



## SIR ISSAC NEWTON

### - ÍNDICE -

- Introducción
- Cronología
- Biografía
- El teorema del binomio
- El De analysis
- El método de las fluxiones
- El De quadratura curvarum
- Los Principia
- Leyes de Newton
  1. *Primera ley*
  2. *Segunda ley*
  3. *Tercera ley*
  4. *Ley de Gravitación Universal*
- Bibliografía

---

### Introducción

**Newton, Isaac (1642-1727)**, matemático y físico británico, considerado uno de los más grandes científicos de la historia, que hizo importantes aportaciones en muchos campos de la ciencia. Sus descubrimientos y teorías sirvieron de base a la mayor parte de los avances científicos desarrollados desde su época. Newton fue, uno

de los inventores de la rama de las matemáticas denominada cálculo. También resolvió cuestiones relativas a luz y la óptica, formuló las leyes del movimiento y dedujo a partir de ellas la ley de la gravitación universal.

---

## Cronología

1642

- Nacimiento en Woolsthorpe (Inglaterra), 25 de diciembre (4 de Enero de 1643 del nuevo calendario)

1661

- Era alumno de Trinity College.

1663

- Conoce a Barrow, su primer profesor lucasiano de matemáticas.

1664

- Aborda el teorema del binomio.

1665-1666

- Se retira con su familia a la granja familiar a causa de una epidemia de peste. Durante estos años descubre la ley del inverso del cuadrado, de la gravitación, desarrolla su cálculo de fluxiones, generaliza el teorema del binomio y pone de manifiesto la naturaleza física de los colores.

1667

- Reanuda sus estudios en Cambridge.

1667-1669

- Emprende investigaciones sobre óptica y es elegido *fellow* del Trinity College.

1669-1696

- Newton sucede a Barrow en su cátedra lucasiana de matemáticas.

1672

- Publica una obra sobre la luz con una exposición de su filosofía de las ciencias.

1673-1683

- Enseña álgebra y teoría de ecuaciones.

1679

- Verificó su ley de la gravitación universal.

1687

- Publica sus célebres *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

1689

- Es elegido miembro del Parlamento.

1696

- Abandona su cargo de profesor para aceptar la responsabilidad d Director de la Moneda.

1703

- Es elegido presidente de la Royal Society.

1705

- Es hecho caballero por la reina Ana.

1727

- Newton muere tras una larga y atroz enfermedad la noche del 20 de marzo.

---

## **Biografía**

Isaac Newton nació el día de Navidad del antiguo calendario en 1642 (correspondiente al 4 de Enero de 1643 del nuevo calendario), en Woolsthorpe (Inglaterra), era hijo póstumo de un terrateniente analfabeto. Nacido prematuramente, no se tenía esperanza de que sobreviviese. Isaac fue educado por su abuela. Su madre, mujer ahorrativa y diligente, se casó de nuevo cuando su hijo tenía más de tres años. Newton frecuentó la escuela y, siendo niño, manifestó un comportamiento normal, con un interés marcado por los juguetes mecánicos, construía relojes mecánicos y de sol.

El reverendo William Ayscough, tío de Newton, convenció a su madre de que lo enviara a Cambridge. En junio de 1661, a los dieciocho años, era alumno del Trinity College que tenía fama de ser una institución recomendable para aquellos que se destinaban a las órdenes, la cual le brindó hospitalidad, libertad y una atmósfera amistosa que le permitieron tomar contacto verdadero con el campo de la ciencia.

Al comienzo de su estancia en Cambridge, se interesó por la química. Durante su primer año de estudios llenó con libros su vida solitaria y leyó una obra de matemáticas sobre la geometría de Euclides. En 1663, Newton leyó la *Clavis mathematicae* de Oughtred, la *Geometría a Renato Des Cartes* de Van Schooten, la *Optica* de Kepler, la *Opera mathematicae* de Vieta y, en 1644, la *Aritmética* de Wallis que le serviría como introducción a sus investigaciones sobre las series infinitas, teorema del binomio, ciertas cuadraturas. A partir de 1663 Newton conoció a Barrow, su primer profesor lucasiano de matemáticas.

Desde finales de 1664, Newton parece dispuesto a contribuir al desarrollo de las matemáticas. Al acabar bachiller tuvo que volver a la granja familiar por la epidemia de la peste bubónica, allí tuvo mucho tiempo para pensar. Durante los años 1665-1666 descubre la ley del inverso del cuadrado, de la gravitación, desarrolló su cálculo de fluxiones, generaliza el teorema del binomio y pone de manifiesto la naturaleza física de los colores, pero Newton los guardaba en silencio y reanudó sus estudios en Cambridge en 1667.

De 1667 a 1669, emprende investigaciones sobre óptica y es elegido *fellow* del Trinity College. En 1669, Newton sucede a Barrow en la cátedra lucasiana de matemáticas hasta 1696. El mismo año envía a Collins, su *Analysis per aequationes numero terminorum infinitos*. En 1672 publicó una obra sobre la luz con una exposición de su filosofía de las ciencias, fue criticado por Robert Hooke (1638-1703) y Huygens, entre otros,

quienes sostenían ideas diferentes sobre la naturaleza de la luz. Newton mantuvo su palabra hasta 1687, año de la publicación de sus *Principia*, salvo quizá otra obra sobre la luz que apareció en 1675.

Desde 1673 hasta 1683, Newton enseñó álgebra y teoría de ecuaciones. Barrow y el astrónomo Edmond Halley (1656-1742) reconocían sus méritos y le estimulaban en sus trabajos. En 1679, verificó su ley de la gravitación universal, una explicación única y general de cómo la fuerza de la gravitación causa el movimiento de la Luna y los planetas.

Newton descubrió los principios de su cálculo diferencial e integral hacia 1665-1666, y durante el decenio siguiente elaboró tres enfoques diferentes de su nuevo análisis. Desde 1684, Halley le incita a publicar sus trabajos de mecánica, y gracias al sostén moral y económico de este último y de la Royal Society, publica en 1687 sus célebres *Philosophiae naturalis principia mathematica*.

En 1687, Newton defendió los derechos de la Universidad de Cambridge contra el impopular rey Jacobo II, como resultado de la eficacia que demostró, fue elegido miembro del Parlamento en 1689, en el momento en que el rey era destronado y obligado a exiliarse. Durante este tiempo prosiguió sus trabajos de química y se dedicó también al estudio de la hidrostática y de la hidrodinámica además de construir telescopios.

Después de haber sido profesor, Newton abandonó su puesto para aceptar la responsabilidad de Director de la Moneda en 1696. Los últimos treinta años de su vida, se consagró a los estudio religiosos. Fue elegido presidente de la Royal Society en 1703 y reelegido cada año hasta su muerte. En 1705 fue hecho caballero por la reina Ana, como recompensa a los servicios prestados a Inglaterra.

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, que se terminó con la muerte de Leibniz en 1716, pero cuyas malhadadas secuelas se harán sentir hasta fines del siglo XVIII.

Después de una larga y atroz enfermedad, Newton murió durante la noche del 20 de marzo de 1727, y fue enterrado en la abadía de Westminster en medio de los grandes hombres de Inglaterra.

---

## El teorema del binomio

El teorema del binomio, descubierto hacia 1664-1665, fue comunicado por primera vez en dos cartas dirigidas en 1676 a Henry. En la primera carta, en respuesta a una petición de Leibniz, Newton presenta el enunciado de su teorema y un ejemplo que lo ilustra. Leibniz responde que está en posesión de un método general que le permite obtener diferentes resultados sobre las cuadraturas, las series, etc., Newton le responde con una carta en la que explica en detalle cómo ha descubierto la serie binómica.

Aplicando los métodos de Wallis de interpolación y extrapolación a nuevos problemas, Newton utilizó los conceptos de exponentes generalizados mediante los cuales una expresión polinómica se transformaba en una serie infinita. Así pudo demostrar que un buen número de series ya existentes eran casos particulares, bien directamente, bien por diferenciación o integración.

El descubrimiento de la generalización de la serie binómica es un resultado importante, a partir de descubrimiento Newton tuvo la intuición de que se podía operar con series infinitas de la misma manera que con expresiones polinómicas finitas.

El teorema del binomio, lo publicó Wallis en 1685 en su Álgebra, atribuyendo a Newton este descubrimiento.

---

## El De analysi

El De analysi fue compuesto en 1669 y publicado en 1711.

Al comienzo de sus investigaciones sobre las propiedades de las líneas curvas, Newton se apoya en el método de las tangentes de Descartes, aunque también recurre a la regla de Hundt para la determinación de los extremos. Newton se dispone a simplificar la resolución de los problemas de tangentes, cuadratura y rectificación de curvas. El De analysi contiene los fundamentos de su método de las series infinitas que se manipulan mediante operaciones de extracción de raíces. Toma también de la física ciertos conceptos. En 1666 todavía no ha desarrollado completamente su notación de las fluxiones, pero en 1669, en el momento de la redacción de su De analysi, utiliza todavía la notación más o menos convencional y reserva para una publicación sus fluxiones como concepto operacional a nivel algorítmico.

Utiliza la relación de reciprocidad entre la diferenciación y la integración y aplica su método para obtener el área comprendida bajo diversas curvas y para resolver numerosos problemas que requieren sumaciones. Enuncia y utiliza también la regla moderna: la integral indefinida de una suma de funciones es la suma de las integrales de cada una de las funciones.

---

## El método de las fluxiones

Newton acaba, en 1671, su obra *Methodus fluxionum et serierum infinitarum*, comenzada en 1664. Newton tenía intención de publicarla, pero a causa de las críticas formuladas anteriormente con respecto a sus principios sobre la naturaleza de la luz, decidió no hacerlo. Publicada en 1736 y en versión en 1742.

Newton comenta la decisión de Mercator de aplicar al álgebra la <doctrina de las fracciones decimales>. Después habla del papel de las sucesiones infinitas en el nuevo análisis y de operaciones que se pueden efectuar con esas sucesiones.

La primera parte de la obra se refiere a la reducción de <términos complicados> mediante división y extracción de raíces con el fin de obtener sucesiones infinitas.

Newton introduce su nueva concepción de fluxiones y fluentes al abordar dos problemas; el primero consiste en encontrar la velocidad del movimiento en un tiempo dado, dada la longitud del espacio. El segundo problema es la inversa del primero.

Disponiendo de su método general, determina los máximos y mínimos de relaciones, las tangentes a curvas (parábola, conoide de Nicomedes, espirales, cuadrices), el radio de curvatura, los puntos de inflexión y el cambio de concavidad de las curvas, su área y longitud.

Newton incluye tablas de curvas clasificadas según diez órdenes y once formas, que comprenden la abcisa y la ordenada para cada una de las formas y el área de cada una de ellas (tabla de integrales). También incluye nuevas clases de ordenadas, una fórmula de aproximación, y el paralelogramo de Newton.

Cuando Newton aborda el problema de <trazar las tangentes de las curvas>, expone nueve maneras diferentes de hacerlo, teniendo en cuenta las <diferentes relaciones de las curvas con las líneas rectas>.

Newton expone en el artículo XX de su *Método* un procedimiento para la determinación aproximada de las raíces de una ecuación. Presentado como método para efectuar <la reducción de las ecuaciones afectadas>, para reducirlas a sucesión infinita.

---

## El De quadratura curvarum

La tercera concepción de Newton aparece en su *De quadratura curvarum*, escrita en 1676 y publicada en 1704, como apéndice a su *Opticks*. Newton se propone a fundamentar su cálculo sobre bases geométricas sólidas, por lo que hace hincapié en la concepción cinemática de las curvas.

Newton describe la distinción entre el uso de elementos dicontinuos y las nuevas consideraciones cinemáticas con referencia a las fluxiones.

La tercera concepción de Newton se presenta en forma operacional mediante el método de las <primeras y últimas razones>. Newton es consciente de las precauciones que hay que tomar para aplicar éste método, porque añade en su introducción:

*"Los menores errores en matemáticas no deben ser despreciados."*

Newton precisa sus concepciones, sin introducir sus notaciones, al comienzo de *los Principia* en lo que llama método de <las primeras y últimas razones>.

---

## Los Principia

La primera información publicada acerca de su cálculo diferencial e integral aparece indirectamente en sus famosos *Philosophiae naturalis principia mathematica, de 1687*. En esta obra se encuentran pasajes analíticos, en particular la sección primera del libro I, titulada: <El método de las primeras y últimas razones>

Entre todos los pasajes que explican su método de <las primeras y últimas razones>, éste parece ser el más claro:

*"Las razones últimas en las que las cantidades desaparecen no son realmente las razones de cantidades últimas, sino los límites hacia los cuales se aproximan constantemente las razones de cantidades, que decrecen sin límite, y hacia los cuales pueden aproximarse tanto como cualquier diferencia dada, pero sin sobrepasarlos o alcanzar antes de que las cantidades disminuyan indefinidamente."*

Explicación de Newton relativa a sus razones últimas.

En el prefacio de sus *Principia*, Newton ofrece la definición de conceptos de mecánica tales como inercia, momento y fuerza, y después enuncia las tres célebres leyes del movimiento que son generalizaciones de las concepciones de Galileo sobre el movimiento.

---

## Leves de Newton

Según relató Newton: *en aquellos días yo estaba en la flor de mi vida para la invención y pensaba en matemáticas y filosofía más que en cualquier otro tiempo desde entonces... Empecé a imaginar que la gravedad se extendía hasta la órbita de la Luna y ...a partir de la ley de Kepler sobre los tiempos periódicos de los planetas que están en proporción sesquiáltera de sus distancias del centro de sus órbitas, debe ser recíprocamente los cuadrados de sus distancias de los centros alrededor de los cuales giran, y por ende comparé la fuerza de la gravedad en la superficie de la Tierra, y hallé que concuerdan con bastante aproximación."*

Se dice que Newton recordaba, cerca del final de su vida, haber tenido esta inspiración cuando vio caer una manzana del árbol que estaba frente a la casa de su madre.

La historia puede ser verdadera -el escritorio que había en la habitación de Newton daba a un manzanal, y hasta Newton ocasionalmente puede haber suspendido su trabajo por mirar por la ventana- y sirve, en todo caso, para rastrear cómo llegó a una descripción cuantitativa de la gravitación que unificaba la física de los cielos con la física de la Tierra.

**LEY 1:** Todo objeto es descrito por su masa, y la masa posee inercia, la tendencia a resistirse a todo a cambio en su estado de movimiento.

*"Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o de movimiento uniforme en línea recta, a menos que sea obligado a cambiar de ese estado."*

**LEY 2:** Cuando un objeto inmóvil es puesto en movimiento o un objeto en movimiento cambia de velocidad de dirección del movimiento, Newton infiere que de ellos es responsable una *fuerza*. Tal cambio puede ser expresado como una *aceleración* (tasa de cambio de la velocidad con el tiempo)

*"La fuerza es igual a la masa por la aceleración."*

**LEY 3:** El precio que se paga por la aplicación de la fuerza es que la acción que se produce debe también provocar una reacción igual y opuesta.

*"A toda acción se le opone siempre una reacción igual y en sentido contrario."*

**LEY GRAVITACIÓN:** Newton podría solamente concluir, a partir del razonamiento de las tres leyes anteriores, que la fuerza gravitatoria entre dos cuerpos del universo se correspondía con la siguiente ley:

*"La fuerza gravitatoria entre dos cuerpos del universo es directamente proporcional al producto de las masas de dichos cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre los cuerpos."*

$$f = (G * m1 * m2) / d^2$$

donde *f* representa la fuerza gravitatoria, *m1* y *m2* las masas de los dos cuerpos implicados, *d* la distancia entre ellos y *G* la constante gravitatoria.

El **libro I**, titulado: *El movimiento de los cuerpos*, trata abundantemente de mecánica y comprende también un estudio y una descripción orgánica de las cónicas.

El **libro II**, está consagrado al movimiento de los cuerpos en medios que ofrecen una resistencia como el aire y los líquidos. Es la verdadera introducción a la ciencia del movimiento de los fluidos. Se puede encontrar en él: un estudio de la forma de los cuerpos para ofrecer menos resistencia, una sección sobre la teoría de las ondas, una fórmula para la velocidad del sonido en el aire y un estudio de la ondas en el agua.

El **libro III**, titulado *Sobre el sistema del mundo*, contiene las aplicaciones al sistema solar de la teoría general desarrollada en el libro I. Newton demostró cómo calcular la masa del Sol en términos de la masa de la Tierra y de otros planetas con satélite. Calculó la masa volúmica media de la Tierra y demostró que tenía la forma de un esferoide aplanado, y que, la no era constante en su superficie. Hizo un estudio de la precesión de los equinoccios y las mareas, explicó que la Luna era la causante principal de este fenómeno aunque también el Sol ejercía una influencia y dedicó un estudio al movimiento de la Luna, para mejorar la determinación de las longitudes.

---

## Bibliografía

**Encarta 2001**

**<http://thales.cica.es/rd/Recursos/rd97/Biografias/03-1-b-newton.html>**

**<http://www.terra.es/personal2/efr1966/inewton.htm>**

---

**Realizado por Patricia Esquiva Antolino**

---