

## **DINAMICA**

### **LECTURA DE INTRODUCCION**

**¿Qué debes hacer para que un objeto se ponga en movimiento?**

**¿Que debes hacer para que un objeto en movimiento se frene?**

**¿Cuál es la diferencia entre chocar o que te choque un coche pequeño o un camión?**

**¿Por qué cuando disparas un rifle sientes una fuerza que te empuja hacia atrás?**

**¿Cuál es la diferencia entre masa y peso?**

**¿Por qué los satélites artificiales siguen girando alrededor de la Tierra, si no llevan ningún tipo de motor que los impulse?**

Si quieres cambiar algo de lugar, por ejemplo un mueble de tu casa, tienes que empujarlo. Si deseas recoger un objeto tirado en el piso tienes que cargarlo para ponerlo sobre la mesa. Si quieres que tu bicicleta camine debes pedalear, o si se trata de una moto hacer que el motor entre en acción para impulsarla.

Mientras más duro patees una pelota de futbol, ésta saldrá disparada con mayor velocidad. Si un boxeador quiere derribar a su oponente, debe darle un buen golpe en un lugar estratégico.

En todos estos casos, y en general siempre que desees que un objeto se ponga en movimiento, lo que debes de hacer es aplicarle una fuerza. Este concepto físico de fundamental importancia debemos definirlo con mayor precisión y eso es lo que haremos a lo largo de esta unidad; por lo pronto partiremos de esta idea intuitiva que todos tenemos de lo que es una fuerza.

Las fuerzas no sólo son necesarias para que las cosas comiencen a moverse, sino también para detenerlas. Por ejemplo, si quieres que se detenga un automóvil debes aplicar los frenos, para que la fuerza de fricción entre las llantas y el piso lo detenga; o bien si quieres parar un penalti, debes oponer a la bola una fuerza que la detenga, ya sea con tus manos o con todo tu cuerpo; una vez que un avión al aterrizar hace contacto con el suelo, el piloto echa a andar los motores al revés para que la fuerza que éstos producen detenga a la aeronave.

Pero las fuerzas pueden tener además otro efecto sobre las cosas, que es el de desviarlas, es decir, causar que un cuerpo en movimiento describa cierta trayectoria. Por ejemplo, al lanzar un objeto, su trayectoria es una parábola debido a la fuerza de gravedad con la que la Tierra jala al objeto hacia su centro. Los planetas giran alrededor del Sol en trayectorias elípticas también por la fuerza de gravedad con la que el Sol los jala. De igual manera un electrón se mantiene unido al núcleo del átomo por una fuerza eléctrica que existe entre ambos.

Sintetizando podemos decir, basados en nuestra experiencia, que las fuerzas son las causantes tanto de que las cosas empiecen a moverse, como de que se detengan y también son responsables de las diferentes trayectorias que observamos. En conclusión podemos afirmar que las causas de la gran diversidad de movimientos que observamos son las fuerzas.

## PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA DINÁMICA

Para establecer las leyes del movimiento hicieron falta muchas observaciones y las ideas de muchos hombres, pero el que culminó este trabajo aportando sus ideas y haciendo una síntesis genial fue Isaac Newton, científico inglés que vivió en los siglos XVII y XVIII. Las leyes que rigen cualquier movimiento son tres y se les conoce como las leyes de Newton; constituyen la base de lo que hoy conocemos como mecánica clásica o mecánica newtoniana.

### **Primera ley de Newton o ley de la inercia**

Para establecer y entender esta primera ley de la mecánica pensemos que las causas del movimiento son las fuerzas, es decir, para que un cuerpo empiece a moverse, se frene o se desvíe es necesario aplicarle fuerzas. ¿Y qué pasa si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza? ¿Podríamos concluir que entonces no habría movimiento? Esa es una posibilidad, pero las cosas van más allá. También es posible que, si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza, éste se mueva con velocidad constante y en línea recta, es decir que avance sin ser acelerado, ni frenado, ni desviado. Precisamente esto

es lo que establece la primera ley de Newton: **todo cuerpo tiende a conservar su estado de reposo o bien su estado de movimiento uniforme rectilíneo a no ser que sobre él actúe alguna fuerza.** Es decir, que si un cuerpo está en reposo, o moviéndose en línea recta y con velocidad constante, es porque sobre él no está actuando ninguna fuerza (o bien porque las fuerzas que actúan se anulan unas a otras: suman cero). De lo contrario, si ves un cuerpo que se acelera, frena o sigue una trayectoria que no es recta, puedes asegurar que sobre él está actuando una fuerza neta. Hacen falta fuerzas para cambiar el estado “natural” de un cuerpo, que es el de reposo o el de movimiento uniforme rectilíneo. Por esta razón a esta primera ley se le conoce también como ley de la inercia. La inercia es la tendencia de un cuerpo a seguir como está. Si vas en un camión y éste frena, tú tiendes a irte para adelante, a seguir el movimiento que llevabas; no hay una fuerza que te empuje hacia el frente, sino que el camión frenó y tú te seguiste. De la misma manera, cuando el camión acelera tú te vas hacia atrás, porque tu tendencia es seguir como estabas. También si el camión da vuelta a la derecha tu cuerpo se va hacia la izquierda; nadie te está empujando, es tu tendencia a seguir en línea recta la que provoca que te vayas hacia el lado izquierdo del camión. Si al lanzar un proyectil no hubiera fuerza de gravedad, seguiría en línea recta a la velocidad con que lo lanzaste; sin embargo, por la fuerza de gravedad, su trayectoria es una parábola, y termina cayendo al piso. Las naves espaciales que hemos logrado enviar lejos de la Tierra, por ejemplo las sondas *Viajero I* y *Viajero II*, que ya rebasaron la órbita de Plutón, no necesitan combustible para seguir avanzando a la velocidad de 60,000 km/h. Una vez impulsadas, la velocidad se mantiene, ya que en el espacio interplanetario no hay fricción que las detenga. Claro que estas sondas espaciales son aceleradas y desviadas cuando pasan cerca de objetos como Júpiter o Saturno. Es difícil imaginar un cuerpo sobre el que de verdad no actúen fuerzas, pero sí podemos pensar en cuerpos sobre los cuales las fuerzas que actúan se cancelan, sumando cero. De cualquier manera, la primera ley de Newton sirve para sentar las Bases de lo que pasa cuando no actúan fuerzas, y es el punto de partida para establecer las demás leyes del movimiento.

## **Segunda ley de Newton**

Ya vimos que, al haber fuerzas actuando sobre un cuerpo, éste va a empezar a moverse, se va a frenar, va a ir más rápido o bien se va a desviar. Pero, ¿cómo podríamos cuantificar esto para establecer una ley precisa que describa cuantitativamente lo que está sucediendo?

Newton se dio cuenta de que la clave estaba en la aceleración. Lo que produce una fuerza que actúa sobre un cuerpo es una aceleración, es decir un cambio en su velocidad. Si pensamos en la velocidad como lo que es, un vector, un cambio de velocidad puede significar ya sea que la rapidez aumentó o disminuyó, o que la velocidad cambió de dirección. En cualquier caso hubo cambio de velocidad, o sea aceleración. Por esta razón, decir que el efecto de una fuerza es una aceleración abarca todas las posibilidades que habíamos considerado.

Pero, ¿cuánta aceleración produce una fuerza dada? Pensemos, por ejemplo, en aplicar una misma fuerza a objetos diferentes. El resultado es diferente, es decir, unos se aceleran más que otros. Dale un empujón a un compañero chaparrito y flaquito y dale el mismo empujón a un gordo. Quizás el flaco salga volando mientras que a tu amigo el gordito apenas podrás moverlo.

La conclusión es que el efecto que una fuerza tiene sobre un cuerpo depende de su masa: a mayor masa menor aceleración, mientras que a menor masa mayor será la aceleración resultante. La segunda ley de Newton del movimiento dice así: la aceleración que experimenta un cuerpo es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa.

Esto puede expresarse matemáticamente así:

$$a = \frac{F}{m}$$

o bien, como es más conocida esta ley,

$$F = m.a$$

Esta ley hace explícita la relación causa-efecto que hay entre la fuerza y la aceleración. Si tenemos un cuerpo de masa conocida y sabemos qué fuerza neta actúa sobre él, la segunda ley de Newton nos permite saber con precisión cuál es la aceleración. También al revés, si conocemos la masa de un cuerpo y medimos su aceleración, podemos saber cuál fue la fuerza causante de ese movimiento.

Respecto a la masa, esta ley nos permite decir que es una medida de cuánto se resiste un cuerpo a ser acelerado. Además de que la masa es la cantidad de materia que contiene un cuerpo, podemos decir ahora, en términos de la mecánica, que la masa es la medida cuantitativa de la inercia, o sea que mientras mayor masa tiene un cuerpo, más inercia tiene, y se resiste más a ser acelerado, frenado o desviado.

### **Tercera ley de Newton o ley de acción y reacción**

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo son producidas, ya sea por contacto o a distancia, por otros cuerpos. La tercera ley de Newton nos habla de una relación mutua que hay entre dos cuerpos cuando uno de ellos ejerce una fuerza sobre el otro.

Si le pegas un puñetazo a una pared, es posible que logres descarapelarla, pero a ti te va a doler mucho la mano. Si estás en patines y empujas a un compañero, tú sales hacia atrás a consecuencia de tu propio empujón. De la misma manera, si estás parado sobre una balsa flotante y brincas hacia el agua, la balsa retrocede en dirección contraria a aquella en la que bríncaste

Estos son algunos ejemplos que nos ayudan a entender lo que dice la tercera ley de Newton: a toda fuerza de acción le corresponde una fuerza de reacción de igual magnitud y dirección, mas de sentido opuesto.

Es importante destacar que estas dos fuerzas, la acción y la reacción, actúan sobre diferentes cuerpos cada una; es decir que si yo empujo a Tomás, la acción actúa sobre Tomás, mientras que la reacción actúa sobre mí.

Si ves un caballo jalando una carreta, es evidente que el caballo ejerce una acción sobre la carreta, ya que ésta se está moviendo, pero también el caballo siente esa misma fuerza, aunque hacia atrás. Prueba de ello es que si le quitamos la carreta irá más rápido. Una forma de moverte si estás en patines frente a una pared es empujar la pared (acción); la pared ejercerá una fuerza sobre ti (reacción) que te hace retroceder. Algo similar ocurre cuando caminamos o cuando vamos en coche: con los pies o con las ruedas ejercemos una acción hacia atrás sobre el piso, el cual nos responde con una reacción hacia adelante que es la que nos impulsa.

Una de las aplicaciones más importantes de la tercera ley de Newton es la llamada propulsión a chorro. Para que entiendas el principio, imagínate que estás flotando en el

espacio vacío sin ningún objeto del cual agarrarte. La única forma que tienes para moverte es lanzar algún objeto lo más rápido que puedas, y tú saldrás hacia atrás por acción y reacción. Pues bien, tanto los aviones como las naves espaciales avanzan de esta manera, lanzando potentes chorros de aire o de gas hacia atrás. También las naves espaciales usan este principio cuando tienen que dar vuelta hacia algún lado. Recuerda que en el espacio no hay de dónde agarrarse como nosotros nos “agarramos” del suelo para hacer nuestros movimientos.

## **Fuerza**

Con base en lo anterior, podemos concluir que una fuerza es un agente, producido por uno o varios cuerpos externos, que actúa sobre un cuerpo y que puede ejercer sobre él diferentes efectos: acelerarlo, frenarlo, desviarlo o deformarlo. Las fuerzas se miden por su capacidad de acelerar cuerpos de acuerdo con la segunda ley de Newton ( $F = ma$ ). Por esta razón, la unidad para medir la fuerza en el Sistema Internacional de Unidades es el  $\text{kgm/s}^2$ , a la cual se le ha dado el nombre de newton, que se representa con el símbolo N.

Otras unidades de fuerza son la dina y el kilogramo fuerza, cuyas equivalencias son

$$1 \text{ newton} = 100,000 \text{ dinas} = 1/9,8 \text{ Kg fuerza}$$

La fuerza es una magnitud vectorial, por lo que para especificarla por completo es necesario decir la dirección y el sentido en el que actúa.

## **Diferencia entre masa y peso**

Aunque tendemos a confundirlos, la masa y el peso son dos conceptos que, si bien están muy relacionados, son diferentes. La masa puede definirse como la cantidad de materia que tiene un cuerpo, o bien como una medida de la resistencia de un cuerpo a ser acelerado, frenado o desviado de su trayectoria; es decir, es una medida de la inercia del cuerpo. El peso es la fuerza con la que la Tierra jala a un cuerpo hacia su centro.

La masa es una característica intrínseca del cuerpo mientras que el peso depende del lugar donde se encuentre. Por ejemplo, la masa de un cuerpo es la misma aquí que al

nivel del mar o en el polo norte, la Luna, Júpiter o el espacio interestelar, mientras que su peso no es el mismo en ninguno de estos lugares: en la Luna pesa como la sexta parte que en la Tierra, mientras que en el espacio interestelar no pesa prácticamente nada.

La masa de los cuerpos es una magnitud fundamental que se mide en kilogramos (kg). El peso es una magnitud derivada y es igual a la masa por la atracción que la fuerza de gravedad le comunica al cuerpo ( $mg$ ), por lo que el peso, en el sistema internacional, debe medirse en newtons.

En nuestra vida cotidiana estamos acostumbrados a medir el peso en kilogramos. En realidad se trata de kilogramos fuerza, una unidad de fuerza utilizada todavía por los ingenieros. Podemos seguir usándola siempre y cuando esto no nos haga confundir los conceptos de masa y peso, que, si no nos movemos de nuestro planeta, son *casi* lo mismo.

