

El extraño caso de las fuerzas que no existen.

Cualquiera que haya estudiado Física se habrá encontrado con la dificultad de lo que llamamos 'fuerzas ficticias'.

Cuando al enseñar física se empieza a explicar la mecánica de Newton, las tres famosas leyes de la dinámica y la naturaleza de las fuerzas, todo suele empezar bien. Las **fuerzas** son entidades abstractas (todo aquello capaz de cambiar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo), pero resultan lógicas, porque se experimentan a diario.

Los ejemplos son innumerables. Levantar una caja, que implica cambiar su estado de reposo para hacer que ascienda, supone realizar una fuerza, que conllevará un esfuerzo mayor mientras más **masa** tenga la caja. Cuando se recibe un empujón, la fuerza ejercida se nota de manera clara.

Tarde o temprano, en los temarios aparece el término '**fuerzas ficticias**' o '**fuerzas inerciales**', cuya definición es sencilla: fuerzas que 'aparecen' cuando se describe un movimiento desde un sistema de referencia no inercial (en esencia, uno que está sometido a aceleraciones). Es muy sencillo dar un ejemplo de uno de tales sistemas. Una persona que **viaja** en un automóvil tomará como sistema de referencia, de manera inconsciente, el propio automóvil, ya que está quieta con respecto a él. Sin embargo, el automóvil está sometido a aceleraciones todo el tiempo: cuando frena, acelera o toma una curva. Por eso, un automóvil en marcha es un sistema de referencia no inercial.

El concepto de fuerzas ficticias empieza siendo pintoresco, pero cuando el profesor de física asegura que la fuerza experimentada cuando un automóvil frena, que empuja hacia delante, o la que tira del tronco hacia los lados cuando se toma una curva, son ficticias, hay quien pierde la fe en lo que le están contando. **¿Cómo es posible que la fuerza que empuja hacia delante en un frenazo sea ficticia, si el cinturón de seguridad llega a hacerte daño al sujetarte? ¿Cómo puede ser ficticia la fuerza que quiere pegarme contra la puerta cuando el vehículo gira?**

La explicación es sencilla. Cuando un automóvil frena, **la fuerza que reduce la velocidad se ejerce sobre el coche**, no sobre las personas que van dentro. El pasajero tenderá a seguir avanzando a la misma velocidad que llevaba el vehículo antes de frenar. Como se describe la física desde el punto de vista del coche, la fuerza que este ha recibido solo tiene el efecto de reducir la **velocidad** del propio sistema de referencia. El pasajero siente que algo lo empuja hacia delante, pero eso no es una fuerza. Lo que sí es una fuerza es la que el cinturón de seguridad, que va unido al vehículo, ejerce sobre el pasajero para igualar su velocidad a la del coche.

Se puede entender si se describe ese mismo suceso desde un sistema de referencia que puede considerarse inercial, como el de un observador que está

quieto en el arcén. Cuando ese observador ve que el coche frena, advierte una fuerza que reduce la velocidad del coche. Sobre el pasajero no verá actuar fuerza alguna que lo empuje hacia delante. De hecho, si no existieran los cinturones de seguridad y el parabrisas, el pasajero saldría disparado del vehículo porque nada lo frenaría.

El mismo origen tiene la sensación de sentirse empujado hacia el exterior de una curva. Quien recibe la fuerza que lo hace girar es el coche. El pasajero tiende a seguir circulando en línea recta y debe ser el cinturón de seguridad u otro elemento el que ejerza una fuerza hacia el interior de la curva para que el pasajero gire con el coche.

Relacionadas con las rotaciones, existen dos fuerzas bien conocidas: **la centrífuga y la centrípeta**. Dado que las ecuaciones que dan su intensidad (módulo) son idénticas, suelen confundirse y, además, como la centrífuga es la que se siente cuando se viaja en un vehículo, es común olvidar la centrípeta que, con un matiz, sí es una fuerza real.

Como se comentó antes, para cambiar el movimiento de un cuerpo hay que aplicar una **aceleración**. A veces, no se quiere reducir el módulo de la velocidad (los km/h), sino cambiar la dirección del movimiento. Para ello, hay que ejercer una fuerza dirigida hacia el centro de giro (por ejemplo, para girar en una circunferencia, hacia el centro de la misma). La fuerza necesaria para mantener un cuerpo girando en tales condiciones es la fuerza centrípeta y es mayor mientras más grandes sean la masa y la velocidad y menor mientras más grande sea el radio de giro.

La fuerza centrífuga, la que cree experimentar el pasajero de un vehículo, tiene la misma intensidad, pero sentido opuesto. Y no existe. Un observador que contempla todo desde el arcén solo ve que una fuerza desvía el coche, pero ninguna que intenta sacar al pasajero del vehículo. Por eso, cuando se resuelve algún **problema de física**, el profesor no querrá verlo resuelto calculando la fuerza centrífuga.

El matiz que se mencionó sobre la fuerza centrípeta es que no es una fuerza que aparece cuando un cuerpo gira, sino la fuerza que es necesario imprimir a un cuerpo para que gire. Por tanto, algún elemento real debe ejercerla o el giro no será posible. Al tomar una curva sin peralte, será el rozamiento entre el neumático y el asfalto. En el caso de una honda o una bola atada a una cuerda, la fuerza centrípeta la suministrará la tensión del material de sujeción. Por tanto, se trata de una fuerza "teórica": alguien tiene que hacerla y si los elementos que deben suministrarla, no pueden generar la suficiente, el giro será imposible. En el caso de un automóvil, implicará la salida del vehículo de la carretera.

Por eso, tomar las curvas despacio, en particular si el firme está mojado o helado, es una de las lecciones que se deducen tras aprender un poco más de física.