

Introducción

Defender que Newton es la mente más privilegiada que hasta ahora ha producido la humanidad podría dar lugar a una discusión bastante interesante: Shakespeare hacía uso del lenguaje mejor que nadie, Napoleón explotaba la personalidad mejor que nadie, y nadie ha sido capaz de llevar el entendimiento humano hasta los extremos que lo hizo Newton.

Su trabajo representa un avance evolutivo en nuestra forma de pensar, un gigantesco paso para la humanidad. Mucho antes de que pusiéramos un pie en la Luna (o de que siquiera considerásemos tal posibilidad), la matemática de Newton sentó las bases para que tal hazaña pudiese ser realizada. Antes de Newton, la Luna formaba parte del firmamento, y se regía y estaba sometida a sus propias (y desconocidas) leyes celestes; después de Newton, pasó a ser un satélite de la Tierra que la fuerza gravitatoria del planeta mantenía en órbita. La humanidad tuvo un primer atisbo del funcionamiento de todo el universo.

Pero la teorización de las leyes de la gravedad universal sólo fue el más grande de los inmensos e importantes descubrimientos que hizo Newton. El concepto de fuerza, el cálculo diferencial, la naturaleza de la luz, los fundamentos de la mecánica, las series de binomios, el método Newton de análisis numérico —la lista es casi interminable. Newton ha dado nombre a más unidades y entidades científicas y matemáticas que cualquier otro científico. El newton (el SI, o la unidad de fuerza, como se ha acordado internacionalmente), fluido newtoniano, fórmula de Newton (para lentes), anillos de Newton (en óptica), el cociente de Newton (en diferenciación) y otros muchos, cada uno de ellos resultado directo de su trabajo.

Aún así, todo esto fue posible únicamente porque Newton vivió en el momento histórico apropiado. Así como Dante sólo pudo haber escrito su *Divina Comedia* en el contexto de la estricta y todopoderosa jerarquía de la Edad Media, Newton sólo pudo llevar a cabo todos sus descubrimientos una vez que Copérnico y Galileo hubiesen liberado la mentalidad científica de esas mismas rigideces. Como Newton mismo confesó: «Si he visto un poco más allá que otros es porque estaba encaramado a hombros de gigantes».

Habían caído las cadenas de la represión medieval, y la puerta del conocimiento humano se abría a un nuevo mundo. En opinión de Newton, su logro había sido insignificante: «Me veo tan sólo como un niño jugando en la orilla del mar que encuentra de vez en cuando una piedrecita más suave o una concha más bonita de lo normal, al tiempo que el grandioso océano de la verdad se extiende ante mí, todavía por descubrir». La modestia aquí exhibida queda mermada en contraste con su visión oceánica, que sólo él estaba en condiciones de ver. Implicación ésta que bien podía ser intencionada ya que Newton no era lo que se dice modesto por naturaleza.

Así pues, ¿cómo era este hombre, el poseedor del más grandioso intelecto de la historia? En general, para sus contemporáneos era más o menos lo que Einstein para nosotros en el siglo XX: un excéntrico aburrido, perteneciente a una rara especie en vías de extinción; el distraído genio de altura moral incuestionable: una figura distante pero en el fondo adorable, investida de inconmensurable gravedad por el aplastante peso de sus logros. En su época, Newton fue el solitario erudito al que sus pares eligieron Miembro del Parlamento en representación de la Universidad de Cambridge; fue el venerado presidente de la Royal Society, reelegido sin oposición año tras año; y el director de la Royal Mint (Real Fábrica de Moneda), temido y odiado por los falsificadores de los suburbios londinenses. Como sucede muy a menudo, fue el pueblo llano el que reconoció al hombre por lo que era. Porque bajo esa austera fachada pública se escondía una personalidad perturbada y vengativa, que encubría sus propios secretos ilícitos.

Vida y obra

Isaac Newton nació el día de Navidad de 1642, en una casa solariega de la aldea de Woolsthorpe, en Lincolnshire. Casualmente, su gran predecesor científico, Galileo, había fallecido unos meses antes.

En el árbol genealógico de Newton no hay rastro de antecesores excepcionales. Su padre, que también se llamó Isaac Newton, era un boyante pequeño terrateniente incapaz de escribir su propio nombre. Según su familia, se trataba de «un hombre débil, violento y extravagante» que murió tres meses antes de que naciera su hijo. Su madre era hija de un gentilhomme local sin un duro, y en general era considerada como una mujer ahorradora, acostumbrada al trabajo duro.

Isaac nació prematuramente, y era «tan pequeñito que cabía en un cacillo de litro». Nadie pensaba que fuese a sobrevivir más de un día. (El caso es que disfrutó de una salud excepcional, y vivió hasta los 84 años.) No habiendo conocido nunca a su padre, el joven Newton iba a «perder» a su madre cuando sólo tenía 18 meses. En 1644, Hannah Newton se casó con Barrabas Smith, de 63 años, un adinerado pastor protestante de la localidad, y se fue a vivir al pueblo de North Witham. El pequeño Isaac se quedó al cuidado de su abuela.

Newton no se recuperó jamás de este traumático suceso, y sus efectos imprimieron una huella indeleble en su carácter. Su vida adulta se vería marcada por incontrolables accesos de rabia, venganzas paranoides y ocasionales periodos de inestabilidad mental. Amaba a su madre, pero ésta le había abandonado. No se decidía a odiarla, pero que el cielo ayudase a cualquiera que le proporcionase un blanco sobre el que descargar legítimamente toda la furia que reprimía en su interior.

De hecho, North Witham sólo estaba a un par de millas valle arriba. El joven Isaac podía incluso vislumbrar la torre de la iglesia más allá de los campos desde la colina que se elevaba junto a su casa. Pero en la práctica había un mundo de distancia. Su verdadero padre estaba «en el cielo», y su madre había sido desterrada a los límites del mundo de su infancia. Durante su vida adulta, Newton se dedicaría en cuerpo y alma a cavilar larga y profundamente acerca de los cuerpos celestes y la naturaleza

de la atracción que experimentaban unos hacia otros. No es nada sorprendente que los psicólogos piensen que esto es algo más que pura coincidencia.

Según el testimonio de uno de sus contemporáneos, Newton se convirtió en «un muchacho sobrio, silencioso y pensativo». Pero también era víctima de estallidos ocasionales y de auténticas rabietas. En el transcurso de una de estas rabietas Newton recordaría posteriormente «haber amenazado a su madre y a su padrastro con quemarlos y quemar su casa sobre ellos». Así que, al parecer, su madre no siempre se libraba de su ira (y además la piromanía, aunque sólo sea un pensamiento, rara vez denota absoluta normalidad).

Sin embargo, no era la mente de Newton lo único exaltado por aquel entonces: en el año en el que nació, las acciones de Carlos I, y su creencia en el «derecho divino de los reyes», llevó finalmente a los parlamentarios a desafiar su reinado. La guerra civil resultante azotó Inglaterra durante los seis primeros años de la vida de Newton, y finalizó con la victoria de los parlamentarios y la ejecución de Carlos I en 1649. Durante la guerra civil hubo algunos episodios esporádicos de enfrentamientos y quema de casas en Lincolnshire. Los Newton y otras familias de pequeños propietarios de la localidad se sentían inclinados a apoyar al rey, pero no hasta el punto de tomar las armas.

La victoria parlamentaria —la primera revolución llevada a cabo con éxito en Europa— fue testigo del establecimiento de la «Commonwealth of Nations» (o Comunidad de Naciones), y los posteriores excesos revolucionarios de rigor: se reforzó el puritanismo represivo, todos los bailes y muestras de alegría popular fueron prohibidos, e incluso la Navidad dejó de ser una fiesta en la que se comían dulces para convertirse en un día de oración. Sin embargo, tampoco en este sentido se vieron demasiado afectadas las familias granjeras de Lincolnshire. Llevaban ya mucho tiempo viviendo inmersas en el temor de Dios, leían la Biblia con especial atención y les escandalizaba todo lo relacionado con el sexo. El joven Isaac creció en un hogar de tradición puritana, por lo que adoptó sus costumbres con toda naturalidad.

Aprendió a consultar la Biblia para descubrir los deseos de Dios padre, un hábito que conservaría durante toda su vida.

Pero Dios padre no era sólo el Dios del cielo, sino también su padre celestial. En el siempre fértil campo de los estudios psicológicos sobre Newton, la mayoría coinciden en señalar que Newton se dejaba guiar por una imperiosa necesidad inconsciente de conocer a su padre. Había aprendido de su fe que Dios padre había creado el universo, dejando algunas claves referentes a Su naturaleza e intenciones últimas. Durante toda su vida, Newton no cesó en su obsesiva búsqueda de estas claves en dos campos que venían al caso. Se consagraría por igual al estudio bíblico y religioso y a la búsqueda de la verdad científica. Hasta el final de sus días, Newton estuvo convencido de que era su trabajo religioso el que estaba destinado a perdurar. Por una vez, los hechos alcanzan las mismas cotas de disparate que la psicología.

Cuando Newton tenía 10 años, el reverendo Barnabas Smith murió, y la madre de Isaac volvió a su casa convertida en una mujer relativamente rica. Las plegarias de Newton habían sido escuchadas. A estos hechos siguieron dos años de extraña felicidad, templada por la realidad llena de sentido común de su madre y la presencia adicional de un hermanastro y dos hermanastras. Pero Isaac era el mayor, y al parecer Hannah dependía de él hasta cierto punto. Antes incluso de alcanzar la pubertad, Isaac era «el hombre de la familia» a los ojos de su madre. La elemental confianza en sí mismo engendrada por este precoz reconocimiento materno no habría de abandonarle jamás en sus cruzadas intelectuales, incluso en los momentos en que se hallaba sitiado por enloquecedoras ansiedades.

Cuando tenía 12 años, Newton comenzó a asistir a la escuela de gramática de Grantham, que se encontraba a diez millas de distancia. Se alojaba en casa de Mr Clark, el boticario, en High Street, al lado del George Inn. En la escuela, sus estudios consistieron casi exclusivamente en latín y griego. Las matemáticas apenas tenían presencia en el programa educativo de la época, que seguía siendo básicamente medieval. Aquel niño sensible y calmado no sentía el menor atisbo de interés por tales estudios, y fue a parar a los últimos puestos de la clase.

Según su propia opinión, Newton permaneció intelectualmente aletargado hasta el día en que el matón de la escuela le golpeó en el estómago.

Newton le desafió a una pelea en el patio de la iglesia. En palabras de Conduitt, su primer biógrafo, que transcribió los recuerdos del mismo Newton: «Isaac no era tan

fuerte como su antagonista [pero] poseía un carácter y una resolución tan superiores que le vapuleó hasta que el otro declaró que no quería pelear más». Newton había encontrado un blanco legítimo sobre el que descargar la increíble ira que se reprimía en su interior. Pero una vez que esto se desató fue imposible volver a controlarlo, y ya no hubo forma de pararle los pies. Darle una paliza a un oponente físicamente superior no era suficiente. Tras su victoria «Isaac le cogió por las orejas, le obligó a acercar la cara al muro lateral de la iglesia y le restregó la nariz contra la pared». Pero ni siquiera tamaña humillación física bastó. Newton tenía que vencer a su oponente en todos los campos posibles. Sintió la necesidad de superar a su oponente intelectualmente, comenzó a esforzarse en clase, y no tardó en demostrar su superioridad intelectual.

Es así como lo recuerda Newton, y no hay duda de que sucedió algo muy parecido. Semejantes estallidos de rabia y rencor serían una constante durante toda su vida: este arrebató no hizo más que sentar las bases de los siguientes.

Una vez que las facultades intelectuales de Newton hicieron su aparición, ya no hubo quien le parase. Ver al adolescente tontarrón emerger de su crisálida y desplegar las alas de la genialidad debió de ser todo un espectáculo para los habitantes de Grantham. Y, por supuesto, todo el mundo lo recuerda. Mediante percepción retrospectiva, claro. Según los recuerdos recogidos tras la muerte del magnífico Sir Isaac Newton, Presidente de la Royal Society, Director de la Royal Mint (Real Fábrica de Moneda), etc., el joven Isaac mostraba todos los signos característicos del genio supremo y desconcertaba a las gentes del lugar con maquetas de molinos de viento de intrincada construcción, relojes de agua hechos a mano, cometas explosivas, un molinillo para moler maíz accionado por ratones, una linterna de papel plegado, su habilidad para precisar la hora que era valiéndose únicamente de la sombra, e incluso un cuaderno abarrotado de los usuales diagramas ininteligibles. Afortunadamente, este cuaderno se encuentra en la actualidad en la Biblioteca Pierpont Morgan, en Nueva York; una inscripción en su interior aclara que fue comprado originalmente por Newton en 1659 por dos peniques y medio antiguos. Su contenido confirma los aparentemente fantasiosos recuerdos de la gente de Grantham, con páginas que contienen diagramas del sistema solar de Copérnico, detalles sobre la manera de hacer un reloj de sol o

construir una maqueta de un molino de viento, y predicciones astrológicas de eclipses. Dos cosas son obvias: los intereses intelectuales de Newton habían superado con creces los límites de su educación escolar y estaba principalmente interesado por la ciencia, y por el mecanismo de las cosas.

Todo parece indicar que se trataba de un principiante precoz y brillante y, en gran medida, autodidacta. Un caso inusual, pero no único. Debió de haber existido una veintena o más de prodigios similares por aquellas tierras. Como la gran mayoría de los otros, Newton parecía destinado a una vida provinciana de mediocridad excéntrica. En el mismo año en el que compró su cuaderno barato, su madre lo llamó a casa para que se hiciese cargo de la granja. Sólo tenía 17 años. Pero esta vez no todo era miel sobre hojuelas en su casa. La mente de Newton ardía ahora con algo más absorbente que meras fantasías pirómanas (si bien la idea podía parecer igual de desequilibrada). Las explicaciones psicológicas de la obsesión abrasadora de Newton son numerosas: desde la necesidad de descubrir las claves del padre, hasta una necesidad demente de fugarse a un mundo ordenado, libre de ansiedad física. Esta multiplicidad de explicaciones compleja y a menudo contradictoria es bastante útil, aunque sólo sea como recordatorio de la naturaleza compleja y a menudo contradictoria de la entidad única que trata de describir: la mente de Newton. Hay algo que es indiscutiblemente cierto: este interés avasallador por la ciencia hizo presa en la mente adolescente de Newton igual que una adicción, y su fuerza se mantendría, prácticamente sin cesar, durante 37 años. Como granjero, el Newton de 17 años era más que inútil. Si se le ponía a cuidar ovejas, se acomodaba a la sombra de un árbol con un libro. Cuando acudía al mercado de Grantham, dejaba al peón a cargo de la venta de la producción y del ganado mientras él corría a casa de su antiguo anfitrión, Mr Clark, a por unos cuantos libros más (uno de los parientes de Mr Clark había dejado su colección en el desván). Las ovejas se desperdigaban por las colinas, los cerdos tomaban al asalto los sembrados de maíz del vecino, y las vallas que delimitaban la granja se deterioraban hasta caer en la ilegalidad. Como consecuencia de esto, Newton fue llevado a los tribunales y se le impuso una multa de cuatro chelines y cuatro peniques (es decir, el valor de un buen par de zapatos). El primer título oficial de Newton fueron unos antecedentes penales.

Su madre no sabía qué hacer, y la situación doméstica era tensa. En una «lista de pecados» que Newton redactó unos años más tarde, este periodo incluye «malhumor con mi madre», «enfado con los sirvientes», «rehusar ir a la calle cuando mi madre me lo había ordenado» y «pegarle un puñetazo a mi hermana». Como muchos adolescentes, sabía lo que no quería hacer, pero, al contrario que la mayoría de ellos, tenía una idea precisa de lo que quería hacer. Newton continuó leyendo ávidamente, haciendo maquetas, llevando a cabo experimentos científicos, calculando y bosquejando diagramas en su cuaderno.

Afortunadamente, dos personas habían vislumbrado el excepcional talento de Newton. Una de ellas era John Stokes, su maestro de escuela de Grantham; la otra era su tío materno, William Ayscough, párroco de la cercana aldea de Burton Coggles, que se había graduado en el Trinity College, en Cambridge. Entre los dos consiguieron persuadir a la madre de Newton de que lo enviase de nuevo a la escuela de Grantham, donde Stokes podría prepararle para ingresar en el Trinity College de Cambridge.

Newton se fue otra vez a vivir con Mr Clark el boticario, donde continuó devorando la colección de libros y comenzó además a decorar su habitación con todo tipo de dibujos. Según la hijastra de Mr Clark, en este periodo estuvo además ligado a ella sentimentalmente. Ella era varios años más joven que él, y da la impresión de que el idilio fue producto, casi por completo, de la imaginación de la chica. Ésta es la única ocasión en la vida de Newton en la que su nombre se ve relacionado románticamente con una mujer.

Newton partió hacia Cambridge en junio de 1661, donde ingresó en el Trinity College. Según un historiador contemporáneo, en aquella época el Trinity College era «la facultad más impresionante y uniforme de la cristiandad». Su valor académico empezaba a igualar a su apariencia, a pesar de que seguía considerándose que Cambridge se hallaba retrasada en comparación con las grandes universidades de Europa, tales como la Sorbona o la Universidad de Milán. Inglaterra no sólo había sufrido una revolución política, sino que además se hallaba en medio de otra intelectual que todavía no había llegado ser superada en Europa (en muchos sitios ni siquiera había sido reconocida). Todo esto culminaría en la obra de Newton, sin olvidar a luminarias de menor categoría tales como Harvey (cuyo

descubrimiento de la circulación de la sangre supuso el nacimiento de la medicina moderna), Halley (el gran astrónomo, cuyo nombre lleva el cometa), Hobbes (considerado como el teórico político más perspicaz de su época), Locke (cuyo Empirismo cambió el curso de la Filosofía, y cuyas ideas sociales constituirían la base de la Constitución de los Estados Unidos), y Boyle (el químico pionero).

Cuando llegó a Cambridge, Newton tenía 18 años, es decir, era dos años mayor que el estudiante medio. También era mucho más pobre que el estudiante medio, y fue admitido en calidad de becario, lo que suponía, más o menos, que hiciese las veces de mayordomo de su tutor. Afortunadamente, su tutor no se dignaba residir allí más de cinco semanas al año, así que Newton podía disponer de casi todo su tiempo.

En aquellos tiempos no había demasiadas distracciones en Cambridge. Según un viajero alemán que estuvo allí de visita, aparte de la Universidad en sí misma, Cambridge «no era mucho más que una aldea... uno de los sitios más tristes del mundo». Las tabernas de la aldea estaban llenas de rameras medio bebidas y de jóvenes aldeanos juerguistas (éstos eran compañeros de estudio de Newton, de los cuales menos de un tercio se molestaba en licenciarse). Un año antes de la llegada de Newton a Cambridge, Carlos II había subido al trono. Tras los excesos puritanos de la Commonwealth, los excesos, algo más terrenales, de la era de la Restauración ganaban terreno con rapidez. Sin embargo, el puritanismo de Newton no dependía en absoluto del clima político. Entre sesiones maratónicas de estudio, que con frecuencia se extendían hasta la madrugada, a Newton le daba por sentarse en sus habitaciones a hacer listas de sus pecados, entre las que nunca incluyó ni juergas ni rameras.

A pesar de la cada vez más evidente revolución intelectual que estaba teniendo lugar en Inglaterra, la mayor parte de la educación que se impartía en las universidades inglesas estaba firmemente anclada en el aristotelismo característico de la era medieval. La Tierra seguía fija en el centro del universo, que estaba formado por tierra, aire, fuego y agua. Estos «elementos» se reflejaban en nuestros cuatro «humores»: sangre, flema, bilis amarilla y bilis negra, cuyo «equilibrio» gobernaba nuestra salud. Y así sucesivamente... Un mundo de inexpugnable coherencia, cuya insuficiencia se iba haciendo poco a poco evidente.

Las primeras grietas importantes del edificio aristotélico habían comenzado a aparecer en Europa a principios del siglo XVII. El sacerdote polaco Copérnico había sugerido un sistema solar heliocéntrico. Esto había llevado al astrónomo alemán Kepler, que trabajaba en Praga, a proponer unas leyes sobre el movimiento de los planetas alrededor del Sol, lo cual a su vez impulsó al físico italiano Galileo a desarrollar una nueva mecánica basándose en esto (antes de que la Iglesia católica le obligase a cambiar de opinión). Entretanto, la filosofía de la duda de Descartes había demostrado que el aristotelismo, sobre el que se basaba la educación científica impartida por la Iglesia, carecía de justificación analítica o perceptiva. Tales fueron los pioneros que propiciaron la revolución intelectual inglesa, y el estudiante Newton pronto se vería profundamente influenciado por sus descubrimientos.

Es igualmente importante el hecho de que Newton comenzase a instruirse en las nuevas matemáticas que servían de base a estos descubrimientos, y sobre las que a su vez debería basarse todo nuevo descubrimiento. En el siglo anterior, los avances en materia de astronomía y navegación habían evidenciado la necesidad de nuevos y más refinados métodos de cálculo y precisión. El resultado fue que las matemáticas emprendieron una revolución equiparable a los nuevos descubrimientos científicos. De entre las neblinas medievales comenzaban a surgir los rasgos principales de una estructura cada vez más precisa. En 1585, el funcionario flamenco Stevin propuso el sistema decimal para medir cantidades inferiores a la unidad; y en los primeros años del siglo XVII el barón escocés Napier inventó los logaritmos. Esta revolución matemática floreció en Francia más que en ninguna otra parte: fue en este país en el que tres de los más grandes matemáticos de todos los tiempos —Descartes, Fermat y Pascal— desarrollaron al máximo sus respectivas capacidades a mediados del siglo XVII.

Hasta que se graduó, Newton estudió y asimiló las lecciones de Descartes (no se sabe, sin embargo, a ciencia cierta hasta qué punto conoció a Pascal o a Fermat). Descartes había inventado las coordenadas cartesianas, que tomaban su nombre de él: los tres ejes que permitían situar con precisión cualquier punto geométrico (o línea recta, o curva, o figura) en el espacio. Se incluyó asimismo el álgebra en la geometría, liberándola de la particularidad de la aritmética, y así nació la geometría

analítica; ya podía representarse una curva por medio de una ecuación, tal y como se muestra en la figura de dos ejes siguiente:

Aún más significativo es el hecho de que las matemáticas de Descartes (así como su filosofía) veían al mundo como un enorme e intrincado mecanismo. Hasta entonces, el aristotelismo había contemplado el mundo en términos de calidad (tierra, aire, etc.), mientras que a partir de este momento empezó a observarse en términos de cantidad, cantidades éstas susceptibles de ser medidas.

Newton empezó a anotar cosas en un cuaderno, que tituló «Algunas preguntas filosóficas», y que llevaba el siguiente encabezamiento: «La verdad es mi mejor amiga». En él podemos confirmar que había asimilado la proposición de Descartes que decía que toda realidad está formada por partículas de materia en movimiento, y que cualquier fenómeno natural surge de la interacción de estas partículas. El científico-filósofo francés Gassendi revivió la antigua noción griega de que estas partículas últimas eran átomos discretos indestructibles. Los cuadernos de Newton demuestran que también estaba al corriente de la evolución paralela de los experimentos del químico anglo-irlandés Boyle, que comenzaban a sugerir la existencia de elementos químicos básicos.

Los descubrimientos de Boyle sentaron las bases para los trabajos futuros de Newton en el campo de la química, si bien se debe aclarar que el interés de Newton por esta ciencia no era excesivamente preclaro. En el siglo XVII la Química acababa de comenzar a diferenciarse del galimatías que era la alquimia. Para satisfacer su interés por la química, Newton comenzó a leer por añadidura trabajos de alquimia, magia y tradición hermética. Estos libros pretendían dar una explicación a los fenómenos naturales en términos de jerga metafísica.

Sería bonito pensar que Newton leía todo esto únicamente para distraerse, a la vista del rigor extremo con que buscaba la exactitud en sus estudios matemáticos y científicos. Pero nada de eso. Newton se tomaba muy en serio sus estudios de alquimia, los cuales sólo eran equiparables a su estudio obsesivo de la Biblia. Es posible que aquí también estuviese buscando pistas acerca de la identidad del padre.

Estas dos maneras de contemplar el mundo —la física y la metafísica— podrían parecerse a nosotros, simples mortales, mutuamente excluyentes. Pero para Newton no lo eran. Lo que es más, las contradicciones existentes entre estos dos mundos parece ser que de alguna forma actuaron como estimulante de sus procesos mentales.

Sin embargo, no todos los descubrimientos de Newton eran bagatelas. Cuando llevaba tres años estudiando en Cambridge ya había hecho algunos descubrimientos matemáticos importantes. Había desarrollado el teorema del binomio para exponente fraccionario. Este teorema comprende la fórmula del desarrollo de la expresión binomial, es decir, una fórmula que contenga la suma de dos variables, tal como $(x+y)$, elevada a una potencia determinada n , lo cual se expresa

$$(x + y)^n$$

Esto puede verse con un ejemplo muy simple:

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

Pero cuando n (el exponente) no es un número entero, el desarrollo se convierte en una serie infinita. He aquí un ejemplo con una variable simple:

$$(1 + x)^{1/2} = 1 + 1/(2x) - 1/(8x^2) + 1/(16x^3) + \dots$$

y así hasta el infinito.

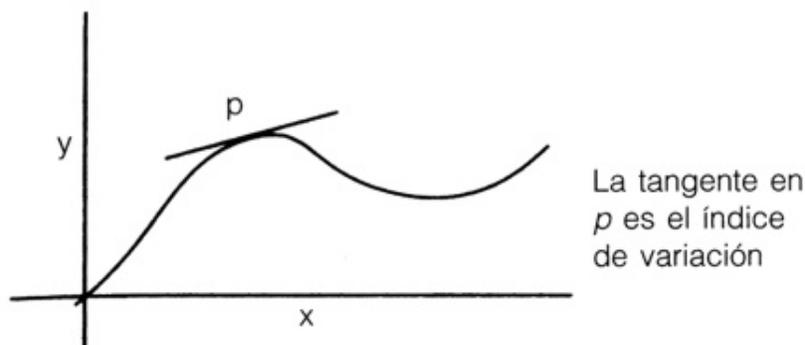
Newton elaboró una regla general para estos desarrollos. Como veremos más tarde, estos trabajos con series infinitas serían el primer paso de Newton hacia uno de los descubrimientos matemáticos más grandes de todos los tiempos: el cálculo diferencial.

Newton obtuvo su BA (Bachelor of Arts, o licenciatura) en junio de 1665. El profesor Barrow, su examinador, se formó «una opinión indiferente» de sus habilidades: Newton ni siquiera había estudiado a Euclides a conciencia. De hecho, Newton había descuidado seriamente el programa de estudios. De lo que no se dio cuenta el

profesor Barrow es que Newton iba ya bastante por delante de Descartes, que a su vez superaba con creces a Euclides. Newton era autodidacta casi por completo, es decir, que trabajaba preferentemente solo, ayudado por los libros. Todos los trabajos que podían haber sorprendido de verdad estaban confinados en sus cuadernos, cuadernos éstos que nadie más había visto. A pesar de las lagunas que presentaban sus conocimientos, se le permitió seguir estudiando con el fin de conseguir un MA (Master of Arts, o maestría). Evidentemente, los estudiantes que realmente estudiaban eran una rareza que debía preservarse.

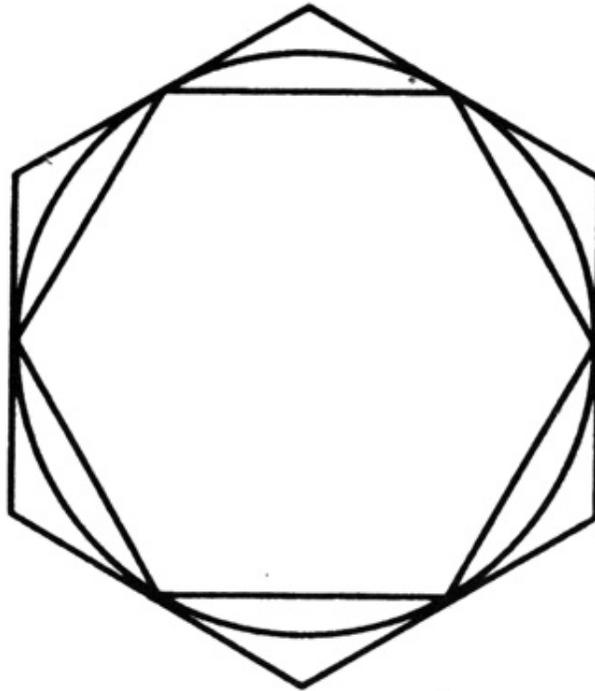
Parece ser, pues, que Newton crecía completamente aislado, y los sucesos que siguieron aseguraron que esta situación no cambiase. A finales de 1664, dos marineros franceses fueron encontrados en los suburbios londinenses que rodeaban Drury Lane, muriéndose de peste bubónica. La enfermedad se extendió rápidamente por toda la ciudad (terminaría por causar más de 80.000 muertes sólo en Londres), y siguió extendiéndose por todo el país a través de las rutas de las diligencias y de los caminos seguidos por los vaqueros al conducir el ganado. Todo el que podía abandonaba los centros de población, y en agosto de 1665 la Universidad de Cambridge acabó cerrando sus puertas. Newton volvió a Woolsthorpe, donde permaneció durante aproximadamente un año.

Esto desembocaría en un verdadero *annus mirabilis* sin parangón en la historia de la ciencia hasta nuestros días (sólo equiparable a 1905, cuando Einstein sentó las bases de la teoría restringida de la relatividad, planteó la hipótesis de que la luz estaba formada por cuantos, y proporcionó una explicación molecular al movimiento browniano).



El primer avance realmente importante de Newton fue el desarrollo del cálculo diferencial. La habilidad de representar una fórmula algebraica por medio de un gráfico significaba que algunos problemas de álgebra podían tener una solución geométrica. Por ejemplo, la variación de x respecto a y para cualesquiera valores dados (esto es, en cualquier punto determinado de una curva) no es otro que la tangente de la curva en ese punto.

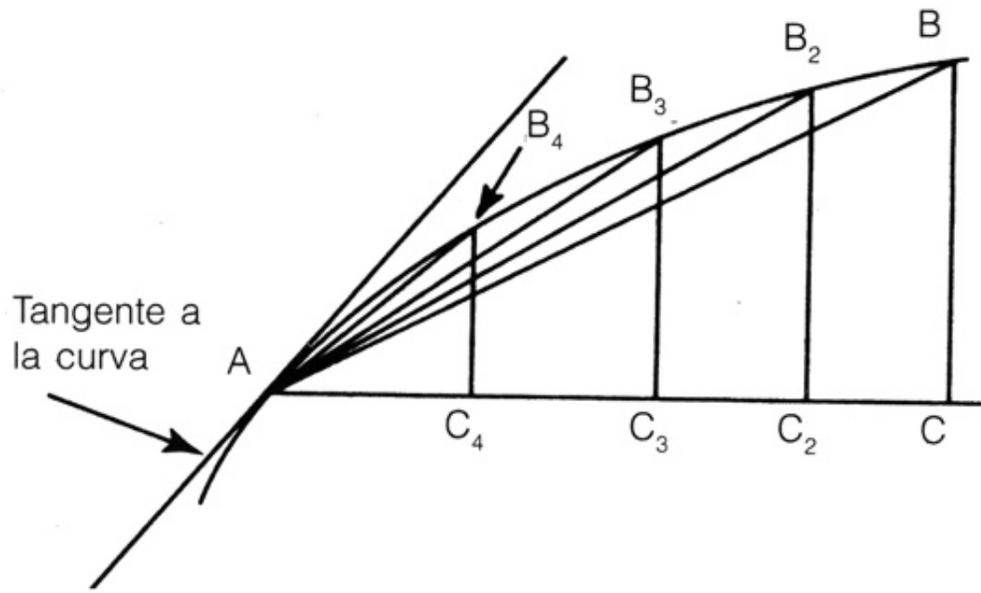
Es bastante fácil hallar la tangente de un círculo, o incluso de una curva regular, pero, ¿cómo hallar la tangente de una curva variable? Ésta puede ser hallada mediante el cálculo diferencial. Las nociones básicas de cálculo diferencial fueron descubiertas por los antiguos griegos.



Con el fin de determinar el área de un círculo, Arquímedes inscribía en su interior un polígono equilátero, cuya área era capaz de calcular. Aumentando el número de lados, también aumentaba el área del polígono, aproximándose al área del círculo, que constituía su límite superior. De igual forma, encerrando el círculo en un polígono equilátero, podía aproximarse al límite inferior: la respuesta se encontraba entre estas dos cifras.

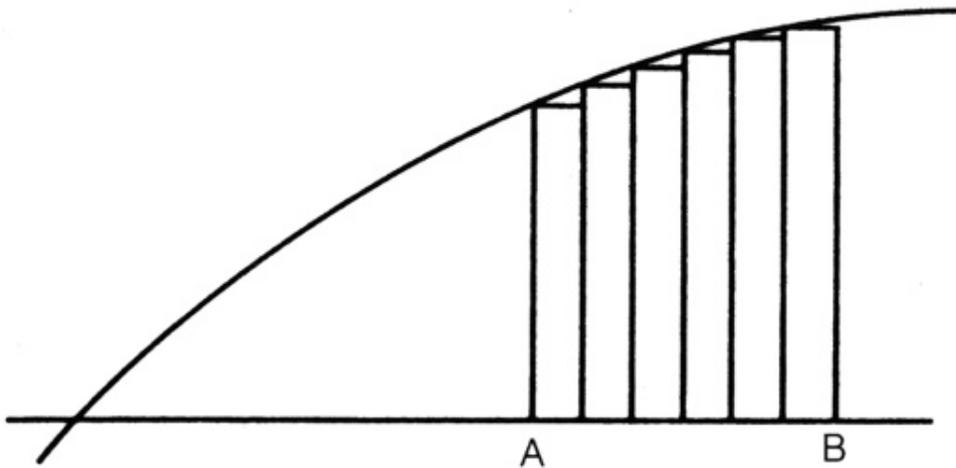
Sin embargo, si el número de lados de cualquiera de los polígonos se aumentaba hasta el infinito, esto también proporcionaría el área del círculo.

El mismo principio podía aplicarse a la tangente de una curva.



A medida que la distancia entre A y B se vuelve infinitamente pequeña, tendiendo hacia su límite, cero, el lado AB, opuesto al ángulo recto ACB, se aproxima cada vez más a la tangente, confundiéndose con ella en el límite.

El mismo principio puede aplicarse para calcular el área contenida por una curva.



A medida que se aumenta el número de rectángulos entre A y B hacia infinito, su área se aproxima al área contenida por la curva, que es su límite.

Una vez más, surgía un problema relacionado con series infinitas provenientes de funciones con dos variables —un problema del mismo tipo que el tratado por Newton en el teorema del binomio. Para empezar, los cálculos implícitos en tales problemas eran considerados como sumas estáticas de cantidades infinitamente pequeñas. Lo realmente novedoso es que Newton, en un alarde de penetración, contempló este problema desde el punto de vista de la movilidad al no tratar la curva como si se tratase de un objeto estático, sino como el lugar geométrico de un punto en movimiento. En un principio, Newton llamó a este método suyo «fluxiones», con referencia a flujo, y no cálculo diferencial, como pasaría a llamarse más tarde. Así pues, su innovación consistió en introducir la noción de tiempo.

El método de Newton para hallar la tangente en un punto determinado de una curva es conocido en la actualidad como cálculo diferencial. Éste trata la cantidad siempre variable de un punto en movimiento como si estuviese constituida por un número infinitamente grande de cambios infinitamente pequeños.

Por ejemplo, la velocidad (v) de un cuerpo en un instante determinado es vista como la distancia infinitamente corta que recorre (ds) en un periodo infinitamente corto de tiempo, que tiende a cero (dt).

De aquí que:

$$v = ds/dt.$$

Ahora bien, al igual que $dt \rightarrow 0$ (es decir, su límite es cero), v alcanza el límite que constituye su velocidad exacta en el momento dado.

Afortunadamente, los cálculos larguísimos y complejísimos de Newton terminaban por proporcionar una fórmula empírica fácilmente aplicable, como la que utilizan todos los matemáticos en ciernes que saben lo que hay que hacer, pero no tienen ni idea de lo que realmente están haciendo. («Limítese a aplicar la fórmula, jovencito».) Por ponerlo en los términos más simples posibles, para la fórmula:

$$y = x^n$$

la derivada

$$dy/dx = n x^{n-1}$$

o sea, que si por ejemplo $n = 2$, la fórmula pasa a ser: $y = x^2$ y la variación en cualquier punto, dy/dx , es igual a $2x^{2-1} = 2x$.

En otras palabras: el valor de la tangente en cualquier punto será siempre $2x$.

Este proceso de cálculo diferencial proporcionó a las matemáticas una de sus herramientas más poderosas al permitir el cálculo de cualquier índice de variación incluyendo, por ejemplo, los puntos máximo y mínimo de cualquier curva, que se dan cuando el índice de variación, dy/dx , es igual a cero.

A continuación, Newton extendió su método de fluxiones, incluyendo lo que hoy en día se conoce como cálculo integral. Éste es en esencia la técnica del cálculo diferencial a la inversa, y se utiliza para calcular el área contenida por una curva.

Por ejemplo, la velocidad de un punto (v) puede expresarse en términos de una distancia infinitamente corta ds recorrida en el breve periodo dt . Con lo que:

$$ds = v dt$$

La distancia s que el punto recorre entre un momento t_1 y un momento t_2 se calcula por medio de la suma continua de los cambios que se producen en este intervalo, lo cual se conoce como integración.

Esto se expresa de la siguiente manera:

$$s = \int v \, dt$$

Muy simplificado, esto implica aplicar la técnica opuesta a la integración. Así que para la misma fórmula

$$y = x^n$$

En vez de

$$dy/dx = n x^{n-1}$$

por medio de la integración obtenemos

$$\int x^n = x^{n+1} / (n+1)$$

Esta técnica increíblemente útil puede aplicarse para resolver problemas tales como hallar el área de cualquier figura descrita por una curva con fórmula (y rotando sobre su eje produce un volumen). También puede aplicarse a cualquier problema que requiera la suma continua de cambios infinitesimales.

En este punto, el cálculo de Newton seguía en estado embrionario. Pero con todo y con eso, ya estaba en posesión de la técnica que le permitiría emprender su trabajo más importante. El trascendental logro de Newton en los años 1665 y 1666 estaba por supuesto relacionado con la gravedad.

Posteriormente se le preguntó a Newton cómo llegó a hacer descubrimientos tan revolucionarios, a lo cual respondió «Pensando en ellos sin cesar. Pienso en el tema constantemente, y me limito a esperar a que los primeros atisbos de luz de madrugada den paso al día». Según la famosa anécdota, los «primeros atisbos de

luz» de su teoría de la gravedad le llegaron a Newton cuando contemplaba cómo una manzana caía de un árbol. Este hecho suele calificarse de pura leyenda. Pero según uno de los primeros biógrafos de Newton, Stukely: «me contó [...] que la noción de gravedad le vino a la mente [...] a causa de la caída de una manzana, mientras descansaba en actitud contemplativa».

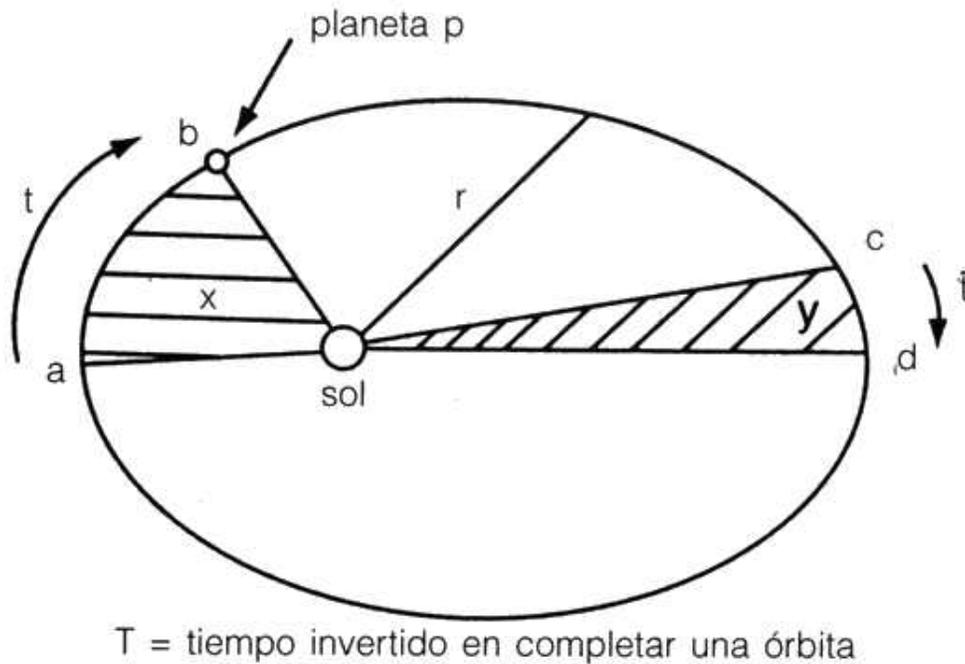
Es importante entender cuán significativo fue lo que Newton comprendió en ese momento. ¿Qué era lo que sabía ya, y qué explicaría su posterior teoría de la gravedad?

La clave de todo esto está en Kepler, que había invertido más de 20 años de minuciosa observación y realizado cálculos interminables para llegar a sus tres leyes sobre el movimiento de los planetas. Estas leyes fueron publicadas en 1609 y establecían que:

Los planetas se mueven formando elipses alrededor del sol, el cual está situado en uno de los focos de estas órbitas elípticas.

Una línea recta que uniese el sol con un planeta recorrería áreas equivalentes en tiempos equivalentes (en el diagrama inferior: el tiempo que le lleva a un planeta p viajar de a a b es igual al que le lleva viajar de c a d , siendo el área x igual al área y).

El cuadrado del tiempo empleado por un planeta en recorrer su órbita por completo es proporcional al cubo de la distancia media entre este planeta y el sol (en el diagrama: si el planeta p invierte un tiempo T en completar su órbita, y r es el radio medio de esta órbita, sucede que $T^2 = r^3$).



Mientras tanto, y ya en la Tierra, Galileo había confirmado a base de experimentos, que se dice fueron llevados a cabo desde lo alto de la Torre Inclinada de Pisa, que un cuerpo al caer experimentaba una aceleración uniforme. También elaboró una fórmula para calcular la trayectoria parabólica de un proyectil.

La genialidad de Newton consistió en meter las leyes de Kepler y los descubrimientos de Galileo en el mismo saco. La noción de gravedad que le vino a la cabeza cuando la manzana cayó del árbol terminaría por identificarse como la misma fuerza que mantenía a la Luna en órbita alrededor de la Tierra y a los planetas en órbita alrededor del Sol. Las leyes aplicables a la Tierra eran asimismo válidas para los cuerpos celestes. Era ésta una intuición descomunal. De golpe, nuestro entendimiento pasaba de estar ligado a la Tierra a extenderse a lo largo y ancho del universo. Las leyes de Kepler no hacían más que describir lo que sucedía... Newton explicó por qué.

Newton tardaría más de 20 años en publicar sus ideas. Esto responde a varias razones. Al principio, consideraba que la gravedad se aplicaba únicamente a la Tierra. Posteriormente, al extenderla a los cuerpos extraterrestres, no fue del todo capaz de desarrollar la matemática inherente a ello. ¿Cómo funcionaba en realidad la fuerza gravitatoria de la Tierra? ¿Ésta atraía a la Luna desde su núcleo, desde su

superficie, o desde algún punto situado entre ambas? Hasta que refinó las técnicas del cálculo que acababa de descubrir, Newton fue incapaz de empezar a solucionar semejantes problemas. No fue ésta, sin embargo, la única razón por la que guardó silencio.

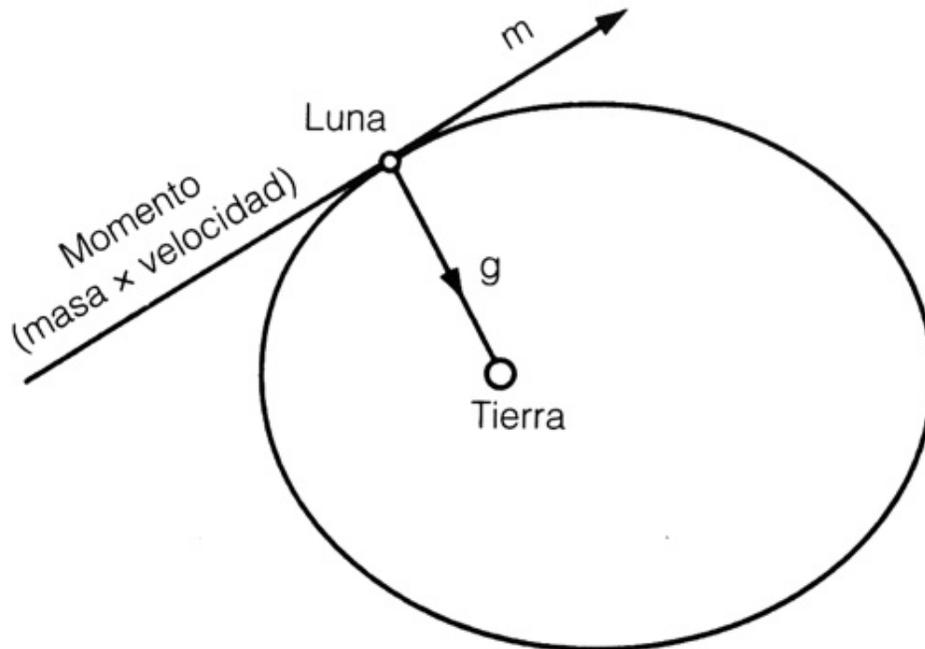
Algunos han calificado a Newton de secretista, pero ello no es completamente cierto. La verdad es que Newton no podía soportar que le contradijesen, ni siquiera en lo más mínimo; era algo capaz de provocarle uno de sus ataques de rabia incontrolables. Así que, antes de arriesgarse a que sus colegas científicos pusieran en duda sus descubrimientos, prefería guardárselos para sí mismo.

Ni que decir tiene que semejante interpretación psicológica únicamente trata de explicar la personalidad de Newton, que podría compararse a un mapa del mundo: en él aparecen los contornos y las figuras, pero de ningún modo evidencia la magnificencia y la profusión que se dan en la realidad. La esencia de la mente de Newton sigue siendo completamente inexplicable.

Durante los 20 años que precedieron a la publicación de los descubrimientos de Newton sobre la gravedad, su visión inicial se refinó hasta convertirse en un sistema complejo. Sería éste el que finalmente aparecería en su obra maestra, *Principia*. En ella, Newton fue un paso más allá que Kepler y Galileo, presentando tres leyes propias que reemplazaban los descubrimientos de ambos.

La primera ley de la dinámica formulada por Newton postula una teoría sobre la inercia, declarando que un cuerpo permanece en reposo o estado de movimiento rectilíneo uniforme siempre y cuando no actúe sobre él ninguna fuerza exterior. Los objetos se mueven a través del espacio debido a que nada los para una vez que han sido puestos inicialmente en movimiento. Por primera vez, se daba una explicación al movimiento de los cuerpos a través del espacio sin recurrir a juegos de malabares divinos ni a una locomoción angelical. Sin embargo, habría que esperar tres siglos hasta que la teoría del Big Bang explicase el origen de esta puesta en marcha inicial. La segunda ley de Newton declara que la variación de la cantidad de movimiento (o momento, es decir, el producto de la masa por la velocidad) de un cuerpo en movimiento es proporcional a la fuerza que actúa sobre el mismo. Es decir, que un cuerpo estacionario o en movimiento uniforme sobre el que se aplique una fuerza continua experimentará una aceleración. Galileo ya había descubierto

esto al dejar caer objetos desde la Torre de Pisa. La atracción de la gravedad hace que un cuerpo se acelere. Lo mismo ocurre cuando la Luna órbita alrededor de la Tierra.



La acción continua de la fuerza de la gravedad (g) induce a la Luna a acelerar en dirección a la Tierra, pero la cantidad de movimiento de la Luna (es decir, el producto de su masa por su velocidad, o momento) la impulsa a lo largo de la línea de fuerza m . El equilibrio continuo de fuerzas resultante es lo que la mantiene en órbita. Para descubrir cómo operaba la fuerza de la gravedad en este caso, Newton tuvo que calcular la variación de la cantidad de movimiento de la Luna. Ya que la órbita lunar es una elipse irregular, esto implicaba calcular la velocidad de un objeto con un movimiento curvilíneo. Fue en los primeros intentos de resolver este problema cuando Newton empleó sus recientemente descubiertas «fluxiones», y a lo largo del proceso desarrolló el cálculo diferencial.

La tercera ley de la dinámica de Newton afirma que si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro (acción), el segundo ejercerá a su vez otra fuerza, igual y opuesta a la primera, denominada reacción. El concepto de fuerza utilizado por Newton en estas

leyes transformaría la ciencia por completo. Unificaba la reciente visión mecánica del mundo de Descartes con la antigua tradición pitagórica, que afirmaba que el mundo en su estado último estaba compuesto por números. Esta combinación entre mecánica y matemáticas no sólo explicaba la forma en que funcionaba el mundo, sino que también implicaba que podía calcularse con precisión lo que estaba ocurriendo en él.

Utilizando estas tres leyes fundamentales, Newton consiguió al fin explicar la forma en que la fuerza de la gravedad actuaba entre dos cuerpos. Demostró que esta fuerza era directamente proporcional al producto de sus dos masas, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Esto se expresa en la célebre fórmula (que fue la $e = mc^2$ de su tiempo)

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

En donde F es la fuerza de atracción de la gravedad, m_1 y m_2 son las masas de la Tierra y de la Luna, d es la distancia que las separa y G es la constante de gravitación universal. Lo que le puso sobre la pista de esta fórmula fue la posibilidad de la relación del cuadrado inverso, y ésta pudo muy bien ser la comprensión original provocada por la manzana al caer. Newton no comprendió toda la noción de gravedad de golpe; pero fue esto lo que le indujo a emprender un largo y complejo viaje matemático que terminó con su ley de la gravitación. Incluso habiendo llegado hasta aquí, tendría que pasar un siglo antes de que el excéntrico físico Cavendish se las arreglase para determinar el valor de G , la constante de gravitación. Sin embargo, el que la fórmula estuviese incompleta no impidió que Newton reclamara toda la atención posible para su fórmula. Estipulaba que la ley de gravitación se aplicaba a todo el Universo. Esto no dejaba de ser una hipótesis, por supuesto: los cálculos de Newton estaban enteramente basados en la observación de la Luna y de los planetas ya descubiertos. Pero Newton no admitió objeción alguna, haciendo la famosa declaración: «*Hypotheses non fingo*» («yo no hago hipótesis»).

Para nosotros es difícil calibrar la fragilidad de la pretensión de Newton respecto a su fórmula, que él insistió en denominar ley de la gravitación universal; lo que

constituye una de las revelaciones humanas más grandes de todos los tiempos no era en realidad más que un presentimiento, una hipótesis de genio trascendental. El matemático y filósofo del siglo XX Whitehead proporcionó un correctivo muy útil tanto para Newton como para nosotros mismos: «El deseo patético de la humanidad de creer que partimos de una base intelectual clara, determinada y certera, queda perfectamente ejemplificada por el alarde de Newton al declarar "*hypotheses non fingo*" al tiempo que enunciaba su ley de la gravitación universal. Esta ley postula que cada partícula de materia atrae a toda otra partícula de materia, si bien en el momento en que fue enunciada únicamente los planetas y los cuerpos celestes habían sido observados atrayendo partículas de materia.»

Escasa evidencia científica debía de haber en la pretensión de universalidad de Newton, si bien explicaba muchos hechos observados y otras tantas excentricidades del movimiento planetario. Lo que es mucho más interesante: explicaba las leyes de Kepler, así como las irregularidades observadas en la órbita de la Luna y los planetas (las cuales se daban cuando los planetas se veían afectados por la atracción gravitacional de otros planetas, además de la del Sol).

La atrevida suposición de Newton lo cambió todo. De ahora en adelante, los científicos estaban convencidos de que todo lo que sucediese en el universo podía explicarse de forma matemática. Esta sigue siendo una de las grandes creencias de la ciencia moderna. Es más, es una de las bases sobre la que se sustenta la búsqueda de la Teoría del Todo que explicará el funcionamiento fundamental del universo y de todo lo que éste contiene. El tercer hallazgo fundamental de Newton durante su *annus mirabilis* en Woolsthorpe tenía que ver con la luz. Hasta entonces se había creído que el color era consecuencia de una mezcla entre luz y oscuridad. Newton se dio cuenta de que no había evidencia experimental alguna que apoyase este principio. Una página impresa de un libro, que contenía tanto blanco como negro, no se veía en color al ser observada desde una distancia suficiente para que ambos se confundiesen. Se veía gris.

Newton llevó a cabo una serie de experimentos caseros con un prisma de cristal en su habitación convenientemente oscurecida. Cuando dejaba pasar algo de la luz del día entre las cortinas, de manera que un rayo de luz blanca atravesase el prisma, éste se refractaba (se desviaba por acción del cristal). Pero partes diferentes del

rayo se veían refractadas en diferente medida, y el rayo emergía dividido en colores. Estos colores eran los mismos que los del arco iris, y aparecían en idéntico orden: rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, añil y violeta.

Era posible que estos colores tuviesen su origen en el cristal transparente del prisma? A continuación, Newton hizo pasar el rayo irisado a través de un prisma vuelto del revés. Los rayos de luz coloreada reconvergían y emergían de nuevo como un único rayo de luz blanca.

El siguiente experimento de Newton consistió en aislar un solo rayo de luz coloreada y hacerlo pasar a través de un prisma. A pesar de que se refractaba, el rayo emergía del mismo color. La inferencia era obvia: la luz blanca está formada por la combinación de los colores del espectro.

Cuando Newton volvió a Cambridge, las demostraciones que efectuó de este experimento causaron un revuelo importante, y se le incluyó en el consejo del Trinity College. Pero seguía siendo reacio a revelar sus otros descubrimientos. El cálculo diferencial y sus ideas sobre la gravedad estaban todavía en sus primeras etapas, y no deseaba someterlos a discusión (alguien podía tener la osadía de contradecirle). Pero hizo una excepción con su antiguo tutor Barrow, el catedrático de matemáticas (esta cátedra acababa de crearse: una de las primeras indicaciones de que Cambridge empezaba a distinguirse de la tradición clásica, librándose del yugo del difunto aristotelismo. El actual catedrático de matemáticas es Stephen Hawking, más conocido como el autor de *Historia del tiempo: del Big Bang a los agujeros negros*).

Barrow era un hombre excepcional, y opuesto a Newton en muchos aspectos. No se acercaba en absoluto al estereotipo de matemático —era un hombre afable que gozaba de una excelente forma física, al que le gustaba boxear y que había viajado hasta Constantinopla (donde había ganado un concurso de lucha libre). Pero Barrow tenía dos características que eran del agrado de Newton: era un hombre profundamente religioso, y un estupendo matemático. Lo que es más, el conocimiento de Barrow de los últimos avances matemáticos indudablemente ayudaron a Newton en su desarrollo del cálculo diferencial.

A diferencia de otros jóvenes en semejantes circunstancias, Newton no se sentía atraído por figuras paternas (el padre estaba en el cielo.) Cabe hacer una

excepción en el caso de Isaac Barrow (cuyo nombre incluso recordaba el del padre de Newton). Por una vez, Newton había encontrado a alguien al que poder admirar. Al igual que Newton, Barrow trabajaba mucho y dormía muy poco. Además, seguro que Newton reconoció en la eterna distracción de Barrow su propio ensimismamiento, ya que, según un contemporáneo de Barrow, éste era en extremo negligente con su atuendo... como el mayor sabio con el que jamás me encontrase». Newton ofrecía un cuadro parecido: era tremendamente descuidado, llevaba los tacones de los zapatos gastados, los calcetines arrugados, la sobrepelliza puesta, y el pelo apenas peinado». El profesor y su colega de 24 años debieron de haber hecho una pareja tremenda, entre tanto presuntuoso empelucado de la Restauración.

Por lo que parece, Barrow fue el único en todo Cambridge que se dio cuenta del alcance realmente excepcional de las cualidades de Newton. Por descontado que fuera de la universidad nadie había oído hablar de él, aunque, a pesar de ello, Newton ya había hecho descubrimientos que le situaban muy por delante de cualquier científico o matemático vivo del momento.

Se dice que Barrow trataba a Newton como a un hijo, haciéndole regalos de cumpleaños. A pesar de que apreciaba a Barrow, la actitud de Newton era algo más cautelosa. La temprana deserción de su madre le había vuelto profundamente ambivalente hacia las personas que conseguían penetrar su caparazón de indiferencia ausente.

En 1669 Barrow dimitió de su plaza de catedrático de matemáticas para seguir estudios teológicos y se aseguró de que Newton le reemplazaría en la cátedra. Para ello era necesario unirse al clero, pero Barrow intercedió por Newton y éste no fue obligado a hacer los votos sagrados. Esto apunta a que Barrow estaba enterado, al menos en parte, de las otras investigaciones, no tan ortodoxas, en las que Newton ocupaba su tiempo.

Paralelamente a sus avances científicos, Newton había hecho asombrosos progresos en sus estudios bíblicos. Durante su lectura de las primeras versiones del Nuevo Testamento en sus lenguas originales, Newton llegó al convencimiento de que tales textos habían sido corrompidos en beneficio propio por comentaristas y traductores posteriores. La noción de Trinidad (Padre, Hijo y Espíritu Santo), era un completo

engaño, un concepto fraudulento introducido en la Cristiandad por un grupo de conspiradores liantes. Cristo no tenía nada de divino, y debía rezarse directamente a Dios Padre.

Tales creencias fueron declaradas heréticas por el Concilio de Nicea en el 325 d. C. Es de suponer que a las autoridades del Trinity no les habría hecho ninguna gracia que su colega tonteara con engaños teológicos, pero Newton no le dio a esto la menor importancia. No obstante, siguiendo su costumbre, confinó tales descubrimientos a sus cuadernos.

En este caso sí que había un elemento secretista en el comportamiento de Newton. La religión era algo que se tomaba pero que muy en serio en la Inglaterra del siglo XVII: la guerra civil, la persecución de los herejes, el temor al catolicismo, el desagrado por el puritanismo, y otros elementos, habían dado lugar a un peligroso cóctel de prejuicios. No tiene nada de extraordinario que Newton desarrollase un miedo paranoide a ser acusado de hereje, miedo que le acompañaría durante toda su vida. Pero su profunda fe en Dios, unida a una necesidad inconsciente de hablar con el Padre directamente, le impedían olvidarse del asunto. La atracción que Newton sentía por la verdad era tan fuerte en materia religiosa como lo era en materia científica: en esta ocasión también buscaba las claves de Dios.

Por si todo esto no fuese suficiente, Newton continuó además con sus investigaciones alquímicas en la más pura tradición hermética. El catedrático de matemáticas llegó hasta el punto de hacerse construir una caldera en el trozo de jardín que rodeaba sus habitaciones en la facultad, con el fin de poder llevar a cabo experimentos de alquimia. Estas actividades pasaban presumiblemente por experimentos de química ante las autoridades de la Facultad, pero un solo vistazo a los cuadernos de Newton basta para darse cuenta de que lo que realmente estaba intentando era convertir metales viles en oro.

Paradójicamente, el más eminente científico de la época era a la vez el mayor hechicero de su tiempo. Tal y como señala Keynes, el economista del siglo XX: lejos de ser un hombre moderno perteneciente a una nueva era científica, Newton era en realidad el último de los grandes magos del Renacimiento, «el último niño prodigio, a quien los Magos deberían rendir un sincero y apropiado tributo».

¿De verdad que Newton malgastaba su tiempo (y su prodigioso talento) en semejantes disparates? Apelando al sentido común, Keynes se vio obligado a descalificar la alquimia de Newton, encontrándola «completamente desprovista de valor científico».

Lamentablemente la verdad era otra... a pesar de que es sumamente improbable que el próximo Einstein salga del círculo mágico, es innegable que la alquimia influyó decisivamente al perfilar las ideas científicas de Newton. Evidencia no falta, por desgracia. Tal y como hemos visto, unas décadas antes Descartes había ofrecido una explicación del mundo en términos puramente mecánicos. Pero a medida que avanzaba la revolución científica, algunos de los nuevos científicos británicos habían comenzado a sospechar que el funcionamiento del mundo era algo más complejo que el de la maquinaria de un reloj. Según el químico Boyle (que también se dedicaba con avidez a la alquimia en la intimidad), la mecánica no era lo más apropiado para explicar una serie de fenómenos naturales que se producían en los campos de la química y de la biología.

A Newton se le ocurrió la idea de que tales sucesos eran resultado de un principio activo, que complementaba a su vez al principio de inercia de la mecánica de Descartes. Este principio activo tenía su origen en «cualidades ocultas [...] que no pueden ser descubiertas ni puestas de manifiesto». De ahí a la noción de «fuerza», idea de Newton que revolucionó la ciencia por completo, no había más que un paso. Nos puede resultar difícil de creer, pero el concepto revolucionario básico de las leyes de la dinámica de Newton tuvo su origen en la magia. Como señaló ese otro gran mago del Renacimiento, Leonardo: «Hay más en el mundo de lo que el hombre podrá llegar a comprender jamás».

Las actividades alquímicas de Newton también le fueron útiles en otros campos. Si bien era cierto que la alquimia no había producido ningún resultado demostrable (léase oro), también lo era que los métodos que en ella se utilizaban requerían un ingenio considerable; del cual se necesitaba bastante para montar los aparatos necesarios. De hecho, la entonces embrionaria ciencia química adoptó buena parte de los métodos de esta maestría experimental y, gracias a ello, empezó con un pie inmejorable. Newton ya había mostrado unas excepcionales dotes prácticas en Grantham, durante su juventud, si bien no encontró tantas ocasiones para poner en

práctica este talento suyo en sus investigaciones científicas y matemáticas en Cambridge y en Woolsthorpe. Pero en lo referente a la alquimia, casi podía haberse ahorrado los complicados esfuerzos experimentales. Tal y como estaban las cosas, la alquimia refinó sus habilidades prácticas, lo cual le dio la confianza necesaria para ir en busca de soluciones prácticas. El ejemplo más conocido de esto es su telescopio.

Como ya hemos visto, cuando se hace pasar la luz a través de un prisma, se produce un espectro. Las lentes producen básicamente el mismo efecto, siendo susceptibles de crear imágenes con franjas de color. Este hecho comenzaba a mermar la efectividad de los telescopios de un tamaño cada vez mayor utilizados en astronomía (la «física nuclear» de los siglos XVI y XVII, que inauguró la nueva era científica). A finales del siglo XVII se construían telescopios de más de 56 metros de altura, pero las aumentadísimas imágenes que producían se veían cada vez más afectadas por interferencias coloreadas, conocidas como «aberraciones cromáticas». Parecía como si los telescopios hubiesen alcanzado su cima, cortando de raíz la posibilidad de efectuar futuros descubrimientos.

En un principio Newton intentó resolver este problema esmerilando lentes de diferentes formas, pero tal procedimiento no dio ningún resultado. Una vez más, puso toda su mente a trabajar en los problemas que tenía entre manos: «pensando en ellos sin cesar», día y noche, hasta que dio con la respuesta. La solución de Newton al problema del telescopio fue la típica «genialidad súbita» y su naturaleza era tan simple y efectiva que transformó para siempre los telescopios: en vez de concentrarla imagen final mediante refracción a través de una lente, lo hizo mediante un espejo parabólico.

La reflexión eliminaba la «aberración cromática», ya que la luz no pasaba a través del cristal, sino que rebotaba sobre él. Este método tenía otra ventaja: al no pasar a través del cristal, éste no absorbía nada de luz, lo que resultaba de vital importancia al observar los cuerpos lejanos más pequeños, como por ejemplo las lunas de Júpiter, que sólo reflejaban pequeñas cantidades de luz. El método de Newton también permitió que los telescopios pudiesen ser mucho más pequeños. Su primer telescopio sólo medía unos catorce centímetros de largo y aproximadamente dos centímetros y medio de diámetro, y a pesar de ello era de treinta aumentos.

Newton fabricó este telescopio completamente solo, e incluso se construyó unas herramientas que le permitiesen fabricar ciertas piezas. Y hasta el día de hoy, los telescopios siguen utilizando reflectores paraboloïdes según el principio instaurado por Newton.

Como catedrático de matemáticas, Newton tenía que dar algunas clases cada trimestre. Tales clases eran preparadas e impartidas descuidadamente, ya que no era buen orador, y estaba mucho más interesado en hablar de las investigaciones que estaba realizando que de notas finales. Tras la claridad inicial y el revuelo producido por su demostración con el prisma, mostrando cómo la luz blanca estaba compuesta de colores, siguió un pesado cúmulo de especulaciones incomprensibles y de teoría. Al final, era frecuente que Newton terminase balbuciendo para sí en una clase vacía.

Pero todo esto cambió cuando fabricó su nuevo telescopio en 1668. Newton estaba tan sumamente orgulloso de su trabajo que por una vez fue incapaz de resistirse a mostrarlo en público. Empezó a correrse la voz por Cambridge, y el rumor pronto trascendió al mundo exterior. La Royal Society, en Londres, oyó hablar de este «increíble instrumento», y quiso verlo. Para entonces Newton estaba construyendo una segunda versión más grande, que medía unos veintiún centímetros de largo por cinco de diámetro. En 1671 Barrow se encargó de llevar, en nombre de Newton, este telescopio a Londres, donde causó tal sensación que incluso se lo enseñaron a Carlos II. De resultas de todo esto, Newton fue nombrado miembro de la Royal Society (que había sido fundada en 1660, y que se había convertido en la sociedad científica más importante de Europa). Por fin, Newton entraba en contacto con las mentes más brillantes de la revolución científica británica.

Animado por tal honor, Newton se dejó convencer para divulgar algunos de sus secretos y, en 1672, envió a la Royal Society un escrito sobre óptica, en el que describía su teoría de la luz y el color. En palabras del secretario de la Royal Society, tal documento «despertó a la vez una atención singular y una acogida inusual», a pesar de que algunos miembros disintieron. Entre estos últimos se encontraba el pendenciero físico Hooke, uno de los pocos científicos con el calibre suficiente para contradecir a Newton. Hooke era un genial experimentador, pero rara vez lograba que sus ideas diesen frutos. Propuso una temprana (aunque mal

desarrollada) teoría ondulatoria de la luz; anticipó una máquina de vapor, pero era lo menos práctico que imaginarse cabe; y sus observaciones pioneras al microscopio le llevaron a inventar el término «célula» (si bien no lo aplicó correctamente). Hooke también había llevado a cabo experimentos con la luz, utilizando prismas, de los cuales había concluido una teoría disparatada de las suyas. Hooke era uno de los mandamases de la Royal Society, y consideraba la óptica como terreno suyo. Escribió una condescendiente crítica del escrito de Newton, desdeñando sus conclusiones. Se intercambiaron algunas cartas, y cuando Newton publicó un segundo escrito ampliando sus descubrimientos, Hooke le acusó de plagio.

Newton era psicológicamente incapaz de aceptar las críticas ni siquiera en sus mejores momentos. Como consecuencia de la acusación de Hooke, perdió el control de sí mismo y su rabia desató una furia que no conocería límites. Hooke se convirtió en su enemigo jurado, papel éste que Hooke estaba desde luego encantado de asumir. Pero en el caso de Newton no se trataba de una rabieta pasajera. Le molestó tanto el incidente que sus trabajos se resistieron durante dos años. Dimitió de la Royal Society con acritud (un acto que pasó inadvertido, pues afortunadamente no se aceptó su renuncia) y juró que no volvería a publicar ningún otro trabajo científico.

Pero la controversia no había terminado. Newton comenzó a mantener correspondencia con unos jesuitas de Lieja que le pidieron que les aclarase su experimento original del prisma. Los experimentos que ellos habían llevado a cabo no producían los efectos que Newton declaraba. Esta correspondencia se mantendría durante algunos años, y los jesuitas terminaron por negar la veracidad de los resultados. Newton, a quien esta correspondencia ya había alterado bastante, acabó por confundir la estupidez con la conspiración. Su paroxismo llegó a tal punto que juró que abandonaría la ciencia: «Le diré adiós resueltamente para siempre», tras lo que sufrió una depresión nerviosa.

Mientras se recuperaba, Newton cumplió su palabra. Abandonó sus investigaciones científicas y se entregó de lleno a sus estudios herméticos y bíblicos. A saber: la noción de la Trinidad en su totalidad estaba amañada, y sólo se veía apoyada por documentos del siglo IV falsificados por san Atanasio. Con ayuda de la estrella régulo y cobre podía obtenerse mágicamente el hermafrodita conocido como la red,

que consistía en una semilla macho de Marte y el principio femenino de Venus. Y así todo. La biblioteca de Newton albergaba más de 140 libros sólo sobre alquimia; y según un biógrafo, a su muerte poseía «más de medio millón de inservibles documentos de alquimia».

Entonces, en 1679, murió la madre de Newton. Le había abandonado definitivamente: estaba solo. Fue Freud el primero en darse cuenta de que las más grandes visiones intelectuales se producen después de que sus descubridores hayan sufrido una importante pérdida, y ésta no iba a ser la excepción. Como resultado de sus nociones ocultas referentes a la atracción y a la repulsión, Newton había concebido la noción de fuerza. Pero hasta entonces sólo había aplicado esta noción a fenómenos terrestres. Fue entonces cuando recibió una carta de Hooke ofreciéndole allanar sus diferencias. Hooke puso a Newton al corriente de su análisis del movimiento de los planetas, incluyendo su idea de que existía una atracción central que mantenía a los planetas en órbita elíptica. Hooke había supuesto que esto obedecía con toda probabilidad a una ley de cuadrado inverso, ajeno al hecho de que Newton había elaborado la base matemática de una ley de cuadrado inverso con una década o más de antelación.

Newton se negó a mantener una larga correspondencia con Hooke, si bien más tarde admitiría que la carta de éste le condujo a apresurarse en crear su propia ley de cuadrado inverso —cuya matemática se apoyaba sólidamente en la tercera ley de Kepler— para aplicarla a las órbitas elípticas de los planetas. Este hecho, a su vez, provocaría una de sus mayores ideas interiores: su noción de fuerza —hasta entonces sólo aplicada a los fenómenos terrestres— podía aplicarse también a la mecánica orbital.

Newton se hallaba ahora a punto de vislumbrar el concepto de gravitación universal. No obstante, tendrían que pasar cinco años para que cayera la breva. Lo cual fue una vez más propiciado por Hooke, su bestia negra.

En 1684, el odioso Hooke se jactó ante Halley de que el movimiento planetario carecía ya de interrogantes. Él en persona había desarrollado una ley de cuadrado inverso que regía la dinámica de los cuerpos celestes. A Halley no le convenció demasiado la explicación de Hooke, que carecía casi por completo de base matemática.

Halley decidió consultar a Newton, el cual le comunicó que algunos años antes él ya había desarrollado una teoría sobre la dinámica celeste y todos los cálculos que la respaldaban. Halley logró convencer a Newton de que le enviase un informe con un resumen de sus descubrimientos. Newton empezó a escribir de mala gana un artículo titulado «Sobre la dinámica de los cuerpos celestes en órbita» (*De motu corporum in gyrum*), que Halley recibiría siete meses más tarde.

Halley quedó tan impresionado por este artículo que, una vez más, se desplazó hasta Cambridge, donde descubrió que Newton poseía una ingente cantidad de artículos inéditos. El padre de Halley había sido asesinado hacía poco, dejándole una fortuna. Halley dejó caer que estaría encantado de financiar la publicación de los artículos de Newton.

Entretanto, la redacción del *De Motu* había obligado a Newton a desarrollar su concepción de la dinámica planetaria, que le condujo a concebir (por fin) la noción de gravitación universal. En medio de la euforia que la inspiración le producía, accedió al plan de Halley, y se puso a elaborar los cálculos pertinentes.

Durante dos años y medio, Newton trabajó completamente aislado, dando origen al artículo que se convertiría en su obra maestra: *Philosophiae naturalis principia mathematica* (Principios matemáticos de filosofía natural). Actualmente, cuando nos referimos a este libro, considerado como una de las mayores obras científicas jamás escritas, solemos denominarlo simplemente *Principia*.

En la más pura tradición medieval, aún entonces vigente, el *Principia* estaba escrito en latín (que seguía haciendo las veces de idioma internacional). El título completo nace del hecho de que, en aquellos días, la ciencia aún se consideraba una rama de la filosofía, a pesar de que las implicaciones del revolucionario trabajo de Newton se extenderían hasta la propia filosofía. A partir de ese momento, ningún filósofo podía ignorar esta nueva cosmología, basada en la práctica. Ya no era posible explicar el mundo simplemente por el procedimiento de pensar en él y elaborar una serie de principios abstractos. Debía tenerse en cuenta la experiencia práctica. Profundamente influenciado por los descubrimientos científicos de Newton, el filósofo Locke elaboraría el empirismo, que establece que nuestro conocimiento deriva fundamentalmente de la experiencia, sentando así las bases de la filosofía

moderna. El *Principia* de Newton estaba llamado a transformar por completo nuestra forma de interpretar el mundo.

Esta obra está considerada también como una de las que dieron origen a la Edad de la Razón. Empezó a reinar una atmósfera de optimismo intelectual, la ciencia había demostrado que el mundo estaba construido de acuerdo a unos principios básicos que podían basarse en la razón. Todo el saber estaba a su alcance: la ciencia tenía la llave de la vida, del universo, de todo.

Y, sin embargo, paradójicamente, este libro moderno como el que más no sólo estaba escrito en latín, sino además al más puro estilo de los antiguos griegos. Las tres leyes de la dinámica y la ley de la gravitación universal que contenía podían muy bien constituir las bases de la ciencia moderna, pero estaban construidas y probadas mediante un razonamiento geométrico, el mismo que utilizara Euclides dos mil años antes. Newton era consciente de que estaba escribiendo un clásico, y quería hacerlo al estilo clásico. Le hubiese resultado muchísimo más fácil (habría sido bastante más coherente) utilizar su nuevo descubrimiento: el cálculo diferencial. Pero prefirió que este nuevo método, que un día llegaría a transformar las matemáticas, quedase en secreto. En el *Principia* sólo se hace una breve alusión al cálculo diferencial, pero, como veremos, esto sentaría un precedente vital.

El manuscrito del *Principia* se envió, en primer lugar, a la Royal Society, cuyo secretario era ahora Hooke. Tan pronto como Hooke leyó el manuscrito de Newton, le acusó nuevamente de plagio. Afirmó que, seis años antes, había escrito a Newton relatándole su ley del cuadrado inverso y que éste había basado su trabajo en una idea robada.

El efecto que causó esta acusación era predecible. Newton fue incapaz de contener su rabia. Diez años antes de que le llegase la carta de Hooke, él había descubierto la ley de cuadrado inverso, y había desarrollado además la base matemática necesaria. Pero el problema estribaba en que Newton se había guardado su descubrimiento para sí. Halley apeló a los buenos sentimientos de Newton, ya que Hooke estaba enfermo y avejentado, y su comportamiento antisocial le había reducido a la miseria. Todo lo que quería era algún tipo de reconocimiento y pensaba que a Newton no le costaría nada hacerle una pequeña mención en el *Principia*.

Pero Halley había subestimado a Newton. Sus sentimientos no eran mejores que los de Hooke, y su enfado no conocía límites. En vez de incluir tal reconocimiento en su obra, Newton se dedicó a erradicar sistemáticamente toda referencia que pudiese haber a Hooke, a pesar de que con los nervios se le escaparon unas cuantas. La furia de Newton no era en absoluto pasajera. Mientras Hooke fue secretario de la Royal Society, Newton rehusó ocupar ningún puesto en ella, rehusó que publicase ninguno de sus trabajos, y se guardó para sí todos sus manuscritos. Hooke viviría aún 17 años más, y este estado de cosas sólo se resolvería con su muerte, en 1703. Cuando al fin se publicó el *Principia* de Newton, en 1687, causó sensación. Newton se hizo internacionalmente famoso. Si bien su concepto de «fuerza» no fue unánimemente aceptado en el continente, los más grandes científicos de la época no tardaron en reconocer en él a un digno sucesor de Galileo y de Descartes.

Entretanto, Jaime II había iniciado una campaña para convertir Cambridge en un bastión de la enseñanza católica. El cuerpo académico se resistió al cambio, y el autor del *Principia* se convirtió en su inverosímil líder. Newton, el velado hereje, al fin tenía un objetivo sobre el que descargar sus ansiedades. Su decidida resistencia ante el rey podía parecer valiente, e incluso temeraria, si bien estaba impulsada por fuerzas insospechadas. De hecho, si Jaime II no hubiese huido y no se hubiese instaurado una monarquía protestante con Guillermo y María en el trono, Newton se habría encontrado en auténtico peligro. Muchos terminaron por dar con sus huesos en el calabozo por menos.

En reconocimiento por su postura, Newton fue nombrado Miembro del Parlamento (MP) en representación de la universidad (que había presentado tres candidatos no electos en este periodo). El hecho de ser un MP implicaba residir algunas temporadas en Londres. Allí, Newton era contemplado con bastante admiración, e incluso fue invitado a comer con el rey. Locke, a quien tuvo la ocasión de conocer, le consideraba «el más grande de todos los pensadores», además de a otros destacados personajes como Wren (que por entonces estaba a punto de terminar la catedral de San Pablo), Pepys (diarista y administrador naval, que había sido incongruentemente nombrado presidente de la Royal Society) o Charles Montague (el ambicioso político que más tarde se convertiría en Lord Halifax). Atrajo también a gran número de seguidores de la nueva generación de científicos, utilizando su

creciente influencia para colocar a algunos de ellos en los pocos puestos de trabajo remunerados que existían en las universidades a los cuales podían acceder los «filósofos naturales».

Entre estos acólitos se encontraba un tal Fatio de Duillier, un joven matemático suizo que había conocido al filósofo y matemático alemán Leibniz y al físico holandés Huygens (inventor del primer cronómetro verdaderamente exacto). Fatio le cayó bien a Newton de inmediato, y en poco tiempo se había establecido entre ellos un estrecho vínculo emocional. Newton incluso comenzó a hacer generosas referencias a Fatio en sus artículos científicos, en reconocimiento a los retazos de información que Fatio le proporcionaba (lo cual era ya de por sí un gran honor, sin duda). Newton buscó alojamiento cerca de Fatio mientras estaba en Londres, y éste incluso le sugirió que abandonase sus habitaciones en Cambridge y se instalase en Londres. Según Richard S. Westfall, el gran biógrafo moderno de Newton, su relación con Fatio «fue la experiencia más profunda que tuvo en su vida adulta». Cuando estaban separados, se intercambiaban cartas de intenso contenido.

Enamorarse (a pesar de que él no tuviera ni idea de que eso era lo que le había sucedido) le dio a Newton, que por entonces contaba 48 años, fuerzas renovadas. Además de su genuino trabajo científico en el campo de la óptica, se lanzó a nuevas conquistas alquímicas con más entusiasmo que nunca. Según su asistente, pasó «6 semanas en su laboratorio, donde el fuego apenas se apagaba, fuese de día o de noche, turnándonos allí sentados una noche él y otra yo, hasta que daba por concluidos sus experimentos químicos». Al mismo tiempo, su creciente confianza en sí mismo le animó a escribir un artículo en el que relataba sus «descubrimientos» religiosos. Incluso se lo mostró a Locke, que accedió a facilitar que se publicase anónimamente en Holanda. Pero en el último momento Newton se echó para atrás: refutar la Santísima Trinidad podría ensuciar el nombre de su facultad (por no hablar del suyo propio).

Según una historia legendaria, Newton estuvo a punto de ennegrecer algo más que el nombre de su facultad. Después de pasarse toda la noche trabajando, salió un día a misa, dejando distraídamente una vela encendida encima de su mesa. Durante su ausencia, su perro Diamond tiró la vela al suelo y provocó un incendio que redujo a cenizas años y años de inestimable trabajo. Cuando volvió de misa, se dice que

Newton exclamó: "¡Oh, Diamond! ¡Diamond! ¡Qué poco consciente eres del daño que has causado!»

La presión que sufrió la ya sobrecargada mente de Newton se volvió cada vez más dañina. Hacia finales del año 1692 parece ser que a Newton le dio una crisis de fe en la alquimia que le afectó profundamente. Y había otra crisis en ciernes: Fatio había estado gravemente enfermo, y poco después, sin previo aviso, anunció que su madre había fallecido y que debía volver a Suiza. Newton estaba desolado, no paraba de enviar angustiadas cartas a Fatio, rogándole que se instalase en Cambridge con él. Fatio no se decidía a partir, fuertemente atraído por Newton. El intercambio de cartas llegó a adquirir un tono febril hasta que, de repente, se interrumpió. No podemos hacer nada más que intentar imaginar el por qué.

Más o menos por esta época, un colega catedrático señaló que Newton estaba siempre de «un malhumor que se apoderó casi completamente de él, y que hizo que estuviese cerca de cinco noches sin pegar ojo». De los cuatro meses siguientes no se tiene noticia alguna. Este silencio se ve interrumpido al fin por una carta escrita a Pepys, en la cual Newton le escribe: «Estoy sumamente alterado por el embrollo en el que me encuentro inmerso [...] mi mente ya no es tan resistente como antes». Tres días después, Locke recibió una carta de Newton, garabateada y manchada de tinta, escrita en la Bull Tavern, en Shoreditch. En esta carta, Newton le ruega que le perdone por «ser de la opinión de que me empujasteis a liarme con mujeres [y por decir que] me gustaría que estuvieseis muerto».

Newton había sufrido otro colapso mental, del cual tardó casi dos años en recuperarse. Al parecer, Fatio tuvo una depresión todavía peor, desapareció por completo del mundo de las matemáticas, y lo último que se supo de él es que estaba viviendo con una secta religiosa extremista de exiliados franceses.

Newton jamás volvería a emprender grandes obras científicas, a pesar de que elaboró sumarios de obras inéditas hasta entonces, que contribuyeron considerablemente a mejorar su reputación.

Cuando se recuperó de su enfermedad, sus amigos le animaron a buscar algún tipo de trabajo de prestigio en Londres, pero rechazó con obstinación el puesto de presidente de la Royal Society porque Hooke seguía ocupando la secretaría. Newton recurrió a su colega político Montague, y fue nombrado *Warden of the Mint*

(guardián de la Real Fábrica de Moneda), con un sueldo desorbitante de más de 2.000 libras (en la época, un trabajador cualificado que ganara 20 libras anuales se podía considerar bastante afortunado).

El nombramiento de Newton quiso ser una bien merecida sinecura: una recompensa para el ornamento intelectual más noble de Inglaterra. O al menos esa es la versión oficial. Pero su admirador francés Voltaire no era de esta opinión: «Supuse que la villa y corte londinense le nombró *Master of the Mint* por aclamación. Pero nada de eso. Isaac Newton tenía una sobrina completamente encantadora que encandiló al ministro Halifax Montague. Las fluxiones y la gravitación no habrían servido de nada sin esa preciosa sobrina». Y curiosamente, parece ser que esta disparatada versión encierra parte de verdad.

En cualquier caso, Newton no estaba dispuesto a considerar su trabajo como una sinecura. Albergaba otras ideas. Por aquel entonces, la moneda inglesa estaba sufriendo bastantes malos tratos por parte de falsificadores y los denominados «clippers» (algo así como «recortadores», personas que se dedicaban a recortar los bordes de las monedas de oro y plata). Una vez más, Newton poseía un blanco sobre el que descargar legítimamente su largamente reprimida furia. Esta vez él no corría ningún peligro, y no hubo quien le parase. En cuestión de meses, Newton se había convertido en el terror de los suburbios londinenses, llevando a cabo una campaña inflexible contra todos los falsificadores que encontraba. Más de un centenar dieron con sus huesos en la cárcel de Newgate, y Newton fue el responsable de que en Tyburn una veintena de ellos murieran ahorcados. Insistió en estar presente en todos los procesos.

Pronto los más duros criminales temblaban ante la sola mención de su nombre. Newton estaba completamente descontrolado: patrullaba las tabernas (con una escolta armada), se «entrevistaba» con sospechosos e informadores... Durante estas «entrevistas» podía dar rienda suelta a su rabia, sobre criminales de la peor calaña y sobre inocentes, a partes iguales. Se dice que las transcripciones de estos interrogatorios, que sólo presentaban una versión formal de los procedimientos, parecían sacadas de la *Beggars Opera* (La ópera de los mendigos) que sirvió de base a La ópera de 3 centavos. Por desgracia, Newton destruyó estos archivos, «de

los cuales quemamos cajas y cajas», según declaración del oficial de la Mint que le servía de asistente.

El trabajo de Newton no tardó en atraer la atención de la gente fuera de los suburbios. Un acaudalado caballero de Kensington llamado William Chaloner organizó una campaña contra la Real Fábrica, acusándola de negligencia. Era conocido como inventor, y sugirió al Parlamento que las máquinas de acuñar de la Fábrica deberían ser reemplazadas por un invento suyo. Reacio como siempre a que se pusiesen en duda sus métodos de trabajo, Newton se negó rotundamente a que Chaloner examinase las máquinas de acuñar de la Fábrica. Tras lo cual Chaloner acusó a la Real Fábrica de falsificar monedas, y de estar aliada con los falsificadores.

Esto fue un completo error. Newton tenía mucho que ocultar (herejía, etc.) y era bastante paranoide en lo referente a posibles acusaciones por sus procedimientos ilegales. Newton «investigó» a Chaloner persistente e inflexiblemente, descubriendo gracias a informadores de los suburbios que él mismo había hecho una fortuna falsificando monedas. A pesar de que Chaloner se hallaba bajo la protección de amigos bastante influyentes, incluyendo miembros del parlamento muy bien situados, Newton insistió con una pasión a prueba de bomba. Chaloner era un hombre despiadado, que traicionó a algunos colegas suyos (que en consecuencia terminaron en la cárcel) y que envió veladas amenazas a Newton en un intento por eludir a la justicia. Pero Chaloner había llamado mentiroso a Newton (que de hecho mentía cada vez que rezaba en la iglesia), y éste no descansaría mientras un hombre así siguiese vivo. Chaloner fue ahorcado en Tyburn en 1699.

Ese mismo año, Newton pasó a ser *Master of the Mint* (Director de la Real Fábrica de Moneda), y su salario pasó a ser de 3.500 libras. Por entonces la atención de Newton se vio absorbida por asuntos más serios. La acción de los «clippers» había tenido como consecuencia que el peso total de las monedas de plata en circulación se redujese a la mitad, lo que hacía que la moneda inglesa fuese frecuentemente rechazada en el continente. Esto estaba causando estragos en el comercio exterior, y la Tesorería estaba al borde del colapso. Si tal cosa sucedía, cabía la posibilidad de que la monarquía protestante fuese detrás, con la consiguiente amenaza de que se restaurase en el trono a los temidos católicos estuardos.

A la desesperada, el gobierno decidió que no había más que una solución: toda la moneda debía ser acuñada de nuevo. Newton se entregó de lleno a esta hercúlea tarea con su resolución característica. En la Fábrica de Moneda, 300 hombres y 50 caballos (para hacer girar las prensas) se pusieron manos a la obra, reclinando más de 6.500.000 de libras en monedas en un periodo de tres años. Esto era un logro bastante importante: en los últimos 30 años no se había acuñado más que la mitad de esa cantidad...

En 1703, por fin, Hooke falleció, y Newton aceptó el puesto de presidente de la Royal Society. Newton era incapaz de actuar magnánimamente, y ordenó de inmediato que se quemase el retrato de Hooke. Una vez hecho esto se dedicó a revitalizar la Society, que había degenerado en un lugar en el que se intercambiaban chismorreos. Instituyó reuniones semanales, en cada una de las cuales se mostraba un nuevo experimento. A diferencia de los anteriores presidentes, que rara vez hacían acto de presencia, Newton no se perdió más que tres reuniones en los siguientes veinte años.

La presidencia de Newton se vio ensombrecida por su comportamiento característico, sólo que en vez de habitantes de los suburbios esta vez las víctimas eran miembros de la Royal Society. El episodio menos afortunado de todos tuvo como protagonista a Flamsteed, el astrónomo real, al cual Newton persiguió prácticamente hasta su muerte.

Newton ya se había enfrentado a Flamsteed mientras escribía el *Principia*. Necesitado de datos numéricos de observación para sustentar sus cálculos sobre la órbita lunar, Newton había escrito a Flamsteed al Royal Observatory, en Greenwich. Flamsteed era un perfeccionista, y ya llevaba más de una década haciendo anotaciones para la elaboración del que se revelaría como el más exacto y extenso de los mapas celestes que se habían emprendido hasta ese momento. Newton necesitaba cifras exactas de inmediato, pero Flamsteed era reacio a permitir que los resultados de largas horas de trabajo apareciesen diseminados por ahí, y sólo proporcionaba tales datos con mucha reticencia, si es que llegaba a facilitarlos. Por ello Flamsteed terminó por sufrir el mismo destino que Hooke y cualquier alusión a sus descubrimientos que Newton fue capaz de localizar en la segunda edición del *Principia* fue sistemáticamente borrada. Y esto no sería más que el principio.

Cuando Newton se convirtió en presidente de la Royal Society; el Royal Observatory pasó directamente a ser competencia suya. En el acto ordenó a Flamsteed que publicase todos sus descubrimientos sin pérdida de tiempo. Flamsteed protestó, y durante años luchó incansablemente en la retaguardia contra el persistente avasallamiento de Newton. Pero Newton no se amilanaba tan fácilmente y, finalmente, Newton engatusó a Halley para que confiscase los artículos de Flamsteed, el trabajo de toda su vida. Halley recibió la orden de editar estos artículos para su publicación, y 400 ejemplares vieron la luz. Flamsteed estaba absolutamente indignado, y con razón, por semejante profanación de su precioso trabajo.

Se las arregló para conseguir un requerimiento contra la Royal Society, que era la que publicaba la obra. Pero era demasiado tarde: los ejemplares ya se habían distribuido. Con la ayuda de varios amigos suyos, consiguió localizar 300 ejemplares, que quemó personalmente. La Royal Society podía muy bien ser la mayor institución de tales características en Europa, pero sus procedimientos —y en particular los procedimientos de su presidente— tenían muy poco de científico algunas veces.

Ahora que Hooke estaba muerto, Newton decidió que podía publicar sin miedo algunos artículos suyos más. Para entonces no había una sola persona en Inglaterra que osase poner a Newton en entredicho, y mucho menos acusarle de plagio. En 1704, Newton publicó su segunda obra maestra, *Optica*. En realidad, esta obra era poco más que un sumario del innovador trabajo que había llevado a cabo en el campo de la óptica 30 años atrás. Como apéndices de esta obra se incluían dos artículos resumiendo su método de fluxiones (cálculo diferencial), método éste que también había descubierto hacía 30 años. Por desgracia, el filósofo alemán Leibniz había publicado su propio artículo sobre cálculo 20 años atrás. Las inevitables acusaciones de plagio tomaron un cariz cada vez más violento.

Los hechos, tal y como los conocemos nosotros, son los siguientes: si bien es cierto que Leibniz estaba al corriente de la existencia de los primeros artículos de Newton sobre la materia, no cabe duda de que él mismo desarrolló su propia versión del cálculo diferencial, independiente de la de Newton. De hecho, su notación no tiene nada que ver con la de Newton. Actualmente utilizamos la notación de Leibniz (que

incluye el símbolo \int para representar la integral); también utilizamos el término con el que Leibniz bautizó el método: cálculo diferencial. La nula predisposición de Newton a admitir cualquier tipo de crítica en lo referente a su trabajo condenó sus fluxiones al olvido. Los matemáticos del continente ya estaban utilizando el cálculo diferencial de Leibniz, pero no hay ninguna duda de que Newton fue el primero en descubrir este método.

No obstante, pronto quedó muy claro que los hechos en sí carecían por completo de importancia para ambas partes. Este enfoque, que por desgracia no tiene nada de científico, que se dio a los debates sobre la prioridad de los científicos iba a sentar un precedente que terminaría por convertirse en tradición, vigente aún hoy. Esta vez, Newton tendría que vérselas con un adversario magnífico, aún peor que Hooke, con una talla intelectual que se aproximaba a la suya propia, y una testarudez también equiparable a la suya.

Leibniz cometió un error táctico al acusar a Newton de deshonestidad, lo que desató una vez más su ira ilimitada: enfermó literalmente de rabia. A esto siguió una acre correspondencia entre miembros de las dos facciones, en la cual las dos mentes más privilegiadas de Europa demostraron una impresionante falta de escrúpulos.

La Royal Society decidió formar un comité para investigar el asunto. Newton interceptó el informe expedido por el comité, lo reescribió completamente a su favor, y llegó hasta el extremo de revisarlo anónimamente por su cuenta. Escribió gran número de artículos ofensivos defendiendo su postura, obligando a otros eminentes científicos y matemáticos a publicarlos como suyos. Leibniz tampoco se quedó corto, y la controversia se prolongó en iguales términos hasta su muerte en 1714.

Pero la furia de Newton no se calmaba tan fácilmente. Persiguió a Leibniz más allá de la tumba. Aquellos que iban a verle hablan de sus diatribas espontáneas contra el fallecido filósofo alemán, y prácticamente todos los artículos científicos que Newton publicó a partir de entonces incluyen un furioso párrafo castigando a su desaparecido adversario. Como ahora era imposible que Leibniz pudiera retirar su acusación de deshonestidad, el estigma perduró.

Algunos psiquiatras piensan, con razón, que quizá en la naturaleza más íntima de Newton hubiera una deshonestidad que le impulsase a defenderse tan

encarnizadamente. ¿Pudiera ser que hubiese algo más allá de su herejía, más allá de la ansiedad patológica que le impulsaba a trabajar día y noche, más allá de la incapacidad de soportar cualquier tipo de crítica o acusación? Pudiera ser. Es posible que estuviese aterrorizado por indicios de una homosexualidad reprimida, o por algún otro terrible secreto que era incapaz de afrontar. E incluso en este caso, su rechazo por conocer la verdad acerca de su propia naturaleza le condujo a descubrir secretos aún más profundos de la naturaleza en sí. Su fracaso como ser humano —desde un punto de vista psicológico y de conducta— parece estar inextricablemente ligado al éxito de sus trabajos, a pesar que aún hoy no se haya explicado la naturaleza única de éstos.

Hay una tendencia a creer que, durante los últimos años de vida, Newton desperdició su gran talento. Es cierto que no produjo nada nuevo pero, ¿qué más podía haber producido? Preguntas como ésta carecen de sentido. Y, sin embargo, en el caso de Newton, algo quedaba sin duda pendiente. Tomemos, por ejemplo, su trabajo con la luz. En contra de lo que empezaba a rumorearse, Newton se ciñó a la antigua concepción de la luz, que postulaba que ésta consistía en un chorro de partículas. No obstante, estaba dispuesto a admitir de buena gana que ciertos hechos parecían demostrar que la teoría opuesta, que postulaba que la luz se propagaba en ondas, no andaba descaminada. Si hubiese seguido dedicándole su atención a este asunto, no es del todo improbable que hubiese llegado a una conclusión parecida a la teoría cuántica de la luz, que establece que ésta se compone de ondas y de partículas. Tendrían que pasar 200 años para que al físico danés Bohr se le ocurriese esta teoría, que revolucionaría la física del siglo XX.

No cabe duda de que la genialidad suprema de Newton había decaído cuando llegó a Londres, a la edad de 43 años, pero indudablemente seguía estando en condiciones de competir con cualquier experto de Europa. En 1696, Leibniz había planteado un problema, con la ayuda de su amigo el matemático suizo Bernoulli (el cual le había ayudado a desarrollar su versión del cálculo integral). El problema era el siguiente: se seleccionan al azar dos puntos situados en un plano vertical. ¿Qué trayectoria curva traza un cuerpo pesado sometido a la fuerza de la gravedad al pasar sin fricción del punto superior al punto inferior en el menor tiempo posible? Este problema, denominado braquistócrona (es decir, del menor tiempo) se planteó

como un desafío a los expertos de Europa. Newton se enteró de los pormenores de ese problema al volver a casa después de un duro día de trabajo en la Fábrica de Moneda. Seguía siendo bastante reacio a poner de manifiesto (no digamos en entredicho) su capacidad intelectual en público, tal y como escribió a un colega: «No es de mi agrado [...] que unos extranjeros me instiguen o me tomen el pelo a costa de las matemáticas». A pesar de esta declaración, Newton no pudo resistirse a echarle un vistazo al problema de marras después de cenar, y a las cuatro de la mañana lo tenía resuelto. Se trataba de una curva cicloide, es decir, de una curva plana descrita por un punto de la circunferencia cuando ésta rueda por una línea recta. Al día siguiente Newton envió su solución anónimamente; pero Bernoulli supo enseguida quién era el responsable, lo cual expresó con su celebrado comentario: «Reconozco al león cuando veo su zarpa».

Veinte años más tarde, cuando Newton tenía 74 años, Leibniz decidió volver a poner a prueba a su viejo enemigo y planteó un problema que iba intencionadamente dirigido «a la hermandad de brillantes investigadores matemáticos». Traducido a la jerga moderna, el problema rezaba: «Para cualquier familia de curvas de un solo parámetro: ¿cuáles son las trayectorias ortogonales? La pregunta tenía trampa. Una vez más, Newton recibió el problema al volver del trabajo en la Fábrica de la Moneda, y una vez más lo había resuelto antes de irse a la cama, sorteando la ingeniosa trampa sin problema alguno. Leibniz no hizo ningún comentario; ya no volvería a plantear más desafíos, y un año después fallecería.

El pelo de Newton se había llenado de canas cuando estaba en la treintena, «una metamorfosis causada por el exceso de concentración en sus estudios», en opinión de un colega catedrático. Pero conservaría una excelente forma física hasta el final de sus días. Jamás necesitó gafas, ni perdió un solo diente. Fuentes contemporáneas aseguran que vivía de una manera frugal, que casi rozaba la pobreza. Sus visitantes franceses se quejaban de que en su casa «la comida era incomedible, y la bebida era igual de pobre y escasa». Pero claro, también hay que tener en cuenta que los franceses siempre hacen comentarios por el estilo cuando viajan a Inglaterra. En cualquier caso, las comidas de Newton parecerían frugales sólo en comparación con las costumbres del siglo XVIII. La compra semanal típica en casa incluía un ganso y un pollo, dos pavos y dos conejos; y a su muerte no le

debía menos de siete libras diez peniques a su abastecedor de bebidas (que pueden traducirse en quince barriles de cerveza). Esto difícilmente puede calificarse de santa abstinencia.

Newton continuó siendo director de la Real Fábrica de Moneda hasta su muerte. También se le reeligió año tras año para la presidencia de la Royal Society (a ver quién se atrevía a enfrentarse a él). Incluso después de cumplir los ochenta, acudía puntual a las reuniones semanales, en las que no echó una cabezada más que muy de vez en cuando. Se encargó también de la preparación de nuevas ediciones del *Principia* y del *Optica*, y prosiguió ávidamente con sus especulaciones teológicas, produciendo artículos tales como «Sobre las profecías de Daniel y el Apocalipsis de San Juan» o la «Cronología revisada de los Antiguos Reinos» (en la cual calculó la fecha exacta en que comenzó el mundo, según su interpretación personal de los textos bíblicos). Siempre encontraba algo en lo que ocuparse. Y de acuerdo con su biógrafo y psicólogo Manuel: «El trabajo, ese falso bálsamo contra la ansiedad, se tradujo en una obsesión por copiar cuando no había nada más que hacer».

Durante sus últimos años, Newton estaba al cuidado de su sobrina —que ya había dejado de ser una belleza londinense— y del marido de ésta, que anotaba concienzudamente las anécdotas y recuerdos del fascinante viejo. Newton, el más grande de todos los científicos, murió al fin el 20 de marzo de 1727, a la edad de 84 años.

Se le enterró fastuosamente en la Abadía de Westminster, y su féretro fue cargado por duques, condes y el presidente de la cámara de los lores. Al funeral acudió un inmenso gentío. Voltaire, que se hallaba visitando Londres por entonces, exclamó maravillado: «Inglaterra honra a un matemático de la misma manera que los súbditos de otras naciones honran a un rey que ha desempeñado su cargo satisfactoriamente».

Citas diversas

El epitafio rechazado para la tumba de Newton:

«La naturaleza y sus leyes yacían ocultas en la oscuridad. Dijo Dios: ¡Que se haga Newton! Y reinó la claridad»

Alexander Pope.

Palabras que supuestamente se pronunciaron al contemplar la estatua de Newton en la capilla del Trinity College a la luz de la luna:

«[...] Newton, con su prisma y su rostro impenetrable. Indicio marmóreo de una mente en continuo viaje a través de los extraños mares del Pensamiento, completamente solo.»

The Prelude, William Wordsworth

Introducción de Einstein a una nueva edición del *Optica*:

«¡Afortunado Newton, feliz infancia de la ciencia! [...] Para él la naturaleza era un libro abierto, cuyas palabras podía leer sin esfuerzo alguno. Las concepciones de las cuales se servía para ordenar el material proporcionado por la experiencia parecían brotar espontáneamente de la propia experiencia, de los bellos experimentos que alineaba como si de juguetes se tratase, descritos con cariñosa profusión de detalles [...] La época de Newton hace tiempo que se perdió en el olvido; somos incapaces de vislumbrar el esfuerzo y sufrimiento plagado de dudas de su generación; las obras de algunos grandes pensadores y artistas han permanecido para deleite y ennoblecimiento nuestro y de aquellos que nos sucedan. Los descubrimientos de Newton han pasado a engrosar las arcas del conocimiento válido.»

Definición de fuerza dada por Newton en el *Principia*:

«Una fuerza aplicada es una acción ejercida sobre un cuerpo, con el fin de cambiar su estado, sea de reposo, o de movimiento rectilíneo y uniforme.»

Esta fuerza consiste únicamente en la acción, y deja de actuar sobre el cuerpo en el momento en el que cesa esta acción. Y es que un cuerpo mantiene el estado que se le confiere, únicamente a causa de su inercia. Pero las fuerzas aplicadas tienen orígenes diferentes, como la percusión, la presión, la fuerza centrípeta.

Opinión de Leibniz sobre Newton antes de que se enemistasen:

Leibniz dijo que si se cogían las Matemáticas desde el comienzo del mundo hasta la época de Sir I, lo que él había hecho era sin duda la mejor parte y añadió que había consultado a todos los entendidos de Europa sobre alguna cuestión difícil sin que sus dudas quedasen satisfechas y que cuando escribió a Sir I. le envió la respuesta a vuelta de correo diciéndole que hiciese esto y aquello y que encontró la solución.

«Responsio»: como respuesta a la reina de Prusia.

Extracto de la explicación de Newton sobre el movimiento de los planetas:

«Las fuerzas centrípetas van dirigidas hacia los centros individuales de los planetas».

De lo cual infiero que existen fuerzas centrípetas directamente dirigidas a las masas del Sol, de la Tierra y de otros planetas.

La Luna gira en torno a nuestra Tierra, describiendo con radios que surgen de su centro áreas prácticamente proporcionales a los tiempos en que son descritas, como puede fácilmente deducirse si se compara su velocidad con su diámetro aparente; ya que su movimiento es más lento cuando su diámetro es menor (y por tanto su distancia es mayor), y su movimiento es más rápido cuando su diámetro es mayor.

Las revoluciones efectuadas por los satélites de Júpiter en torno a este planeta son más regulares; ya que describen círculos concéntricos en torno a Júpiter con movimientos uniformes, tanto como puedan percibir nuestros sentidos.

Igualmente, los satélites de Saturno giran en torno a este planeta con movimientos circulares y uniformes, sin ser prácticamente alterados por cualquier excentricidad que haya podido observarse.

Cronologías y obras recomendadas

Cronología de la vida de Newton

- 1642 Nace en el caserío de Woolsthopre, Lincolnshire.
- 1644 Su madre vuelve a casarse y se traslada a vivir a una aldea vecina, dejando a Isaac al cuidado de su abuela.
- 1653 Su madre vuelve a casa al morir su segundo marido.
- 1659 Su madre le pide que vuelva de la escuela a la que asiste en Grantham para hacerse cargo de la granja.
- 1660 Es admitido en el Trinity College, en Cambridge, en calidad de becario.
- 1665 Obtiene su título de Bachelor of Arts (licenciatura) en Cambridge y huye a su casa en Woolsthorpe para escapar de la peste.
- 1665–6 *Annus mirabilis* de Newton, durante el cual recibe la inspiración que le conduciría a formular su ley de la gravitación.
- 1666 Vuelve a Cambridge y es elegido miembro del Consejo del Trinity College.
- 1669 Es elegido catedrático de Matemáticas en Cambridge.
- 1672 Es elegido Miembro de la Royal Society.
- 1678 Sufre la primera depresión nerviosa, producida por la controversia mantenida con Hooke.
- 1687 Publica los *Principia Mathematica*.
- 1693 Sufre un colapso mental tras separarse de Fatio.
- 1696 Se traslada a vivir a Londres y es elegido Guardián de la Fábrica de Moneda.
- 1699 Ascende a Director de la Fábrica.
- 1703 Acepta la presidencia de la Royal Society tras la muerte de Hooke.
- 1704 Publica *Optica*
- 1727 Muere a los 84 años.

Cronología de la época

- 1642 Muere Galileo. Comienza la guerra civil en Inglaterra. El explorador holandés Tasman elabora un mapa de la Tierra de Van Diemen (Tasmania en la actualidad).
- 1643 Fin de la Guerra de los Treinta Años, que deja grandes zonas de Alemania devastadas.
- 1644 Ejecución de Carlos I y proclamación de la Commonwealth; primera vez que triunfa una revolución y da paso a una República en un importante país europeo.
- 1645 Muere Descartes.
- 1660 Fin de la Commonwealth y Restauración de Carlos II en el trono.
- 1664–5 Se extiende la epidemia de la peste por Inglaterra.
- 1665 Muere el gran matemático francés Fermat.
- 1669 El gobierno inglés promulga la constitución en la colonia de Las Carolinas, en América.
- 1688 Revolución Gloriosa: Jaime II parte al exilio y los monarcas protestantes, Guillermo y María, ascienden al trono.
- 1689 Locke publica *Ensayo sobre el entendimiento humano*, que sentó las bases del empirismo.
- 1706 Act of Union entre los parlamentarios ingleses y escoceses, quedando así establecida la Gran Bretaña.
- 1715 Muere Luis XIV, el Rey Sol, en Versalles.
- 1716 Muere el matemático y filósofo alemán Leibniz.

Otras lecturas recomendadas

- Richard S. Westfall: *Never at Rest* (Cambridge, 1996), la biografía más moderna. [La construcción de la ciencia moderna, Barcelona, Labor, 1980.]
- John Fauvel (ed.): *Let Newton Be* (Oxford, 1995), una perspectiva sobre su vida y su obra.
- Frank E. Manuel: *A Portrait of Isaac Newton* (Cambridge, 1968), el mejor estudio psicológico.
- Bernard Cohén (ed.): *Newton* (Londres, 1995), textos, experiencias y comentarios.

- Ivars Peterson: *El reloj de Newton: caos en el sistema solar* (Madrid, Alianza, 1995). Newton y el más allá: caos en el universo.