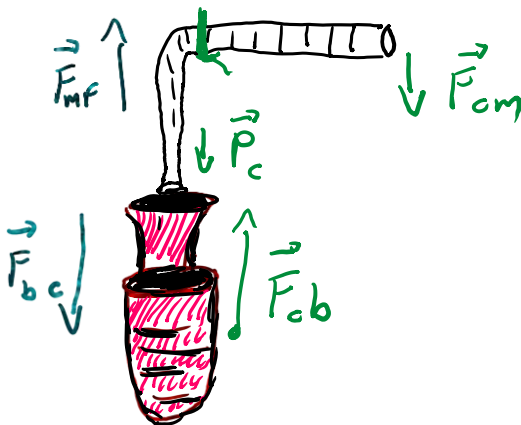


Figura 2. Fuerzas y pesas.  
 Fuente: propia.

Por un lado, la mano tira de la cuerda con una fuerza  $F \rightarrow m, c$  y según el principio de acción reacción, la cuerda ejercerá una fuerza sobre la mano  $F \rightarrow c, m$  en sentido contrario. Por otro lado, la cuerda tira del cuerpo con una fuerza  $F \rightarrow c, b$  y por reacción, el cuerpo ejerce una fuerza contraria sobre la cuerda  $F \rightarrow b, c$ . Adicionalmente, no debemos olvidar que sobre la cuerda actúa su peso  $P \rightarrow c$ .

Si consideramos que la masa de la cuerda es despreciable ( $m_c = 0$ ) y aplicamos la segunda ley de Newton a la cuerda, obtenemos que:

$$F \rightarrow m, c + F \rightarrow b, c + P \rightarrow c = m_c \cdot a \rightarrow c \Rightarrow F_{m, c} - F_{b, c} + m_c \cdot g = m_c \cdot a_c \Rightarrow F_{m, c} = F_{b, c}$$

Si sabemos que la tensión (T) es la fuerza con que tira la cuerda a los objetos que se encuentran unidos a sus extremos, entonces:

$$T = F_{m, c} = F_{b, c}$$

### **Fuerza de fricción**

#### **¿Qué es la fuerza de rozamiento o de fricción?**

Si empujas una bola sobre una superficie, esta terminará parándose en algún momento. ¿No contradice este fenómeno al Principio de Inercia?

Como no se le aplica ninguna fuerza, ¿No debería seguir moviéndose indefinidamente?

La cuestión a esa pregunta es bien sencilla. El hecho de que la bola se termine parando no contradice este Principio, ya que durante su movimiento existe una fuerza "invisible" que provoca que la velocidad de la pelota vaya disminuyendo: la fuerza de rozamiento. La bola al desplazarse sobre el suelo roza contra él y contra el aire. Este rozamiento produce una pareja de fuerzas que "tiran" en contra del movimiento.

La fuerza de rozamiento o de fricción ( $F_{R \rightarrow}$ ) es una fuerza que surge por el contacto de dos cuerpos y se opone al movimiento.

El rozamiento se debe a las imperfecciones y rugosidades, principalmente microscópicas, que existen en las superficies de los cuerpos. Al ponerse en contacto, estas rugosidades se enganchan unas con otras dificultando el movimiento. Para minimizar el efecto del rozamiento o bien se pulen las superficies o bien, se lubrican, ya que el aceite rellena las imperfecciones, evitando que estas se enganchen.

¿No has patinado nunca sobre un suelo recién pulido o encerado? ¿A que no tienes que hacer a penas fuerza para desplazarte bien lejos?

Características de la fuerza de rozamiento o de fricción

A grandes rasgos, las características de la fuerza de rozamiento se pueden resumir en los siguientes puntos:

Se opone al movimiento de un cuerpo que se desliza en contacto con otro.

Depende de 2 factores que lo establece (Slisko, 2016, pág. 32) sobre que:

- La naturaleza de los materiales que se encuentran en rozamiento y el tratamiento que han seguido. Este factor queda expresado por un valor numérico llamado coeficiente de rozamiento o de fricción.
- La fuerza que ejerce un cuerpo sobre el otro, es decir, la fuerza normal.

#### **¿Cómo se calcula la fuerza de rozamiento o de fricción?**

##### **Cuando el cuerpo está en reposo**

La fuerza de rozamiento tiene el mismo módulo, dirección y sentido contrario de la fuerza horizontal (si existe) que intenta ponerlo en movimiento sin conseguirlo.

##### **Cuando el cuerpo está en movimiento**

Como la fuerza de rozamiento depende de los materiales y de la fuerza que ejerce uno sobre el otro, su módulo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$F_r = \mu \cdot N$$

donde:

- $F_R$  es la fuerza de rozamiento
- $\mu$  es el coeficiente de rozamiento o de fricción

## Conclusiones y recomendaciones

Se puede concluir que la dinámica es el estudio del movimiento y las fuerzas que resultan de este. Al haber cambios de movimiento de cualquier objeto se entiende que son producidos por fuerzas y a la vez se está hablando de dinámica. Para los que estudian este tema de la física esta se debe manejar los conceptos de masa, fuerza y aceleración.

Los conceptos científicos en Física no pueden ser definidos o estipulados, por consiguiente, la velocidad y la rapidez no pueden definirse; error en que incurren con mucha frecuencia los textos escolares.

Es importante establecer que Isaac Newton instituyó el fundamento de la dinámica con sus tres leyes: la ley de la inercia, la ley del movimiento y la ley de acción y reacción, las cuales hoy son importantes en el contexto diario.

La primera, como su nombre lo dice, sin la actuación de alguna fuerza un cuerpo sigue en reposo o con movimiento rectilíneo de velocidad constante.

La segunda se establece con la fórmula:  $F = m \cdot a$  y las relaciones entre estas y la tercera es de la fuerza ejercida por un cuerpo sobre otro y su reacción de sentido contrario, pero igual magnitud.

Las relaciones entre las variables de fuerza, aceleración y masa, expuestas en la segunda ley de Newton, son inversa y directa.

La fuerza y la aceleración son magnitudes directamente proporcionales, porque al aumentar la fuerza también aumenta la aceleración o igual si disminuye una, la otra también. Mientras que la aceleración y la masa son magnitudes inversamente proporcionales, porque si aumenta la masa la aceleración disminuye o si esta última aumenta la masa disminuye.

## Bibliografía

- Bueche, F. J. (2009). *Física General. Décima edición*. México D.F: McGraw-Hill Companies.
- Días-Solorzano. (08 de 11 de 2020). <http://www.scielo.org.mx>. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n2/v56n2a5.pdf>: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n2/v56n2a5.pdf>
- Hellingman. (1992). *"Newton's third law revisited"*. USA: Phys. Educ. .
- Hibbeler, R. C. (2010). *Engineering Mechanics*. USA: Pearson Prentice Hall.
- Newton, I. (1999). *The Principia Mathematical Principles of Natural Philosophy*. University of California Press.: Berkeley: .
- Pérez, H. .. (03 de 11 de 2015). *Ebookcentral*. Obtenido de <https://ebookcentral-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/lib/bibliotecafuaasp/reader.action?docID=4569671&query=F%C3%ADsica>
- Rex, A. F. (2011). *Fundamento de Física*. Madrid. España: PEARSON.
- Slisko, J. (03 de 11 de 2016). *Física I*. Obtenido de <http://www.ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx>: <http://www.ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx>



[www.usanmarcos.ac.cr](http://www.usanmarcos.ac.cr)

San José, Costa Rica