

GUIA N° 8

Isaac Newton: hacedor de universos

*No sé qué puedo parecer
a los demás, pero me siento
como un niño que juega
a la orilla del mar,
que se distrae de vez en
cuando al encontrar
un caracol más bonito
que los demás, mientras el
gran océano de la verdad
sin descubrir se extiende
ante mis ojos.*

Isaac Newton

Ya en el prefacio de los *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*, Halley decía, refiriéndose a Newton, que "a nadie le fue concedido aproximarse tanto a los dioses". En los trescientos años que nos separan de aquella publicación, los homenajes y las expresiones de asombro ante Newton y su obra principal se han ido acumulando desde el jocoso comentario de Hume, quien señaló que "no había cuerpos celestes cuyo movimiento Newton no hubiera explicado, con excepción del de las mujeres", el más solemne de Laplace, que calificó a los *Principios* como "obra cumbre del pensamiento humano", hasta la encendida admiración de Einstein en el artículo conmemorativo del bicentenario de la muerte del gran físico. Prodigioso, monumental, grandioso... no hay aumentativo que se haya dejado de aplicar... y en ningún caso puede considerarse una exageración. Los *Principios* de Newton inauguran de manera formal y orgánica la física moderna, resumen un siglo y medio de búsqueda y tanteo -en el que hay que incluir figuras del calibre de Copérnico, Galileo, Giordano Bruno, Tycho Brahe, Kepler, Descartes-, unifican de golpe toda la mecánica del mundo, establecen leyes que describen el movimiento de todos los cuerpos, fundan una metodología, derrumban para siempre la concepción aristotélica y fabrican un nuevo universo, limpio y vacío, donde las leyes de la física se cumplen con geométrica pulcritud.

Los siglos XVI y XVII presenciaron el derrumbe del sistema geocéntrico de Tolomeo y el lento y firme proceso de separación entre la física y la teología. En 1547, Copérnico ubica el Sol en el centro del sistema solar, y más tarde Kepler encuentra las leyes que rigen el movimiento planetario. Sus órbitas elípticas, de paso, introducen una cuña empírica -y conceptual- en la perfecta circularidad de los cielos, ya bastante maltrecha por los descubrimientos telescópicos de Galileo. Sobre la Tierra, este último sienta las bases de la mecánica, al encontrar -entre otras- la ley de la caída de los cuerpos y rozar el principio angular de la nueva física.

El principio de inercia destruía la clasificación tradicional entre movimientos "naturales" y "violentos", y la distinción entre el reposo y el movimiento uniforme y rectilíneo, quebrando el espinazo de la física aristotélica. Pero quebrar una física no significa construir otra. Limpiar los cielos de esferas y epiciclos, demoliendo el cosmos tolemaico, no implicaba la construcción de un nuevo cosmos. Hacía falta fabricar un nuevo escenario donde pudieran desplegarse la física y la astronomía, un marco que sirviera de soporte al universo. Y ésta fue, precisamente, la obra de Newton.

No la única. Cualquiera de sus otros descubrimientos, sea en el terreno de la óptica, sea, especialmente, la creación -en forma independiente y contemporánea con Leibniz- del cálculo infinitesimal, le hubiera garantizado un lugar de honor en la historia de la ciencia. Su larga vida, en la que alcanzó la cima del prestigio científico y la presidencia de la Royal Society, ofrece facetas múltiples, algunas bastante extravagantes, como la dedicación y el tiempo que empleó en especulaciones alquímicas y teológicas tratando de fijar la fecha exacta del Diluvio Universal o del Segundo Advenimiento. Pero más allá de estas peripecias, es con la publicación en 1687 de los *Principia Mathematica Philosophia Naturalis* (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural) con los que lleva a cabo una hazaña muy poco usual: fabricar un mundo completo.

Los *Principia* exponen la física como un conjunto de proposiciones, axiomas y definiciones, con riguroso estilo matemático. Ya en el primer libro enuncian la ley de inercia, la de proporcionalidad entre la fuerza y la aceleración, y el principio de acción y reacción. La primera había sido utilizada por Galileo y enunciada por Descartes; la segunda había sido empleada con éxito por Huygens. Pero es en los *Principia* donde se elevan a la categoría de cimientos, de leyes fundadoras de toda la mecánica y válidas para toda la materia. Con estas tres herramientas, Newton desarrolla la dinámica de la masa puntual demostrando, entre otras cosas, la ley kepleriana de las áreas como un teorema e, inversamente, demuestra también que un cuerpo que cumpla las leyes de Kepler se mueve según una fuerza central inversamente proporcional al cuadrado de la distancia. En este primer libro, y en el segundo, establece sobre bases firmes la cinemática y la dinámica, como preludeo al tercero, promisoriamente titulado *Sistema del mundo matemáticamente tratado*.

Y es allí donde enuncia su Ley de Gravitación Universal. Dos cuerpos cualesquiera, en lugares cualesquiera, se atraen con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Dos cuerpos cualesquiera, en dos lugares cualesquiera... es muy difícil transmitir la fuerza prodigiosa de esta síntesis. Dos cuerpos cualesquiera... La manzana que cae del árbol y la Luna que no cae, la gota de lluvia que se abre paso en la atmósfera y los satélites de Júpiter descubiertos por Galileo responden a la misma ley. La fuerza que nos mantiene a nosotros, los hombres, sujetos a la Tierra, mantiene los planetas en sus órbitas, es causa de las mareas y actúa, entre el Sol y las estrellas más lejanas, con matemático rigor. Las esferas celestes tolemaicas -y aun las copernicanas-, los torbellinos de Descartes, la separación entre cielos y Tierra, entre mundo sub y supralunar, desaparecían. Después de ciento cincuenta años de especulación, avances y retrocesos ("Si yo vi más lejos -dijo Newton- fue porque pude montarme sobre los hombros de tres gigantes: Copérnico, Galileo y Kepler") el mundo estaba explicado.

Pero, en realidad, el mundo no estaba solamente explicado. En verdad, el mundo había sido reconstruido, se había fabricado un escenario nuevo. Porque, ¿dónde ocurrían todas estas cosas? ¿En qué lugar se cumplen las leyes de la física? ¿Y cuándo? El cosmos aristotélico era un lugar cerrado por la esfera exterior de las estrellas fijas, fuera de la cual no había nada, y dentro de la cual el espacio estaba rigurosamente jerarquizado: espacio perfecto y supralunar, espacio imperfecto y mudable sublunar, donde cada cuerpo se movía según un sistema de lugares previamente asignados, y donde no existía el vacío. Cuando Copérnico alteró la visión geocéntrica, mantuvo las esferas y la finitud del universo -o por lo menos no se metió mucho con ellas Kepler argumentó en favor de la finitud del cosmos y la existencia de la esfera de las estrellas fijas. Galileo no incursionó demasiado profundamente en el problema de la unicidad del mundo. En el año 1600, Giordano Bruno había sido quemado -entre otras cosas- por postular un espacio infinito, con infinitud de sistemas solares, y en el que todos los lugares eran equivalentes, uniformemente llenos de materia sutil. El sistema de Descartes es, probablemente, el primero que presupone un espacio indeterminado, también lleno -Descartes afirma la imposibilidad lógica de la existencia del vacío- de materia sutil, cuyos torbellinos aportaban la cantidad de movimiento constante para el funcionamiento del mundo. Indeterminado, no infinito, palabra que reserva sólo para Dios.

¿Y el sistema de Newton? ¿Dónde y cuándo ocurre? En el marco del espacio absoluto y vacío, sobre el que fluye el tiempo, uniforme y matemático. Es el espacio y tiempo de Euclides, el mundo de la geometría, donde los cuerpos interactúan según leyes deducidas matemáticamente de algunos principios generalizados por inducción. No hay lugares ni momentos privilegiados -el espacio se extiende infinitamente hacia todos los lados, y en el tiempo, hacia atrás y hacia el futuro-. Esta geometrización no es una simple especulación, sino que es necesaria para que las leyes que descubren los *Principia* puedan funcionar -están implícitos en ellas-. Si un móvil sobre el que no actúa ninguna fuerza se mueve siempre sobre una línea recta, debe encontrar siempre regiones donde moverse. Si el sistema estelar no colapsa sobre sí mismo por acción de la gravedad, siempre, y a toda distancia, se deberán encontrar estrellas, en número infinito, entre las que la fuerza de gravitación actúa en forma instantánea y a distancia, a través del espacio vacío. Y si se quiere encontrar que los fenómenos cumplan las leyes y propiedades deducidas geoméricamente, el espacio-tiempo debe también ser geométrico, euclidiano, plano, infinito y único. El espacio de Newton es un espacio profano, sin lugares distintos o especiales y sin jerarquías sacralizadoras: es un espacio laico, sin lugar para los ángeles. Es el escenario ideal para que actúen los científicos del Iluminismo, es el mejor sitio imaginable para creer en la razón.

Notablemente, Newton no compartía para nada esta postura más bien volteriana. Muy por el contrario, tanto él como los teólogos ingleses Bentley, Harris, Clarke y Derham creyeron ver en los *Principia* una base perfecta para la fundación de una teogonía natural de cuño newtoniano y una imagen del mundo donde la Providencia estaba presente según las exigencias del anglicanismo latitudinario. Incluso pensaban que el sistema newtoniano evitaba el mecanicismo y el ateísmo supuestamente implícitos en el sistema cartesiano, defectos que se agregaban al no despreciable de ser falso. Newton mismo contribuyó activamente a sustentar esta postura y en sus últimos años llegó

casi a identificar a Dios con el espacio absoluto, algo así como un éter invisible y omnipresente, cuya divina y continua intervención permitía el funcionamiento de las leyes físicas y la acción a distancia de la gravitación universal.

Buena parte de estas cuestiones ocuparon la polémica siguiente a la aparición de los *Principia*. La mecánica newtoniana, aunque rápidamente aceptada en Inglaterra, encontró más resistencias en Europa, donde debió luchar con paciencia kuhniana contra los torbellinos y la física del *plenum* de Descartes. Voltaire, newtoniano acérrimo, comentaba risueñamente:

"Un francés que llega a Londres encuentra las cosas muy cambiadas en filosofía, como en todo lo demás. Ha dejado el mundo lleno: se lo encuentra vacío. En París se ve el mundo compuesto de torbellinos de materia sutil; en Londres no se ve nada de eso..."

El problema de la fuerza de atracción y su acción a distancia no fue el menor de los escollos, y la polémica entre Newton y Leibniz sobre la prioridad en el descubrimiento del cálculo infinitesimal erizó y emponzoñó la resistencia. Sin embargo, a mediados del siglo XVIII, el nuevo sistema del mundo estaba firmemente asentado, y aun los cartesianos más recalcitrantes se batían en retirada. La predicción del regreso del cometa Halley aportó una prueba formidable y Newton, y la física de Newton, se convirtieron en el paradigma de la física y de toda ciencia. No hubo disciplina que no aspirara al rigor newtoniano.

Lo interesante es que el sistema de Newton logró un triunfo cartesiano y se asentó como un sistema puramente mecánico, libre de las desafortunadas especulaciones de su propio autor sobre la intervención de la Providencia para garantizar a cada instante el cumplimiento de la Ley de Gravitación Universal. El espacio absoluto, infinito, vacío, profano, geométrico y euclideo de Newton, sobre el que fluye el tiempo continuo y matemático, se impuso como visión del cosmos... y así se quedaría durante más de dos siglos, hasta que las poderosas manos de Einstein lo curvaron, sometiéndolo al rigor de nuevas geometrías.

El problema -perturbador, por cierto- de la acción a distancia fue discretamente obviado y la naturaleza de la fuerza de atracción sobre la que Newton afirmó al principio "que él no forjaba hipótesis" y que la trataba como una fuerza matemática, fue asimilada como una propiedad más en la materia sobre la que, precisamente, no se hacían hipótesis. El problema quedó pendiente y otra vez hubo que esperar hasta 1915, cuando Einstein, al enunciar su Teoría General de la Relatividad, rehizo -una vez más- el cosmos. (Moledo, 1994)

Texto extraído de:

Moledo, L. (1994). *De las tortugas a las estrellas. Una introducción a la ciencia*. Buenos Aires: A-Z Editora S.A. (pp 88-91)