

# Las Leyes de Newton

## INTRODUCCIÓN

Las **Leyes de Newton** son tres principios concernientes al movimiento de los cuerpos. La formulación matemática fue publicada por Isaac Newton en 1687, en su obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, aunque existe una versión previa en un fragmento manuscrito *De motu corporum in mediis regulariter cedentibus* de 1684<sup>1</sup>. Las leyes de Newton constituyen, junto con la transformación de Galileo, la base de la mecánica clásica. En el tercer volumen de los *Principia* Newton mostró que, combinando estas leyes con su Ley de la gravitación universal, se pueden deducir y explicar las Leyes de Kepler sobre el movimiento planetario.

Las leyes de Newton tal como comúnmente se exponen sólo valen para sistemas de referencia inerciales. En sistemas de referencia no-inerciales, junto con las fuerzas reales deben incluirse las llamadas fuerzas ficticias o fuerzas de inercia que añaden términos suplementarios capaces de explicar el movimiento de un sistema cerrado de partículas clásicas que interactúan entre sí.

Newton planteó que todos los movimientos se atienen a tres leyes principales formuladas en términos matemáticos y que implican conceptos que es necesario primero definir con rigor. Un concepto es la fuerza, causa del movimiento; otro es la masa, la medición de la cantidad de materia puesta en movimiento; los dos son denominados habitualmente por las letras  $F$  y  $m$ .

## PRIMERA LEY DE NEWTON

La primera ley de Newton, conocida también como Ley de inercia, 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 sabemos, 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.

En 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.

## SEGUNDA LEY DE NEWTON

La Segunda ley de Newton se encarga de cuantificar el concepto de fuerza. Nos dice 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:

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

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 m/s<sup>2</sup>**, o sea,

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

La expresión de la Segunda ley de Newton que hemos dado 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  $\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a}$ . Vamos a generalizar la Segunda ley de Newton para que incluya el caso de sistemas en los que pueda variar la masa.

### TERCERA LEY DE NEWTON

La *tercera 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 podemos 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 tenga el mismo valor y sentidos contrarios, no se anulan entre sí, puesto que actúan sobre cuerpos distintos.

### GLOSARIO

1. **Ley:** Regla y norma constante e invariable de las cosas, nacida de la causa primera o de las cualidades y condiciones de las mismas.
2. **Acción:** es una aserción sobre la naturaleza del movimiento por la cual la trayectoria de

un objeto sometido a fuerzas puede ser determinada.

3. **Inercia:** Tendencia de un cuerpo a permanecer en su mismo estado de movimiento ya sea de reposo o movimiento uniforme. Efecto que causa un agente sobre algo.
4. **Principio:** es aquello de donde, de alguna manera, una cosa procede en cuanto al ser, al acontecer o al conocer.
5. **Sentido:** Cada una de las dos orientaciones opuestas de una misma dirección
6. **Reacción:** Acción que resiste o se opone a otra acción, obrando en sentido contrario a ella.
7. **Movimiento:** es el resultado de todo tipo de cambio o variación.
8. **Constante:** esaquella magnitud cuyo valor no varía en el tiempo.
9. **Masa:** Medida de la cantidad total de materia en un objeto, determinada ya sea por su gravedad o por su tendencia a resistirse a la aceleración
10. **Velocidad:** Razón de cambio en la posición de un objeto. Se mide en metros/segundo.
11. **Conservación:** Cuando una cantidad se conserva, vale lo mismo antes que después de una reacción entre partículas.
12. **Lineal:** Dícese de la magnitud cuya variación puede ser representada por una línea recta.
13. **Sistema Internacional:** Sistema coherente y racionalizado de medidas, derivó desde el sistema MKS y, a su vez, éste del sistema métrico, y es de uso común en la física hoy.
14. **Aceleración:** El aumento en la velocidad cada segundo. Se mide en metros por segundo,  $m/s^2$
15. **Proporcional:** Magnitudes, o cantidades, directamente proporcionales, magnitudes que varían de tal manera que los números que las miden permanecen en una relación constante.
16. **Fuerza:** Cualquier acción que altera el estado de reposo de un cuerpo, o el estado de movimiento uniforme de un cuerpo. Se mide en Newtons (N).
17. **Sistema:** es un conjunto de elementos organizados que interactúan entre sí y con su ambiente, para lograr objetivos comunes, operando sobre información, sobre energía o materia u organismos para producir como salida información o energía o materia u organismos.
18. **Estado de Reposo:** Inmovilidad de un cuerpo respecto de un sistema de referencia.
19. **Relativo:** El que tiene una cantidad en comparación con otra.
20. **Dirección:** Línea sobre la que se mueve un punto, que puede ser recorrida en dos sentidos opuestos.

## BIOGRAFÍA

### ISAAC NEWTON

(4 de enero, 1643 NS – 31 de marzo, 1727)

Científico inglés, nacido en Woolsthorpe, Lincolnshire, autor de la teoría de la gravitación universal; sus investigaciones y la metodología científica empleada, constituyen la verdadera culminación de la llamada revolución científica. A los 18 años ingresó en el Trinity College, de Cambridge, y a los 26, en 1669, es nombrado profesor Lucasiano de matemáticas de esta misma universidad. En esta época ya había realizado investigaciones en matemáticas,

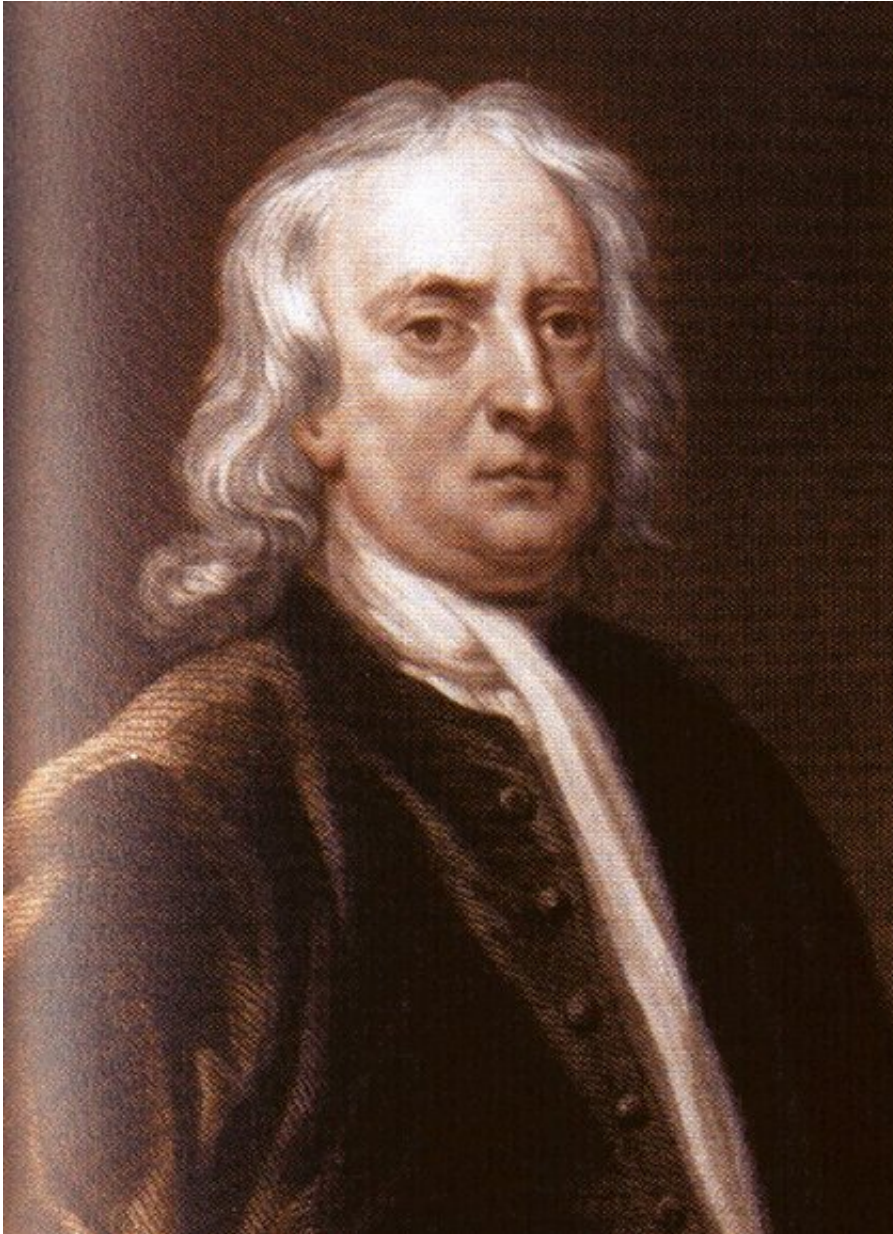
mecánica celeste y óptica. En 1672 es nombrado miembro de la Royal Society. En febrero de este mismo año, comunica en carta dirigida a Oldenburg, secretario de esta corporación, su teoría sobre la composición de la luz y de los colores y en 1675 envía a la Royal Society su Hipótesis sobre la luz. Esta Sociedad reconstruye con éxito el experimento de Newton en su propia sede, el 27 de abril de 1676. En 1693 sufrió una gran crisis psicológica, causante de largos periodos en los que permaneció aislado, durante los que no comía ni dormía. En esta época sufrió depresión y arranques de paranoia.

Entre sus hallazgos científicos se encuentran los siguientes: el descubrimiento de que el espectro de color que se observa cuando la luz blanca pasa por un prisma es inherente a esa luz, en lugar de provenir del prisma (como había sido postulado por Roger Bacon en el siglo XIII); su argumentación sobre la posibilidad de que la luz estuviera compuesta por partículas; su desarrollo de una ley de conducción térmica, que describe la tasa de enfriamiento de los objetos expuestos al aire; sus estudios sobre la velocidad del sonido en el aire; y su propuesta de una teoría sobre el origen de las estrellas.

Los últimos años de su vida se vieron ensombrecidos por la desgraciada controversia, de envergadura internacional, con Leibniz a propósito de la prioridad de la invención del nuevo análisis. Acusaciones mutuas de plagio, secretos disimulados en criptogramas, cartas anónimas, tratados inéditos, afirmaciones a menudo subjetivas de amigos y partidarios de los dos gigantes enfrentados, celos manifiestos y esfuerzos desplegados por los conciliadores para aproximar a los clanes adversos, sólo terminaron con la muerte de Leibniz en 1716.

## **ISAAC NEWTON**

(4 de enero, 1643 NS – 31 de marzo, 1727)



## CONCLUSIÓN

Las tres leyes del movimiento de Newton" se enuncian abajo en palabras modernas: como hemos visto todas necesitan un poco de explicación.

En ausencia de fuerzas, un objeto ("cuerpo") en descanso seguirá en descanso, y un cuerpo moviéndose a una velocidad constante en línea recta, lo continuará haciendo indefinidamente.

Cuando se aplica una fuerza a un objeto, se acelera. La aceleración es en dirección a la fuerza y proporcional a su intensidad y es inversamente proporcional a la masa que se mueve:  $a = k(F/m)$  donde  $k$  es algún número, dependiendo de las unidades en que se midan  $F$ ,  $m$  y  $a$ . Con unidades correctas (volveremos a ver esto),  $k = 1$  dando  $a = F/m$  ó en la forma en que se encuentra normalmente en los libros de texto  $F = m a$  De forma más precisa, deberíamos

escribir  $F = ma$  siendo  $F$  y  $a$  vectores en la misma dirección (indicados aquí en negrita, aunque esta convención no se sigue siempre en este sitio Web). No obstante, cuando se sobreentiende una dirección única, se puede usar la forma simple.

"La ley de la reacción" enunciada algunas veces como que "para cada acción existe una reacción igual y opuesta". En términos más explícitos:

"Las fuerzas son siempre producidas en pares, con direcciones opuestas y magnitudes iguales. Si el cuerpo nº 1 actúa con una fuerza  $F$  sobre el cuerpo nº 2, entonces el cuerpo nº 2 actúa sobre el cuerpo nº 1 con una fuerza de igual intensidad y dirección opuesta.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Coles Meter. Einstein y el nacimiento de la gran ciencia, Editorial: GEDISA, 2005
- HALLIDAY, David y RESNICK, Robert. Física. Parte 2. CECSA. México, 1974.
- EISBERG, Robert M. y LAWRENCE S. Lerner. Física: Fundamentos y Aplicaciones. Volumen II. México, 1990.
- SERWAY. Física. Tomo II. Editorial McGraw Hill. Tercera Edición. México, 1993.
- FIGUEROA, Douglas. Física. Sistema de Partículas. Unidad 3. Editorial Italgráfica. Caracas, 1995.
- RABBAT, José Alberto. Física. Introducción a la Mecánica. Fondo Editorial Interfundaciones. Caracas, 1990