

El joven Newton

*I read the news today oh boy
About a lucky man who made the grade
And though the news was rather sad.*

Lennon-McCartney

El fin de siglo es pródigo en sorpresas. En las amplias terrazas por las que cae la cultura occidental conviven la sombra del *enfant terrible* y un Odiseo paranoico, el luminoso ejemplo de Pericles y la tierra anhelada. Tal vez por eso vale la pena traer a cuento la figura del joven Newton, porque vivió el teatro de una incesante guerra civil entre el hombre natural, su ser interior, y otro hombre externo, periférico, producto de la civilización y las convenciones de su época. Un fenómeno común de nuestros días, hercúleo, es el de la fama. Voltaire afirmaba que en la Europa de sus días pocas personas leían a Descartes, cuyas obras en realidad habían dejado de surtir efecto. De igual forma, sólo algunas estaban dispuestas a descifrar y a entender el estilo oscuro, en cierto sentido retorcido, de Newton. Sin embargo, termina Voltaire, todos hablan de él. "Every generation throws a hero up the pop chart", canta Paul Simon en nuestros días.

El gran logro de Newton fue reducir a leyes matemáticas las complejas relaciones entre los cuerpos celestes y explicar su comportamiento mediante el concepto de fuerza gravitacional. De hecho, esta teoría física ha proporcionado una explicación cabal de la estructura y movimiento del universo. Por ello ha tenido fanáticos fervorosos, como los tendrían más tarde Einstein, Lenin o Elvis. Uno de ellos fue el médico londinense William Stukeley, quien lo dibuja como un dios. Pero también ha provocado respuestas furibundas, como la de William Blake, quien le atribuía un punto de vista brutal mecanicista y, junto con Bacon, la deshumanización de la naturaleza. Cuando Blake dice: "A Robin Red breast in a cage/Puts all Heaven in a Rage", la jaula es el sistema newtoniano, nos dice Isaiah Berlin. ¡Cuánto ha volado el hombre de ambos mundos dentro de esta caja!

Y es que el Newton que los victorianos consideraron el faro de la racionalidad, el progreso y la virtud moral también navegaba sobre un enorme iceberg hermético, cuya punta eran su laboratorio químico al lado de su cuarto en Cambridge y las correrías por Londres en busca de claves

místicas. ¿Fue Newton el último de los magos antiguos o el primer científico moderno? En la introducción de su semblanza alrededor de la figura de Newton, Fauvel cita el conocido epitafio de Alexander Pope: *Nature, and nature's laws lay hid in night. God said, let Newton be! and all was light.**

Tratar de simplificar la obra de Newton es arriesgarse a caer en la banalidad y la distorsión. Por supuesto, hay que distinguir entre la dificultad de comprender los conceptos newtonianos técnicos fundamentales y la creencia general, que hemos aceptado en cierta forma inducidos por la misma obra de Newton, que el curso de los acontecimientos es predecible y que la naturaleza es controlable. He aquí un boceto del joven Newton.

Isaac Newton no vio nacer a su hijo. Tres meses antes del alumbramiento, el hombre "indomesticado, extravagante y débil" murió en la casa solariega de Woolsthorpe, condado de Lincoln, en el norte de Inglaterra, dejando en este mundo una pequeña fortuna, una finca y un vástago en las entrañas de Hannah Ayscough, con quien había contraído matrimonio apenas seis meses antes. Era octubre de 1642, en el inicio de la primera revolución moderna que había sorprendido al rey de Inglaterra ignorando la palabra dada a sus súbditos. Días después el cuerpo del monarca quedaba allí, inerte, separado de su cabeza, en un ejemplar espectacular público.

El fervor protestante permitió que la muerte de Galileo y el nacimiento del hijo de Isaac Newton coincidieran en el tiempo. Según el calendario Juliano, en la isla la madrugada en que Isaac Newton hijo vio la luz era la navidad de 1642, año de la muerte de Galileo; sin embargo, el calendario Gregoriano que había sido aceptado por los países europeos del continente desde 1582, y que Inglaterra consideraba fatalmente contaminado por el papismo, señalaba el 4 de enero de 1643. Finalmente Inglaterra abandonó el viejo estilo en 1751. Podemos sacrificar lo que simboliza esta anécdota sin perder la substancia, dice Richard S. Westfall en su brillante biografía *Never at Rest* (Cambridge University Press, 1984), ya que la carrera científica de Newton descansa firmemente

* John Fauvel (*et al.*), *Let Newton be* Oxford University Press, N.Y., 1988. 272 págs.

en la obra de Galileo, y entre ambos realizaron la enorme revolución científica que conocemos y disfrutamos ahora.

John Conduit, esposo de la sobrina de Newton, cuenta que cuando éste nació era tan pequeño que podía caber en una olla de un cuarto de galón y tan débil que no podía mantener su cabeza erguida, de manera que tenía que colocársele una almohada alrededor del cuello. Todos pensaban que moriría en cualquier momento, y no fue bautizado sino hasta el 1 de enero de 1643. Al cumplir Newton los 3 años de edad, Barnabas Smith, un viejo clérigo de 63 años que había sido prior en North Withman, poblado vecino a poco más de dos kilómetros de distancia, fue a visitar a un primo, quien ni tardo ni perezoso empezó a hablar de una joven mujer, hija de un *gentry*, un caballero de la localidad. En la charla algo sucedió. Tal vez el primo, en su entusiasmo, empezó a decirle a Barnabas que la familia de la viuda Hannah contaba entre sus miembros gente instruida, como su hermano graduado en Cambridge. En cambio los Newton eran iletrados *yeomen*, es decir, pequeños terratenientes. Barnabas pensó por un momento. Él mismo se había graduado en Oxford y poseía una voluminosa biblioteca sobre teología. Convencido, pues, de lo magnífico que sería tomar por esposa a la viuda Hannah Ayscough, se despidió cuanto antes de su querido primo y tomó el camino.

Aunque nunca pasó de hojear una veintena de ellos, en una enorme libreta de notas que Barnabas comenzó en 1612, y que Newton heredó después, se hallaban resumidas las ideas que habían sugerido dichas lecturas. No fue, desde luego, la pereza del padrastro ante los libros lo que alimentó el recelo del muchacho. Hay otras razones para creer que ni Barnabas ni Isaac aprendieron a amarse mutuamente. Alrededor de los doce años de edad, en la lista de pecados de Newton aparece: "Amenazar a mi padre y a mi madre Smith de prenderles fuego y a la casa con ellos." Ocho años (lapso que duró la presencia de Barnabas) en la mente de un niño que busca la venganza son una eternidad en el infierno.

Una de las primeras acciones del flamante padre fue dejar a Newton en Woolsthorpe con su abuela. La ausencia de la madre debió haber sido un acontecimiento traumático en la vida del pequeño, pues nunca tuvo un recuerdo afectuoso de ella. Incluso su muerte pasó desapercibida. Mientras el vigoroso Barnabas tomaba a su mujer una y otra vez hasta dejar en el mundo tres hijos, en Newton se formaba una personalidad extremadamente neurótica, que, por lo menos hasta la edad madura, a cada momento alcanzaba los bordes del colapso. Barnabas murió a los 71, acrecentando los bienes de Hannah Ayscough y los del propio Isaac Newton hijo.

En sus "Instrucciones", Holdsworth recomendaba a los estudiantes del siglo XVII que no perdieran su tiempo con los pesados y voluminosos libros de notas que se usaban antes, sino que adquirieran libretas de bolsillo de un tamaño más manuable. Newton heredó, como se ha dicho, el enorme libro de notas de Barnabas, casi todo en blanco, y lo llamó "libro de desechos", en franca alusión a su padrastro, cuyo volumen fue un surtidero casi inagotable de hojas sobre las

que redactó importantes ensayos de mecánica y matemáticas. Así que lo que alguna vez Barnabas intentó como un riachuelo de reflexiones teológicas, Newton lo convirtió en el cauce donde habría de correr la tinta, el lecho donde surgió el cálculo y flotaron las primeras ideas que cristalizarían en las leyes del movimiento.

En agosto de 1563, al morir el reverendo Barnabas, Hannah Ayscough regresó a vivir a Woolsthorpe. Tal vez fue ese periodo el más feliz en la vida sentimental de Newton, a pesar de que debía compartir el cariño de su madre con un varoncito y dos pequeñas. Una breve temporada, pues poco menos de dos años después fue enviado al pueblo de Grantham, a unos kilómetros, a cursar la educación elemental. A pesar de su nombre, Free Grammar School of King Edward VI de Grantham, la escuela era una institución fundada hacía más de 300 años cuando Newton ingresó a ella. Allí debió conocer a Henry More, el eminente filósofo platónico de Cambridge, y mientras aprendía latín y más latín y un poco de griego, Cromwell moría, y con él el intento de fundir una tradición revolucionaria popular con algunos de los elementos conservadores del país. Buscando a tientas un reajuste, los ingleses volvieron a la monarquía de los Estuardos.

Es difícil creer que el muchacho que descubrió el cálculo cuatro años después de haber dejado la enseñanza elemental no hubiera sido introducido a la ya floreciente cultura matemática. Tampoco hay indicios de que hubiera estudiado filosofía natural. No obstante, la enseñanza elemental le sirvió, pues, sin excepción, todas las obras matemáticas y la mayoría de sus fuentes de filosofía natural estaban escritas en latín. Además, la poca aritmética que pudo haber absorbido en esa época ciertamente no habría compensado la deficiencia en la lengua cicerónica (aunque Newton también solía denigrar a sus oponentes y adular a sus amigos). Otra característica de la enseñanza elemental durante el siglo XVII era el estudio de la Biblia. Aprendida a través de versiones clásicas, apoyaba el currículum básico y reforzaba la fe protestante de Inglaterra. En el caso de Newton, es probable que el estudio de la Biblia se haya visto estimulado por la biblioteca del reverendo Smith, a fin de emprender un viaje sobre extrañas aguas teológicas.

Una adolescencia solitaria fue el primer capítulo de un largo relato de aislamiento. Sus constantes pleitos con Edward y Arthur Storer, los hijastros del señor Clark, un farmacéutico que vivía en la calle principal de Grantham y quien había aceptado hospedar a Newton mientras cursaba los cuatro años de enseñanza elemental, son prueba de ello. Prefería en todo caso la compañía de mujeres. La señorita Storer y sus amigas gozaron de su habilidad para manejar herramientas y construir muebles para las casas de muñecas. A los chicos había que desplazarlos; a las niñas, maravillarlas. Con el paso del tiempo pareció desarrollarse un incipiente romance, pero no fue Newton, quien recordaba a la señora Vincent (su nombre de casada) como una más de sus amigas, sino ella la que habló de esa flecha que atraviesa los corazones. Hasta donde se sabe, éste fue el primero y el



último contacto “amoroso” con una mujer en su vida. Una mujer que parecía haberlo conocido con cierta profundidad, pues, según recordaba ella, Newton fue siempre “un muchacho sobrio, silencioso, reflexivo, y rara vez se le vio jugar con otros muchachos”.

Pero el amor era un juego más peligroso en el que el joven Newton no podía sentirse un veterano. Las escaramuzas sí que eran divertidas, incluso apasionantes: hurtos, provocaciones, demasiado pan y mantequilla y cerezas desaparecían del territorio de Arthur Storer, así que a las chicas no les extrañó que ambos terminaran enfrascados en una pelea callejera. No satisfecho con haberlo golpeado en el patio de la iglesia, Newton insistió en acabarlo en el salón de clases. Hasta ese momento, no había tenido oportunidad de mostrar su capacidad intelectual, pero a partir de entonces se convirtió en un paladín de la academia.

Al cabo del tiempo, lo que todos en Grantham recordaban de Newton era sus extraños inventos y su extraordinaria inclinación por los trabajos mecánicos. El desván de la casa del señor Clark estaba lleno de herramientas que el muchacho había comprado, empleando en estos adminículos todo el dinero que le enviaba su madre. Muchos jóvenes usaban su tiempo para cumplir con el rito de ser joven, la eterna moda de la dispersión. Pero Newton insistía en trabajar la madera, no sólo en muebles para casas de muñecas, sino también en modelos particularmente significativos. Un molino de viento había sido colocado al norte del pueblo, y los

habitantes de Grantham solían visitarlo para distraerse. Newton lo examinó y lo reprodujo a escala, de tan buena manufactura que, al ponerlo sobre el techo de la casa del señor Clark, funcionó sin ningún contratiempo. Pero no se detuvo allí; mejoró el original adaptándole una noria que movía un ratón atraído por granos de maíz. Newton llamó al ratón su molinero. Fascinado por *Los misterios de la naturaleza y el arte*, de John Bate, pasaba días enteros construyendo, haciendo a un lado los deberes escolares. El maestro lo reconvenía suavemente, pero de ninguna manera Newton estaba dispuesto a abandonar sus artefactos. “Nothing but industry & a patient thought”, respondería años más tarde al preguntársele cómo había descubierto la ley de la gravitación universal. “By thinking on it continually”, en la versión de Voltaire. Como quiera que haya sido, la anécdota de su primer experimento es una muestra de ello. Relatada al conde de Pembroke, Newton recordaba que el mismo día de la muerte de Cromwell se desató sobre Inglaterra una gran tormenta. Al saltar en favor del viento y luego en contra, y comparando sus brinco con los de un día en calma, midió “la vida de una tormenta”. Más tarde, ante sus compañeros afirmó que esa tormenta había sido un pie más intensa que ninguna otra. Vacilantes, todos fueron a observar las marcas hechas por Newton y quedaron perplejos.

No sólo para los muchachos de Grantham, Newton era un enigma y un extraño, con quienes trató patéticamente y en vano de congraciarse fabricándoles linternas, investigando las propiedades de los papalotes a fin de determinar las proporciones ideales y los puntos óptimos donde unir las cuerdas. A su regreso a casa, a los 17, estaba más allá de la comprensión de sus compañeros y de los sirvientes de la finca de Woolsthorpe.

Hannah Ayscough deseaba que se hiciera cargo de las tareas y negocios, pero arrogante y hosco por un lado, distraído y descuidado por el otro, sin disposición incluso para recordar la hora de sus alimentos, aparecía ante los ojos de todos como un tonto y un flojo. Excepto para su tío, el reverendo William Ayscough, quien había recomendado su ingreso a la escuela de Grantham y ahora, al observar la capacidad del muchacho, había resuelto insistir ante su hermana. Alguien así, por más obstinado y extraño que pareciera, poco tenía que hacer en aquel sitio. En el otoño de 1660, mientras Carlos II debía aprender a acostumbrarse a los gajes propios de la corona, un acontecimiento más trascendental tenía lugar en el norte. Isaac Newton regresaba a Grantham, con la universidad en el horizonte. Cuando al fin partió, los sirvientes en Woolsthorpe se abrazaron de alegría, diciendo que era “un bueno para nada excepto para trovar”.

El nombre de Newton aparece en la matrícula de la Universidad de Cambridge el 8 de julio de 1661, junto con el de otros 16 estudiantes recientemente admitidos en Trinity College. Pero, ¿qué acontecía entonces en la esfera de la ciencia y la filosofía?

Aunque la fecha de nacimiento de un movimiento intelectual es arbitraria, la sucesión de hechos que desató la publi-

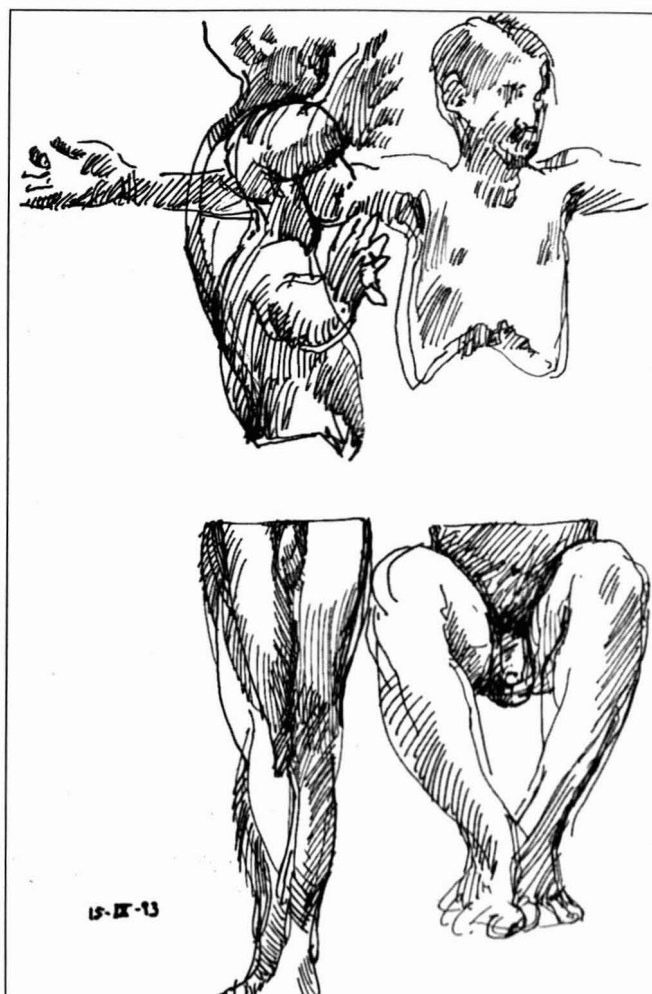
cación en 1543 de *De Revolutionibus orbium coelestium*, escrito por Copérnico, ha llevado a la mayoría de los historiadores a señalar ese año como el inicio de la ciencia moderna. Copérnico propuso una "nueva solución" (pues es bien sabido que él no fue el primero en anunciar un sistema heliocéntrico) al problema central que había ocupado a la astronomía durante 200 años, cuando explicó los movimientos irregulares de los planetas en contraste con la posición uniforme (inalterable) de las estrellas fijas.

Más de medio siglo después, el mayor de sus discípulos, Kepler, completó la estructura del sistema heliocéntrico al abandonar el rasgo distintivo más cercano al espíritu copernicano, el círculo. El mismo año de la publicación de *Astronomia Nova*, también se usó por vez primera el instrumento destinado a convertirse en la principal herramienta de la astronomía. En 1609 Galileo dirigió su telescopio hacia los cielos y al año siguiente comenzó a publicar sus observaciones.

Cuando Newton llegó a Cambridge, hacía más de medio siglo que el mundo letrado había asimilado los trabajos de Copérnico, Kepler y Galileo. Desde el punto de vista de la demostración poco había cambiado. No fue sino hasta el siglo XIX que el péndulo de Foucault proporcionó algo parecido a una demostración directa de que la Tierra gira alrededor de su propio eje, y la observación del paralaje estelar confirmó precisamente el movimiento anual. No obstante, hacia 1661 el debate sobre el universo heliocéntrico se hallaba bien arraigado; aquéllos a quienes les interesaba habían sucumbido a la irreversible elegancia de las elipses sin trabas de Kepler, apoyadas por el sorprendente testimonio del telescopio, sin importar cuán vago pudiera ser. Para Newton, el universo heliocéntrico nunca fue un asunto sujeto a discusión.

Así pues, la astronomía proporcionó el escenario cósmico de la revolución que tuvo lugar en la Tierra. A principios del siglo XVII, Galileo estableció los fundamentos de una nueva ciencia de la mecánica. Al igual que la astronomía, la mecánica tenía una tradición que se remontaba hasta el mundo antiguo; a diferencia de la astronomía, había sido un tema de análisis extenso y productivo durante la Edad Media. Pero incluso con sus modificaciones medievales, la mecánica se rehusaba a aceptar que la Tierra está en movimiento. Para Aristóteles, mover implicaba ser movido; alguien o algo movían. Para Galileo existía un principio de inercia. Además, el clima de la mecánica era propicio para resolver los problemas cósmicos planteados por la nueva astronomía. Si ésta, como se ha dicho, proporcionó el escenario de la revolución científica, la mecánica introdujo su núcleo estable. En términos generales, con este nuevo concepto de movimiento (el principio de inercia) las dificultades que pudieron derivarse a partir del movimiento de la Tierra se disiparon. Hasta antes de Descartes, los filósofos se habían preguntado sobre el movimiento equivocadamente; en vez de preguntar qué mantiene un cuerpo en movimiento, había que indagar qué es lo que lo hace detenerse.

Galileo propuso reconstruir por completo la ciencia del



movimiento, es decir, expresarla en términos matemáticos. Tal vez la astronomía, que siempre había sido una ciencia matemática del movimiento celeste, sugirió el modelo. A la ciencia de los cuerpos en equilibrio del "divino Arquímedes" Galileo le añadió la ciencia matemática de los cuerpos en movimiento. Hacia 1661, las relaciones de aceleración, velocidad, distancia y tiempo, tanto para el movimiento uniforme como para el uniformemente acelerado, se habían convertido en propiedad común de la ciencia. No obstante, la reconstrucción de la mecánica que Galileo había prometido apenas comenzaba a despuntar. La base sobre la cual descansaba su cinemática, el nuevo concepto de movimiento, presentaba dificultades de comprensión no fácilmente superables. Pierre Gassendi había hecho una exposición de este concepto con gran claridad; más adelante, en el mismo trabajo, también había presentado el concepto de ímpetu y aparentemente había dejado de reconocer que ambos eran incompatibles. Diez años después John Wallis repetiría esto mismo. De hecho, en 1661, sólo dos figuras significativas habían adoptado el principio de inercia: Descartes y Christian Huygens. Fue Descartes y no Galileo quien enunció el principio de inercia en la forma como lo aceptamos hoy, al insistir en el carácter rectilíneo del movimiento inercial.

Mientras tanto, habían surgido dos asuntos más respecto de la mecánica, ambos abordados por Descartes. Intentó de-

finir las leyes que rigen la colisión, pero casi nadie las aceptó tal como estaban enunciadas en sus *Principia philosophiae*, así que, al afirmar leyes inadecuadas, legó un problema a la ciencia de la mecánica. En esta misma obra, Descartes intentó definir los elementos mecánicos del movimiento circular, los cuales sólo se convirtieron en un problema con el principio de inercia rectilínea. Una vez más, Descartes falló en su análisis y, al hacerlo, legó un segundo problema. Ambos fueron abordados por Huygens en la década de 1650, pero hacia el año que nos ocupa (1661) no había publicado aún sus resultados. Para quien estuviere interesado, la ciencia de la mecánica hasta ese entonces presentaba más retos que conclusiones.

Al igual que la mecánica, la ciencia de la óptica tenía su propia tradición, si bien más medieval que clásica, y recibió un poderoso estímulo por parte de la astronomía en el siglo XVII. Consciente o inconscientemente, para observar el cielo era necesario emplear la ciencia de la óptica. Implícita en cada observación, la propagación rectilínea de la luz, era necesaria para entender con justeza cuerpos celestiales sobre las cabezas de los hombres.

Al observar eclipses, los astrónomos empleaban artefactos con pequeños agujeros que acarreaban diversos problemas ópticos. De hecho, fue uno de estos problemas (la aparente contracción de la luna mientras pasaba en forma transversal a la cara del sol) lo que motivó a Kepler a iniciarse en la óptica, y el subtítulo de su obra magna, *Astronomiae pars optica* (1604), permanece como un recuerdo del papel embrionario de la astronomía en la óptica.

Entre los principales logros de la óptica luego del trabajo de Kepler se encuentra el descubrimiento de la ley de refracción, un tema explorado por él incluso antes del telescopio, pero que se hizo vital al poseer dicho instrumento. Publicada por Descartes en 1637, la ley senoidal de refracción complementó la ley de reflexión conocida desde la antigüedad. Poco después, Francesco Maria Grimaldi descubrió el fenómeno de difracción, aunque su obra no se publicó hasta 1665. Descartes y Grimaldi indicaron que el punto de atención de la ciencia óptica del siglo XVII no era ya el problema de la visión, que la había ocupado hasta entonces, sino la naturaleza de la luz. Hacia el siglo de Newton se admitía universalmente que la luz era una realidad objetiva, y no una fuerza emitida por un sujeto que mira.

Nadie parecía sugerir una respuesta definitiva a la pregunta fundamental que ahora estaba en boca de los estudiosos: ¿cuál era la naturaleza de la luz? Descartes respondió que se trataba de una presión transmitida en forma instantánea a través de un medio transparente. Gassendi, el restaurador del atomismo, replicó que se trataba de un flujo de partículas diminutas que se mueven a una velocidad inimaginable. Tal respuesta desafiaba no sólo el sentido común, sino también parecía contradecir un fenómeno como el de los dos hombres que se miran en el ojo uno a otro. A pesar de que Descartes había recurrido al improbable argumento de que la presión, como una tendencia al movimiento, obede-

ce las mismas leyes que el propio movimiento, dicha respuesta tenía posibilidades de desarrollo. Su presión continua podía transformarse en pulsos de presión, algunas veces llamados ondas, y los pulsos u ondas podrían salvar las dificultades presentadas por la presión sola. Hacia 1661, al menos dos individuos comenzaron a pensar en estos términos: Robert Hooke y Huygens. Por ese entonces ninguno había publicado una teoría de la luz ni tampoco era evidente que tal teoría resolviera todos los problemas. Además, los términos en los que la ciencia del siglo XVII veía el todo que constituye la naturaleza presentaban otro problema a la óptica, el problema del color.

Así pues, no sólo rodó la cabeza de un rey y sucumbió el héroe del pueblo; también la filosofía aristotélica fue "demolido". Su lugar lo ocupó una nueva filosofía, en la que la máquina, no el organismo, era la analogía dominante. Descartes, quien contribuyó a la mecánica y a la óptica, contribuyó aún más a la filosofía de la naturaleza mecanicista. Si bien no fue el primero o el único filósofo del siglo XVII que abordó el estudio de la naturaleza en términos mecanicistas, y aunque él y otros pudieron servirse del antiguo atomismo, Descartes fue el principal arquitecto de la filosofía mecanicista del siglo XVII. "Nuestros sentidos revelan un mundo de cualidades", vogaba en las mentes de los filósofos hacia 1661. En este año, para un joven atraído por la conmoción de los descubrimientos científicos, la filosofía natural mecanicista posiblemente ofrecía la perspectiva más excitante. Sin embargo, dedicarse a ella implicaba también enfrentar una serie de problemas que no podían soslayarse. A quien deseara hacer filosofía en serio, los sistemas mecánicos rivales le exigían definiciones: el plenum o el vacío, el continuo o las partículas discretas. Para quien quisiera ejercer la religión seriamente, la exclusión del espíritu de la filosofía natural requería que el rigor estuviera por completo comprometido con la sensibilidad cristiana. Quien deseara ser un científico cabal, la aparente incompatibilidad de las explicaciones mecanicistas con las leyes formuladas sólo en función de las matemáticas tenía ante sí un problema igualmente grave.

En la segunda mitad del siglo los dos conceptos de la luz aceptados por la filosofía mecanicista afirmaban que se trataba de partículas de materia en movimiento o bien de pulsos de movimiento transmitidos a través de un medio material.

Ubicada fuera de las fronteras tradicionales de la filosofía natural se hallaba otra área de investigación, la química, la cual afirmaba poco a poco su papel en una empresa que, por sí misma, abandonaba la filosofía natural para transformarse en ciencia natural. La química era mucho más experimental que la filosofía natural. Un estudiante de mecánica trabajaba en su escritorio con papel y pluma. Lo mismo sucedía en la astronomía, hasta que Tycho Brahe y su telescopio dieron origen a un nuevo método. El químico, en cambio, trabajaba con crisoles y alambiques en un horno caliente. Los gentiles académicos le llamaban "el empírico (que antiguamente también quería decir farsante) tiznado". Una

consecuencia del énfasis experimental de la química fue la enorme expansión de su cuerpo de conocimiento empírico. Con ello, estaba en posibilidades de obtener una gran variedad de sustancias. Pero carecía de una adecuada estructura teórica que le diera coherencia y dirigiera la rápida acumulación de información.

En 1661 la química estaba pasando por lo que prometía ser un momento de cambio. Ese año, Robert Boyle, quien ha sido llamado con frecuencia el padre de la química, publicó su obra más famosa, si bien no la más importante, *The Sceptical Chymist*. En ella sostenía una polémica con el concepto aristotélico de elemento y el concepto paracelsiano de principio. Los consideraba hermanos heridos por la misma espada, y lo que proponía en su lugar era la filosofía mecanicista, dividida en partículas diferenciadas sólo por tamaño, forma y movimiento. A partir de diversas combinaciones, surgen todas las apariencias de las sustancias con las que el químico trabaja. Al "mecanizar" la química, Boyle derribó efectivamente las barreras que habían separado esta empresa del resto de la filosofía natural.

La antípoda de la alquimia, con su eterna y exasperante inclinación a ocultar, era la matemática. Donde una se proponía emplear la obscuridad para proteger la verdad de contaminación con alusiones y símbolos, la otra procedía a la luz fría del rigor lógico. La diversidad del mundo intelectual del siglo XVII tal vez no tenga mejor ejemplo que la coexistencia de estas dos profesiones antitéticas. El año de 1661 se publicó la segunda edición latina de *Géométrie*, de Descartes, comentada por van Schooten, la obra más influyente del siglo en matemáticas y que significó un cambio crucial en esta materia. La palabra "análisis", que los matemáticos del siglo XVII emplearon para definir su trabajo, lo unía y a la vez lo distinguía de la labor propia de la geometría antigua. Parte del saber popular de las matemáticas de esa época estaba relacionado con un método, ahora perdido, mediante el cual los antiguos geómetras habían hecho descubrimientos. Las obras de geometría que sobrevivieron mostraron los descubrimientos en el lenguaje familiar de la geometría sintética, partiendo de axiomas evidentes por sí mismos y procediendo a través de pasos ineluctables de lógica geométrica. Los matemáticos del XVII empezaron a resucitar el método del descubrimiento, o análisis, mediante el cual, según su propio convencimiento, originalmente habían sido hechos los descubrimientos. Nosotros aún le llamamos a su creación "geometría analítica", aunque algunos afirman que fue Apolonio de Perga, al reconocer la identidad de los problemas de "aplicación" con los de las secciones cónicas, quien es en realidad el verdadero inventor de esta disciplina.

En su *Géométrie*, Descartes aplicaba técnicas algebraicas al problema. La obra de Descartes empezaba con la afirmación de que cualquier problema en geometría puede reducirse a términos en los que el conocimiento de las longitudes de ciertas líneas basta para su construcción. Las "longitudes de ciertas líneas" se refieren a lo que hoy llamamos coordenadas de un punto, expresión acuñada por Leibniz a

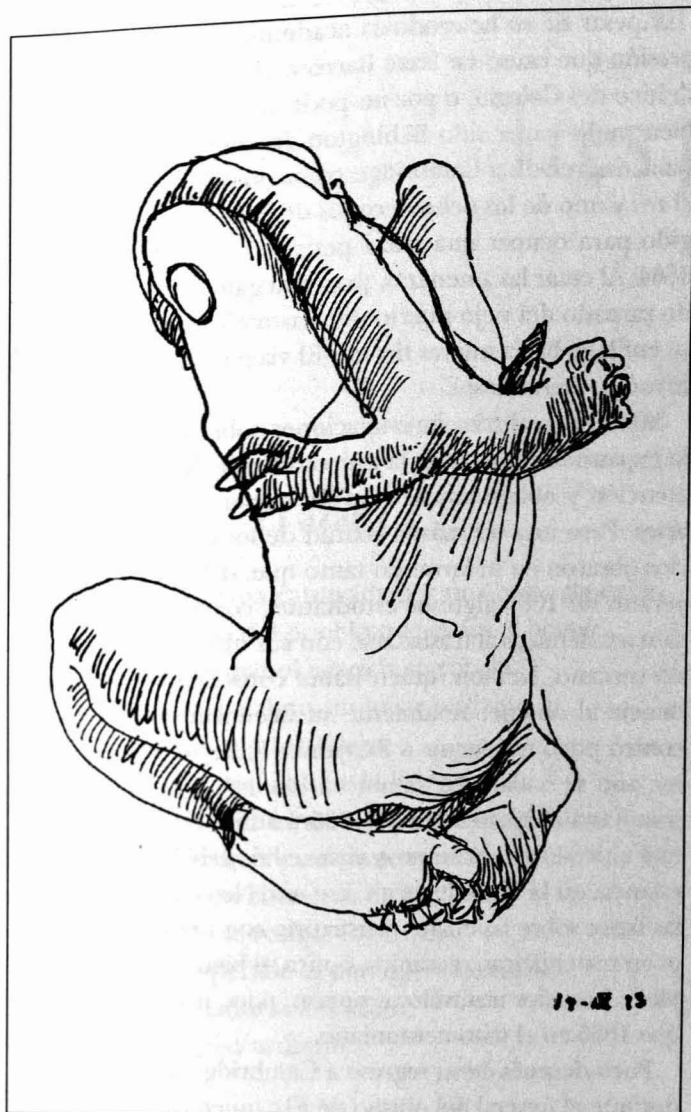
fin del siglo XVII. Descartes rara vez utilizó los ejes en ángulo recto, conocidos ahora como "cartesianos"; trabajaba más bien con diferentes sistemas de coordenadas, en general oblicuas.

Casi al mismo tiempo, otro entusiasta de las matemáticas, Pierre de Fermat, enfrentaba el mismo problema de forma muy similar. Fermat fue más allá que Descartes, pues reconoció que cualquier ecuación de dos incógnitas definen una curva. Él comprendió también la conveniencia de emplear coordenadas perpendiculares. No obstante, Fermat no ejerció tanta influencia en el desarrollo de la geometría analítica como Descartes, ya que, nos hace notar Westfall, mientras Descartes tuvo en su discípulo Franz von Schooten un excelente traductor al latín y un brillante comentarista de su obra, Fermat no tuvo a nadie y sus trabajos permanecieron prácticamente inéditos.

En 1661, menos de cinco curvas de tercer grado habían sido estudiadas y en la mayoría de los casos sus análisis eran defectuosos. Trazar tangentes a las curvas era uno de los problemas principales a los que debía enfrentarse el análisis. Trazar una curva es igual a encontrar la inclinación de una curva en cualquier punto, o lo que llamamos ahora diferenciación. El problema de las tangentes también recibió una solución cinemática, que revela otra faceta de las matemáticas del siglo XVII. Tanto Torricelli como Roberval consideraron las curvas como trayectorias de puntos en movimiento. Desde este punto de vista, la dirección instantánea de un punto en movimiento en cualquier posición en la curva define la tangente. Torricelli empleó este método para determinar tangentes de parábolas de cualquier grado y para determinar espirales. El concepto de una curva como la línea producida por la composición de dos movimientos conocidos no hizo surgir uno nuevo en las mentes de los matemáticos del siglo XVII. Sin embargo, el enfoque cinemático a las matemáticas reveló sobre todo su afinidad con la ciencia mecánica. Ofrecía también un nuevo sendero por el cual un nuevo análisis podría continuar hacia territorios ignotos. Durante la primera mitad del siglo XVII, los matemáticos se ocuparon ampliamente de otro asunto que no estaba en un principio dentro de las características del análisis: el problema de calcular áreas bajo curvas y volúmenes encerrados por superficies curvas.

A grandes rasgos, éste era el panorama intelectual de 1661. Newton el provinciano se hallaba en el cruce de caminos insospechados para los habitantes de Lincolnshire. Hacia el norte, se extendía la tierra polar de las matemáticas, donde uno debe aprender a respirar la vigorizante atmósfera del rigor. Hacia el sur se levantaba la selva tropical de la alquimia, con su extraña y mítica fauna. Entre ellas se hallaban zonas templadas, propicias para la investigación experimental. En Cambridge, Newton descubrió que un mundo nuevo había sido descubierto. Descubrió también algo aún más importante. Los primeros viajeros sólo habían reconocido sus costas.

El fermento del puritanismo inglés del siglo XVII no animaba las calles de Oxford. Era el campus de Cambridge el



que había crecido de manera considerable. Frente a una sociedad con decenas de individuos sometidos a una gran movilidad, y por tanto en una situación inestable en cuanto a estatus (riqueza, educación, poder, posición, etcétera), surgían los muros universitarios, con su jerarquía aguda y añejamente cristalizada. Alrededor de 1661, el programa de estudios de Cambridge se hallaba en un estado de descomposición avanzado. El sistema de tutores dentro de los colegios, que había sustituido sobre todo a los catedráticos universitarios, estaba siguiendo su propio desarrollo peculiar. Tan sólo una pequeña minoría del cuerpo docente estaba comprometido en tutorías, y sólo para aumentar sus ingresos. El resto, que percibía un sueldo y dividendos a cambio de nada, se refería con sorna a aquéllos que eran tutores como “traficantes de alumnos”. Durante la época de Newton, su propio tutor, Benjamin Pulleyn, fue el campeón de los “traficantes” de Trinity. Entre 1660 y 1664, periodo que le tomó a Newton graduarse, Pulleyn fue tutor de 57 alumnos.

Como todos, Newton había de atravesar el tortuoso sendero de la jerarquía universitaria. Un *sizar* era un estudiante que por sus escasos recursos económicos debía servir a otros compañeros con objeto de obtener algunos ingresos más.

No deja de ser extraño que Newton haya ingresado a Cambridge incluso como *subsizar* de Humphrey Babington, hermano de la señora Clark de Grantham, pues en su calidad de heredero de pequeños terratenientes lo único que Newton nunca padeció fue la escasez de recursos económicos. Tal vez Hannah Ayscough le escamoteaba el dinero como un reproche por no haber tomado las riendas de la hacienda. Por lo demás, Newton estaba acostumbrado a ser servido, lo cual quizá haya acrecentado su propensión a la soledad. Si alguna vez pensó que los compañeros de Grantham habían quedado atrás, estaba equivocado. En Trinity se hallaban de nuevo, con otros nombres, pero allí estaban, sólo que ahora debía servirles la comida y la cerveza, lavar sus platos y limpiar sus bacines.

Con excepción de John Wickins, su compañero de cuarto, Newton nunca trabó amistad significativa con nadie, no obstante haber permanecido en Trinity hasta 1696, e incluso su relación con Wickins fue ambigua. Quiso acercarse a los pensionados, como lo era el mismo Wickins, pero éstos lo veían como un oportunista, una figura extraña tolerada sólo porque siempre tenía dinero para prestar. De hecho, la usura llegó a ser un pequeño negocio y una manera de relacionarse con ellos y con los *sizars*. Como se ha dicho, la mezquina pensión de su madre, que no era suficiente para convertirlo en un pensionado pero aparentemente mayor que la de un *sizar*, fue el primer impulso hacia el aislamiento. De cualquier manera, esto parecía inevitable.

En el verano de 1662 tuvo una crisis moral. Al hacer examen de conciencia, enlistó sus pecados en clave, a fin de que no los vieran los ojos equivocados. En dicha lista señaló haberse “bañado en día sagrado”. Junto a la fuerte dosis de lógica aristotélica, la cual proporcionaba al igual que la ética (aristotélica también) y la retórica los fundamentos para el estudio de la filosofía de Aristóteles, y que alcanzaba su culminación en los debates formales conducidos por silogismos, se levantaban las tabernas, los cafés y los lupanares. Adentro y afuera la luz y el movimiento eran apariencias extrañas.

La filosofía europea cambiaba. El vigor intelectual había abandonado hacía tiempo el aristotelismo académico, que se hallaba convertido en un ejercicio practicado de memoria y sin entusiasmo. Hacia fines del siglo XVII, casi todas las cátedras universitarias se convirtieron en prebendas. Las discusiones en las escuelas públicas, los ejercicios climáticos señalados en los programas de estudio, se convirtieron con el tiempo en repeticiones mecánicas sin significado. Además, la universidad se dispersó desde el verano de 1665 durante un año y medio a causa de la peste. Así, con la mayoría de los profesores considerando a sus alumnos como feudos francos de los que se podían beneficiar sin ningún deber recíproco, y los exámenes cada vez más relajados, no debe sorprender que Newton no se entusiasmara por sus lecturas académicas y siguiera el camino del autodidactismo. Además, en el ambiente flotaba la obra de Descartes.

Sin subestimar la importancia de la filosofía de Aristóteles en su vida, en el libro de notas en el que había plasmado los

frutos de su estudio, avanzando desde cada extremo, dos páginas dedicadas a la metafísica de Descartes interrumpían bruscamente el aristotelianismo de los textos que estaba leyendo. Pocas hojas adelante anotó: "Quaestiones quaedam Philosophae", y luego: "Amicus Plato amicus Aristoteles magis amica veritas." Cualquier cosa que hubiera relativa a la verdad en las siguientes páginas nada tenía que ver con Platón o Aristóteles. Son en realidad notas sobre Descartes y decidió ir en su búsqueda, lo cual lo condujo necesariamente de un autor a otro. Finalmente encontró su razón de estar en Cambridge.

En un grado notable, las "Quaestiones" prefiguran los problemas sobre los cuales se avocaría en su carrera científica y el método con que los abordaría. Estableció 45 títulos bajo los cuales organizó los productos de sus lecturas, empezando con temas generales sobre la naturaleza de la materia, lugar, tiempo y movimiento, seguidos de notas sobre el orden cósmico, y luego sobre un gran número de cualidades táctiles (como rareza, fluidez, suavidad); enseguida, cuestiones sobre movimiento violento, cualidades ocultas, luz, colores, visión, sensación en general, para concluir con un conjunto misceláneo de temas, de los cuales no todos parecen haber estado en la lista inicial.

Desde la perspectiva de la filosofía natural, las "Quaestiones" fueron las primeras de la serie de especulaciones que forman la urdidumbre sobre la cual Newton tejó la obra de su carrera científica. A lo largo de su vida, dichas especulaciones se tradujeron en un conjunto limitado de fenómenos cruciales, que probablemente funcionaron ante sus ojos como claves para la comprensión de la naturaleza. Newton fue un factor poderoso que contribuyó a que el procedimiento experimental convirtiera la filosofía natural en ciencia de la naturaleza. Cada afirmación en estos pasajes era un experimento implícito, una observación de un fenómeno crítico que debía mostrarse si la teoría fuera cierta: ¿Surgen los colores de la mezcla de oscuridad y luminosidad? Si es así, las letras negras sobre la página blanca impresa debían verse coloreadas a una cierta distancia.

La filosofía natural no fue el único campo que descubrió. A los seis meses de haberse iniciado en el estudio de las matemáticas (lo cual probablemente pudo haber sucedido en la primavera o el verano de 1664, es decir, a los 22 años) algunas de sus anotaciones habían cambiado de manera imperceptible a investigaciones originales. Al cabo de un año, sin necesidad de tutoría, aunque sin duda estimulado por la figura de Isaac Barrow, primero en ocupar la cátedra Lucasiana, que ahora sustenta Stephen Hawking, otra figura trágica, maravillosa y extraña, Newton dominaba todos los adelantos del análisis del siglo XVII y comenzaba a seguir su propio camino hacia el análisis superior. A fin de llevarlos a una conclusión productiva, debía ganarse una posición permanente en Cambridge, pero los premios universitarios no se otorgaban por ser un excelente matemático o un brillante filósofo natural y en sus tres primeros años Newton no se había distinguido de ninguna manera.

A pesar de su heterodoxia académica, y quizá por la impresión que causó en Isaac Barrow, el más importante catedrático del Colegio, o por un poderoso intercesor, que muy bien pudo haber sido Babington (recuérdese que Newton había ingresado a Cambridge como *subsizar*), quien fue fiel al rey y uno de los ocho decanos de Trinity, Newton fue elegido para ocupar una plaza pensionada el 28 de abril de 1664. Al cesar las amenazas, ¡hasta su gato engordó! Habiendo zarpado del viejo puerto del aristotelianismo académico, se enfilaba hacia nuevas tierras. El viaje fue ligero y activo, y los años, maravillosos.

Mientras realizaba investigaciones sobre la curva o sobre la expansión binominal, la universidad le demandaba cierta atención y obligaciones, a fin de cursar su licenciatura en artes. Pero una vez más la laxitud de los estudios universitarios obraron en su favor. En tanto que, debido a la peste del verano de 1665 algunos estudiantes continuaron sus estudios académicos al trasladarse con sus tutores a algún poblado cercano, Newton, quien había consolidado su independencia al obtener finalmente su licenciatura en artes, encontró poco útil seguir a Benjamin Pulleyn, y en agosto de ese año se hallaba en camino a Woolsthorpe, y no regresó sino hasta el 20 de mayo de 1666. La historia de la manzana está ubicada en el campo, y si sucedió, debió ser durante su estancia en la finca materna. Ese año Newton había sentado las bases sobre las cuales construiría con mayor certeza, tanto en matemáticas, mecánica, óptica, si bien nada estaba completo. Los años maravillosos no son, pues, más deslumbrantes que 1666 en el mito newtoniano.

Poco después de su regreso a Cambridge, a fines de 1667, durante el funeral del obispo de Ely, quien fue acompañado por el pleno de la comunidad académica con todos sus distintivos de acuerdo a sus rasgos y grados, Newton debió recordar que se hallaba solamente en el primer escalón de la jerarquía universitaria y que muchos otros destacaban sobre él. Allí inició su camino hacia la cátedra Lucasiana. Primero se enfrentó a la posibilidad de ser aceptado por la comunidad académica en calidad de *minor fellow*. Como tres años antes con la plaza pensionada, todo su futuro dependía de esta elección. Determinaría su presencia en Cambridge y la libertad de proseguir sus estudios, o bien su regreso al condado de Lincoln, tal vez a la vicaría del pueblo que las conexiones familiares le hubieran proporcionado, donde muy probablemente habría languidecido por falta de libros y la distracción de insignificantes obligaciones. Al igual que tres años antes, sus oportunidades eran escasas. De cualquier forma, los estudios heterodoxos no eran peores que dejar de estudiar del todo en un sistema universitario en descomposición. El primero de octubre de 1667, a las ocho de la mañana, una campana convocó a los titulares a la elección. La campana llamó de nuevo a la una del día siguiente a los elegidos para que prestaran juramento. Uno de ellos era Newton. ♦