

La gravedad en Bruno, Kleper y Newton. La distribución de la materia y sus implicaciones cosmológicas
Gravity in Bruno, Kleper and Newton.
Distribution of matter and cosmological implications

M. DIEGO PINTADO

Universidad del Salvador (Argentina)

recibido: 14.03.2016

aceptado: 27.07.2016

RESUMEN

En este breve trabajo se describe en modo sucinto el papel fundamental y determinante del problema de la gravitación universal en la historia de la cosmología moderna, indagándose asimismo los factores que le dieron origen, principalmente la proposición de la formulación de la ley de gravedad, sus antecedentes, y a su vez se repasan los problemas astrofísicos, astronómicos y filosóficos de este nuevo esquema cosmológico. El esquema de esta monografía transita un breve examen epistemológico, luego un repaso por el origen y gestación del concepto de gravitación universal, y finalmente un análisis del desarrollo de la cosmología moderna, o newtoniana, entorno a los problemas implicados por la ley de gravedad.

PALABRAS CLAVE

GRAVITACIÓN, COSMOLOGÍA NEWTONIANA, ASTROFÍSICA,
ATOMISMO, HISTORIA DE LA CIENCIA

ABSTRACT

This paper treats on the problem of universal gravitational force in the history of modern cosmology: the originating factors of the problem, even in Bruno's philosophical works, and the Newton's law of universal gravitation and its precedents. It shows the philosophical and epistemological background of this subject in pre-modern and early modern science.

Claridades. Revista de filosofía 8 (2016), pp. 23-48

ISSN: 1889-6855 ISSN-e: 1989-3787 DL: PM 1131-2009

Asociación para la promoción de la Filosofía y la Cultura (FICUM)

ence. The structure of this paper relies on an epistemological problem about Aristotelian and non-Aristotelian ontologies of matter, about early modern atomistic theories, and finally about the resultant cosmology model in the 18th century.

KEYWORDS

GRAVITY, NEWTONIAN COSMOLOGY, ASTROPHYSICS, AT-
OMISM, HISTORY OF SCIENCE

I. INTRODUCCIÓN: LA CUESTIÓN DE LA GRAVEDAD COMO DETERMINANTE COSMOLÓGICO

EL ESTUDIO DE LAS COSMOLOGÍAS CIENTÍFICAS de todos los tiempos, presenta como principal factor determinante y constitutivo de las mismas lo que en términos modernos denominamos *gravedad* o *gravitación*, pero que en el fondo a lo que se remite es al fenómeno del *movimiento*: el *movimiento* es la palabra clave en las cosmologías, el fenómeno central, tanto entre los antiguos como entre los modernos físicos y desde ya los contemporáneos. Es el movimiento el concepto que interesa a Aristóteles y cuya definición le permite elaborar un sistema cosmológico propio. En cualquier caso, la pregunta de Aristóteles y la de Newton fue la misma: por qué se mueven los cuerpos, por sí mismos, de una dirección a otra; por qué se unen o tienden-hacia. Aristóteles llamó a este fenómeno *movimientos naturales*. En tiempos modernos, se lo llamará *gravitación*. Pero se está hablando en ambos casos del mismo fenómeno; y en ambos casos es la explicación y comprensión de este fenómeno lo que determinará un sistema cosmológico.

II. LA COSMOLOGÍA DE LOS FILÓSOFOS Y LA COSMOLOGÍA DE LOS MATEMÁTICOS

Altro è giocare con la geometria, altro è verificare con la natura.
("Una cosa es jugar con la geometría
y otra diferente es verificar con la naturaleza")
Giordano Bruno, *La cena de le ceneri*.¹

Es pertinente preguntarnos si los hoy llamados *físicos* fundacionales de la modernidad eran hombres consagrados a lo que en ese entonces se entendía por ciencias físicas o de la naturaleza o consagrados a lo que en

¹ *Opere di Giordano Bruno*, vol. I, Lipsia, Weidmann, 1830, p. 188.

ese entonces se entendía por las matemáticas. Su importancia no es menor si consideramos que la conformación de un sistema cosmológico no será el mismo en manos de matemáticos que en manos de los filósofos naturales. Y el problema en cuestión en este breve trabajo monográfico, a saber, la gravedad, no será pensado y concebido en el mismo modo y en los mismos términos por un filósofo natural que por un matemático. No es la misma la manera de tratar el problema de los movimientos de las cosas en la física: la cosmología resultante puede ser por completo diferente. Incluso la psicología intelectual del filósofo y del matemático difieren notablemente en este sentido, como lo explica el psicólogo Kurt Lewin en un artículo donde estudia comparativamente el pensamiento cosmológico aristotélico y el galileano a la luz de una *psicología de las cosmologías*². Lewin no hace la misma distinción que hacemos aquí, pero observa un rasgo fundamental en el modelo aristotélico, y es la carga ontológica de categorías y clasificaciones de los cuerpos a diferencia de la simplicidad ontológica de los mismos en Galileo: esa diferencia que traza Lewin la integramos a la que hacemos aquí entre matemáticos y filósofos naturales.

Hoy es poco menos que indistinto si un físico es a la vez matemático. Inclusive en los estereotipos del imaginario común aparece el físico inseparable de un pizarrón atestado de fórmulas matemáticas. Toda la física de hoy es representación matemática; las matemáticas —y ya ni siquiera la lógica— brindan el veredicto final sobre la fuerza o debilidad de una teoría. Inclusive, en una contienda en la que las matemáticas y la lógica se vieran enfrentadas, en la física contemporánea prevalecerán los argumentos matemáticos en desmedro de toda lógica. Para bien o para mal, los razonamientos y la filosofía tuvieron durante el desarrollo de la física moderna ese veredicto final. Poco a poco se fue desplazando de la filosofía a las matemáticas. Recordemos que tradicionalmente la física era denominada *filosofía natural*. Es decir: claramente, y fuera de toda duda, se trataba de una rama de la filosofía. Y así lo fue hasta Newton. Él mismo se declaró *filósofo experimental*, y el problema de la gravedad no surge sino como un problema propio de un filósofo natural, y no de un matemático.

² “Der Übergang von der aristotelischen zur galileischen Denkweise (in Biologie und Psychologie)”, publicado en *Erkenntnis*, vol. IX, Leipzig 1931. Hay una versión de este artículo en inglés, “The conflict between Aristotelian and Galilean modes of thought in contemporary psychology”.

co: por eso es que este problema no surge, ni su noción, en un total y auténtico matemático, un *faber* por excelencia, como Galileo.

Los primeros en llamarse *physikoi* fueron los filósofos griegos más arcaicos que investigaban la naturaleza: de Tales a Demócrito. Luego no se volvería a usar ese término hasta muy recientemente. El que se utilizó fue *filósofos*, o sea: debe quedar en claro que estos asuntos fueron competencia exclusivamente, siempre, de la filosofía. No como ahora: desde hace más de un siglo, es competencia exclusiva de los matemáticos, y el precursor fue Galileo, quien nunca fue un filósofo sino un matemático, o sea, algo más próximo a un ingeniero, a un *faber*, que una filósofo.

El hallazgo de la noción de gravedad es algo más propio de una inquietud filosófica por comprender el fenómeno de los movimientos que de un problema matemático. Es importante saber esto, porque a esta noción, clave para la cosmología moderna, no se arriba por la vía matemática sino por la indagación de estos fenómenos que ocuparon ya en la antigüedad a Aristóteles. En tiempos modernos, no solamente Kepler pensará y descubrirá esta noción, y esta ley, antes que Newton, sino otros científicos menos mencionados en esta historia, como es el caso de William Gilbert, en su tratado sobre el magnetismo en la Tierra así como en el Universo. Su obra ejerció influencia, aparentemente, en el mismísimo Kepler, y desde luego en Newton. En Gilbert, el problema del movimiento es pensado desde fuera de las matemáticas y de la astronomía, y encuentra un cosmos magnetizado en diversos grados y diferentes formas y escalas. Aquí vemos que el problema de la gravedad emerge como un problema por comprender el fenómeno de los movimientos y no tanto para hacer más preciso un esquema. En Kepler, ciertamente, el *problema* se presenta buscando esta precisión, o como resultado de esta precisión; pero no es posible pasar del problema al *hallazgo* de esta ley sin una indagación por el fenómeno mismo, antiguo, atemporal, constante en toda física y cosmología: qué mueve a los cuerpos, y por qué se mueven como se mueven, y qué más puede deducirse de estos movimientos. Esto no es un problema matemático. Y esta distinción respecto a la índole y naturaleza del problema, a saber, si es matemático o filosófico — distinción que remarcamos aquí de una manera que puede resultar en apariencia insistente y hasta obsesiva—, será lo que determinará el tránsito de una cosmología (la newtoniana) a las nuevas cosmologías gestadas a lo largo del siglo XX, algunas de ellas en vigencia en la actualidad: es el tránsito de la filosofía natural moderna a la fisicomatemática contempo-

ránea —que visto desde una perspectiva más general y más abarcadora tenemos más bien un tránsito del predominio de la *ousía* al predominio del *quantum*, del predominio de la esencia al predominio de la cantidad.

Giordano Bruno ya había previsto y alertado sobre el despropósito que significaba confundir los juegos de las matemáticas a la descripción de la naturaleza, y sustituir aquellos principios que se verifican únicamente en el estudio de la naturaleza por principios que sólo son válidos en la geometría. ¿Habría sido el Bruno filósofo y científico, y epistemólogo, y no el “Bruno mago” y “renegado”, el verdadero mártir y el que realmente se buscaba incinerar y desterrar en el olvido? Lo cierto es que no fue Galileo, que vivió y murió plácidamente en una bella y confortable quinta del norte de Italia, el que padeció el silenciamiento de sus obras y de su pensamiento, sino Giordano Bruno.

Lo cierto es que esta escisión entre una física de los filósofos y una física de los matemáticos no es nueva ni nace con la Modernidad. Se encuentran ya antecedentes de esta crisis en el siglo XIII y XIV, especialmente en Inglaterra, entre las disputas y problemas de los lógicos, los filósofos y los llamados “calculadores” de Oxford. Ya en ese entonces se utilizaron conceptos para fijar clara y nítida distinción entre lo que es lógico y razonable y admisible para la inteligencia humana (*ratione naturali*) y lo que no puede ser más que en la imaginación (*secundum imaginationem, ad imaginabilia*). Esta problemática vemos entonces que se remonta a unos siete u ocho siglos atrás, y nunca nos ha abandonado. Eso es lo que en otras palabras señala Bruno cuando dice que una cosa es jugar con la geometría y otra muy diferente es probar y fundar conocimiento en la naturaleza: ese juego matemático ha sido peligrosamente extrapolado al discurso acerca de lo real, constituyendo así lo que ya los medievales advertían como *sophismata*, o sea, conjeturas falaces, hipotéticos ficticios, inválidos artilugios con estructura lógica, falsos axiomas sólo válidos quizás en el orden geométrico o de la aritmética, pero inaceptables como dictamen ontológico, como discurso acerca de la naturaleza y de lo real.

Nos interesa particularmente hacer notar que la usurpación del estudio de la naturaleza por parte de los matemáticos, junto con el despojo y la expulsión de la filosofía de toda autoridad y de toda presencia en los asuntos que conciernen a la física, no es una observación que pertenezca nada más que a un estudio histórico del desarrollo científico de la cosmología moderna, sino algo que indignó y alarmó a grandes espíritus del pensamiento filosófico de estos últimos siglos, entre ellos George Berke-

ley y su repudio a las ilegítimas y arrogantes pretensiones de la matemática sobre el dominio de la lógica y la filosofía natural, y antes que él, Giordano Bruno, de quien citaremos este fragmento de *La cena de cenizas*, un tanto sacado de contexto, pero que nos servirá a los fines de brindar testimonio claro y explícito de lo que estamos describiendo y señalando; acá vemos a Bruno hacer una crítica epistemológica a quienes creen que los juegos matemáticos y geométricos dan cuenta de cómo es la naturaleza y cómo son sus leyes, sus causas y sus principios:

“Rayo reflejo y directo, ángulo agudo y obtuso, línea perpendicular, incidente y plana, arco mayor y menor, tal y cual aspecto son circunstancias matemáticas y no causas naturales. Una cosa es jugar con la geometría y otra verificar con la naturaleza. No son las líneas y los ángulos los que hacen que el fuego caliente más o menos, sino la posición cercana o lejana, la persistencia más larga o más breve.”³

Claramente, Bruno es un acérrimo adversario de la matematización de la realidad. Al igual que el obispo y filósofo irlandés Berkeley, ambos repudian y nos previenen contra los juegos abstractos de la geometría o del álgebra, que aspiran a transformarse en sustitutos de las investigaciones filosóficas de la naturaleza. La historia de la física, sin embargo, prefirió dar lugar a la entronización triunfante del número, tal como quería Nicolás de Cusa: el ser es vaciado y desterrado en una ignota dimensión inaccesible, y en su lugar se instala el reino de las medidas y las cantidades. La Filosofía se retira, cobarde, avergonzada, indigna, de una región que le es propia por derecho, esto es, la investigación del Universo y de la Naturaleza, y deja su lugar al despotismo impune y arrogante de los matemáticos.

III. GIORDANO BRUNO Y SU FORMULACIÓN DE LA GRAVEDAD: NI ARISTOTÉLICA NI MATEMÁTICA

En este escrito no solamente demostraremos que Kepler concibió una cosmología a partir del comportamiento gravitacional antes que Newton, sino que casi con seguridad influyó notablemente en Newton la doctrina de Giordano Bruno sobre la gravitación en la materia.

A menudo se ha venido reduciendo la figura de Bruno a un apasionado mártir de la libertad, a un mago brillante en su inteligencia, a un nota-

³ G. Bruno, *La cena de las cenizas*, (trad. Miguél Ángel Granada), Alianza, Madrid, 1994, p. 155.

ble filósofo esotérico renacentista, pero se ha descuidado o menospreciado —¿acaso intencionadamente?— el aspecto científico de su obra. Inclusive historiadores de la ciencia como Hilary Gatti han criticado a la renombrada historiadora Francis Yates haber desatendido al “Bruno científico” y con ello haber contribuido al descuido del valor científico de su obra. Seguramente es mejor, incluso hoy, cinco siglos más tarde, mantener los escritos de Bruno en el olvido, y condicionados por prejuicios que reducen su figura a una especie de Cornelius Agrippa italiano. Lo cierto sin embargo es que en tiempos de Bruno, y siendo Bruno uno de sus protagonistas, empezaron a desarrollarse discusiones filosóficas y científicas acerca de la naturaleza del Universo y las leyes que lo gobiernan. La infinitud del espacio, la distribución de la materia, el problema de la gravedad y el atomismo, fueron temas que entraron en el escenario del pensamiento filosófico natural del Renacimiento. Recordemos que Nicolás el cardenal de Cusa ya había formulado, si bien desde la teología y la metafísica y alejado por completo de la filosofía natural, la idea de un Universo infinito así como había ponderado la idea heliocéntrica —¿era el cardenal de Cusa un visionario, un adelantado, o por el contrario estaba contrarrestando y oponiendo una teología metafísica en respuesta a una cosmología física, infinitista y heliocéntrica que ya estaba gestándose en lo más íntimo de los círculos intelectuales europeos donde se discutía acerca de la naturaleza del cosmos y la filosofía natural en general, y que por entonces comenzaban a causar inquietud y preocupación en entre las autoridades religiosas? Recordemos también que en sus escritos ya había algunas páginas importantes dedicadas a refutar, apelando a argumentos matemáticos, a los atomistas —hecho por cierto sugestivo y que debería ser considerado por los historiadores de la ciencia y de la filosofía con bastante atención, pero que, sea como fuera, está evidenciando, sin lugar a dudas, que el cusano debió ser contemporáneo de fuertes tendencias filosóficas atomistas, y casi seguro, heliocéntricas y “cosmo-infinitistas” también.

Una de las obras en la que Bruno se extiende sobre el problema de la gravitación en los cuerpos es *La cena de las cenizas*, donde enfocaremos la atención en el concepto que tenía el mago y filósofo natural italiano sobre esta misteriosa fuerza que atrae o repele a los cuerpos. Nos interesa señalar que para Bruno no existía la *gravedad* como tal, ni la *levedad* como tal: ningún cuerpo —¿la “parte de un cuerpo” equivale a decir “átomo” en el pensamiento atomista bruniano?— es por sí pesado ni liviano.

Tampoco redujo la explicación de la gravedad de los cuerpos meramente al “*impetus*”, en el sentido galileano, como aseveran algunos estudiosos superficiales, ya que su idea de *empito* es del todo distinta: *impetu* en Bruno es el *deseo*, reformulado en un concepto científico. La descripción del comportamiento natural y propio de los cuerpos en Giordano Bruno es una idea filosóficamente compleja e interesante, que no se deja reducir a aristotelismo cosmológico ni a matematicismo galileano. ¿Qué es entonces el fenómeno de la gravedad para Bruno?

“Debes saber que ni la Tierra ni ningún otro cuerpo es absolutamente pesado o ligero; ningún cuerpo situado en su lugar es grave o ligero. Estas diferencias y cualidades pertenecen, por el contrario, no a los cuerpos primarios y a los individuos particulares y perfectos del universo, sino a aquellas partes que están separadas del todo y que se encuentran fuera del cuerpo continente que les es propio, como peregrinas. Dichas partes se esfuerzan por acceder al lugar de su conservación de manera no menos natural de como el hierro lo hace hacia el imán, a quien va a encontrar no de forma exclusiva hacia abajo o hacia arriba o hacia la derecha, sino a cualquier lugar indistintamente, allí donde se encuentre el imán. Las partes de la Tierra vienen a nosotros desde el aire porque aquí está su esfera, pero si ésta estuviera en la parte opuesta se alejarían de nosotros y dirigirían su carrera en aquella dirección.”⁴

La explicación de Bruno es perfectamente científica y nada tiene de “explicación mágica”. Está discutiendo y pensando la física en el mismo nivel de seriedad y rigor que Aristóteles o Galileo, con la diferencia de que Aristóteles pensaba como un filósofo físico y Galileo como un *faber* matemático. Bruno nos está diciendo que los cuerpos no son pesados ni livianos sino que sus movimientos dependen de algo: de una tendencia hacia la conservación, y ésta tiene un lugar. En principio pudiéramos pensar que se trata del modelo aristotélico de la búsqueda del lugar natural, pero en este caso no nos dice Bruno eso: nos dice que buscan el lugar de su conservación, y que el movimiento depende de su estado de vagar como peregrinas, o sea, fuera de su lugar propio o natural. Recordemos el significado etimológico de la palabra “planeta”. Bruno está flexibilizando —o sea, volviendo más abstracto, en el sentido de lo que señala Kurt Lewin en su artículo— el sistema aristotélico para aplicarlo a una comprensión astrofísica del sistema heliocéntrico en un Universo infinito. Por eso está hablando de partes separadas: ya no está hablando

⁴ *Ibid.*, p. 156.

de elementos —digamos: los cuatro elementos y sus moradas naturales. Para identificar algunos términos clave que nos ofrece el siguiente pasaje, lo citaremos también en italiano:

“(…) y ninguna cosa constituida de manera natural ejerce acto de violencia en su lugar natural. Gravedad y ligereza no son apreciables de hecho en aquellas cosas que poseen su lugar y disposición natural, sino que se encuentran en las cosas que tienen un cierto ímpetu, mediante el cual se esfuerzan por alcanzar/el lugar que les es conveniente.”⁵

La física gravitacional que propone Giordano Bruno es sin lugar a dudas un proyecto de ampliación y adaptación del sistema cosmológico aristotélico a un sistema abierto, infinito y heliocéntrico. Pero el proyecto parece abandonado o eclipsado, por un proceso histórico natural o bien por una conjura deliberada para enterrarlo en el olvido. Hubo sin dudas un acentuado viraje hacia la comprensión matemática y cuantitativa de la física con Galileo. Ahí empieza a ser abandonada la física aristotélica y a erigirse la física matemática. Podemos ver aquí, en este hecho, una de las causas del abandono del sistema bruniano que tan satisfactoriamente parecía responder y describir todos estos problemas de la física, sobre todo para aquella época y para los interrogantes precisos de aquella época que era necesario responder y solucionar. La segunda causa por la cual el sistema de Bruno es dejado de lado puede deberse a sus implicancias filosóficas y cosmológicas no deseadas: el atomismo, por encima de todo. Aquí es donde la doctrina bruniana la vemos reaparecer en Newton: Newton es un atomista y toda su cosmología es la de un Universo infinito, eterno y atómico.

Es indudable que Giordano Bruno influyó en Newton tanto como en Newton influyó Galileo. Pocas naciones eran tan influenciadas por Italia y el Renacimiento como Inglaterra. El mismo Bruno había desembarcado nada más y nada menos que en la corte de la reina Isabel. La élite tanto esotérica como académica y científica inglesa fue marcada por la presencia de Bruno y por su filosofía, su cosmología y su pensamiento en general, que a nadie dejó indiferente. Newton por su parte era miembro

⁵“(…) e nessuna cosa naturalmente costituita caggiona atto di violenza nel suo loco naturale. Gravità e levità non si vede attualmente in cosa, che possiede il suo loco e disposizione naturale; ma si trova nelle cose, che hanno un certo empito, col quale si forzano al loco conveniente a sé.” *Opere di Giordano Bruno, op. cit.*, 188.

ilustre y destacado de esa misma élite intelectual. No sabemos hasta qué punto la cosmología newtoniana no es, en sus aspectos menos matemáticos, una reformulación del sistema físico y cosmológico de Giordano Bruno, o más incluso: su reaparición después un “eclipse”, después de un período en el que prevaleció, con Galileo, un matematicismo puro y duro que no dejaba ningún lugar para la especulación filosófica ni para una ontología de la materia ni para una ontología de las leyes que gobiernan la naturaleza ni para ontología alguna.

Vale la pena destacar que la propuesta gravitacional de Bruno es mucho más compleja y sofisticada que la de Newton, y superior a la de Aristóteles. Bruno nunca deja de ser un filósofo natural, y su investigación del fenómeno gravitacional no está interesada en las mediciones matemáticas. La propuesta gravitacional bruniana brinda todas las respuestas que no puede brindar la cosmología aristotélica clásica —a no ser que se ampliaran y modificaran, por lo menos un poco, algunas de sus ideas fundamentales— y al mismo tiempo brinda todas las respuestas que exceden a las búsquedas, a los interrogantes y a los propósitos de la cosmología newtoniana, por estar ésta ya casi enteramente enfocada en preocupaciones matemáticas.

La idea de la gravedad en los cuerpos de Bruno es original y magnífica, inadvertida para filósofos tanto como para científicos de nuestro tiempo, pero asimismo es tan antigua y originaria como el pensamiento físico griego, y luego, con Lucrecio, también latino. Nos limitaremos, para concluir esta instancia, a reproducir unos párrafos donde exhibe sus investigaciones y meditaciones filosóficas acerca del fenómeno de la gravitación, posiblemente uno de las explicaciones más lúcidas, creativas, acertadas, verificables por la más diáfana inteligencia y comprensión y desconcertantes que haya alcanzado el ser humano hasta hoy en el orden del conocimiento científico y la filosofía natural, ignorado por todos nosotros, condenado al desprecio y al olvido durante siglos.

“Pues bien, esta distribución de los cuerpos por la región etérea era ya conocida por Heráclito, Demócrito, Epicuro, Pitágoras, Parménides, Meliso, como resulta manifiesto por los restos que nos han llegado de ellos, en los cuales puede verse que conocían un espacio infinito, una región infinita, una materia infinita, una infinita capacidad de mundos innumerables semejantes al nuestro, todos los cuales efectúan sus movimientos circulares al igual que la Tierra el suyo y por eso se llamaban antiguamente *ethera*, es decir, corredores, correos, embajadores, nuncios de la magnificencia del único altísimo, contempladores con musical armonía del orden de la constitución de la naturaleza, espejo vivo de la infinita deidad. Sin embargo, la ciega

ignorancia ha privado a estos cuerpos del nombre de *ethera* y lo ha atribuido a ciertas quintaesencias en las que estas luciérnagas y linternas estarían clavadas como otros tantos clavos.

Estos corredores tienen un principio interior de movimiento: su propia naturaleza, su propia alma, su propia inteligencia, ya que el aire líquido y sutil no basta para mover máquinas tan densas y tan grandes, puesto que para ello necesitaría una fuerza impulsiva o de arrastre y otras semejantes que no se producen sin contacto de dos cuerpos por lo menos, uno de los cuales empuja con su extremidad y el otro es empujado. y ciertamente todas las cosas movidas de esta manera reconocen que el principio de su movimiento es contrario o está fuera de su propia naturaleza, quiero decir que es violento o cuanto menos no natural. Conviene, por tanto, a la comodidad de las cosas existentes y al efecto de la perfectísima causa que este movimiento sea natural, causado por un principio interior y por el propio impulso, sin resistencia; y esto conviene a todos los cuerpos que se mueven sin contacto sensible alguno con otro cuerpo que los impulse o los atraiga. Por eso lo entienden al revés quienes afirman que el imán atrae al hierro, el ámbar a la paja, la cal a la pluma, el sol al heliótropo. Lo que ocurre es que en el hierro hay una especie de sentido que se ve despertado por una virtud espiritual que se difunde desde el imán y por la cual se mueve hacia él, la paja hacia el ámbar y en general todas las cosas que sienten deseo y necesidad se mueven hacia el objeto deseado y se dirigen hacia él en la medida en que les es posible, comenzando por el deseo de estar en el mismo sitio. A partir de esta consideración de que ningún movimiento local es producido por un principio exterior sin un contacto más fuerte que la resistencia del móvil, podemos determinar hasta qué punto es una solemne estupidez y algo de lo que jamás se podrá persuadir a quien posea buen sentido, que la Luna mueve las aguas del mar causando las mareas, que hace crecer los humores, fecunda los peces, llena las ostras y produce otros efectos, puesto que de todas esas cosas es más bien y propiamente signo y no causas. He dicho signo e indicación porque el ver esas cosas unidas a ciertas disposiciones de la Luna y otras cosas contrarias y diferentes unidas a disposiciones contrarias y diferentes es debido al orden y correspondencia existente entre las cosas y a las leyes de una mutación, conformes y en correspondencia con las de la otra.”⁶

IV. ASTROFÍSICA Y MEDITACIONES COSMOLÓGICAS DE BRUNO A PARTIR DE SU CONCEPTO DE GRAVEDAD

Cuando uno penetra en los estudios cosmológicos, astrofísicos y de filosofía natural en general de Giordano Bruno, uno comprende —si posee un poco de sensibilidad ética y un mínimo de espíritu crítico— que los crímenes perpetuados por el oscurantismo contra el científico y filósofo italiano se mantienen en plena vigencia: es inconcebible que un

⁶ La cena de las cenizas, op. cit., pp. 154-155.

filósofo tan notable, que un filósofo natural y cosmólogo tan lúcido y extraordinario como Bruno, no sea estudiado en los programas de las carreras de Filosofía y sea ignorado por los historiadores del pensamiento científico. Ay de quienes piensen que el oscurantismo es un monopolio de tiempos medievales o de la Iglesia católica. La filosofía académica tanto como los historiadores de la ciencia son tan crueles con Bruno como aquellos que lo quemaron en la hoguera hace siglos atrás.

En su obra *Sobre el Universo infinito y los mundos*, encontramos un exuberante despliegue de argumentaciones filosóficas, en el sentido más duro y axiomático, para fundamentar la infinitud del Universo. Estamos ante una obra que debería haberse consagrado hace rato como un clásico de la filosofía universal, pero lamentablemente subsiste como una curiosidad bibliográfica de un mago del Renacimiento. La obra esgrime fuertes y sólidas argumentaciones y contra-argumentaciones, y asimismo pocas veces un pensador nos ofrece una batería tan sobrecargada de principios filosóficos diversos para solventar su doctrina, en este caso la infinitud del Universo. En la misma obra, en el *Diálogo cuarto*, Bruno reflexiona sobre la relación entre los cuerpos y sustancias, la gravedad y la cosmología. En términos newtonianos o posnewtonianos, diríamos que ese capítulo versa alrededor de la cuestión de la gravedad, la distribución de la materia y sus implicancias cosmológicas.

En el diálogo cuarto se presenta un problema, un tanto alejado del concepto reformulado o “modernizado” de gravedad que describíamos en el capítulo anterior: se presenta el problema de cómo compatibilizar la multiplicidad de mundos con los principios cosmológicos aristotélicos de los lugares naturales (*i. e.*, para cada uno de los elementos). Si en la cosmología aristotélica tradicional el lugar natural era uno solo, en el esquema infinitista del Universo Bruno establece que esos lugares naturales han de ser múltiples, con lo cual tendríamos una multiplicidad no sólo de mundos sino de sistemas cosmológicos en el que cada uno posee su propio lugar natural: cada sistema cosmológico tendría su propio lugar natural para el fuego, su propio lugar natural para el agua, su propio lugar natural para el aire, su propio lugar natural para la tierra.

V. COSMOLOGÍA ARISTOTÉLICA AMPLIADA:
COSMOS INFINITO E INFINIDAD DE MUNDOS

En la obra citada, *De l'Infinito, Universo e Mondi*, Giordano Bruno aparece más aristotélico que en *La cena de le ceneri*. Pero en realidad no hay una contradicción entre estas dos obras, sino un enfoque diferente: mientras que en esta última obra está más ocupado en la filosofía de la gravedad, del movimiento, de la motivación intrínseca de los cuerpos, en la primera está más centrado en discusiones cosmológicas, considerando que se trata de un mundo que hasta entonces se sigue pensando el cosmos en términos de principios aristotélicos —poco falta para que esto pase al olvido y el cosmos se piense en términos exclusiva y excluyentemente matemáticos.

En esta obra, y particularmente en este diálogo, Bruno establece la homogeneidad del Universo: misma sustancia, mismas leyes y mismos principios. Aparte del *principio de homogeneidad*, que acabamos de identificar, Bruno agrega un segundo principio: el principio de pertenencia a un conjunto o un sistema. Estos dos principios están en relación indisoluble, y son fundamentales, y todas las cosas en el mundo dependen para subsistir de esta relación y de estos dos principios, y en especial de él dependen todos los compuestos, todos los sistemas, todos los organismos. Ya que sí sólo rigiera el principio de homogeneidad, ningún cuerpo ni organismo podrían conservar su integridad de ninguna manera.

“Así, pues, las partes de un animal, aunque sean de la misma especie que las partes de otro animal, sin embargo, por pertenecer a individuos diferentes, jamás tienen tendencia (me refiero a las partes principales distantes) a ocupar el lugar de las del otro; así jamás mi mano será adecuada a tu brazo ni tu cabeza a mi busto”⁷.

Bruno quiere decir que este principio permite explicar por qué una gota de agua tiende hacia el lugar natural del agua *en este sistema* y no hacia el lugar natural del agua en otra galaxia. Seguidamente añade estas palabras, dando cuenta del otro principio mencionado, el de homogeneidad: “Establecidos tales fundamentos, decimos que verdaderamente hay semejanza entre todos los astros y entre todos los mundos y que la misma constitución tienen esta tierra y las otras”.⁸ De esta forma, la cosmología

⁷ G. Bruno, *Sobre el infinito universo y los mundos*, (trad. de A. Cappelletti), Aguilar, Buenos Aires, 1981, p. 137.

⁸ *Ibid.*, p. 137.

bruniana parece dar solución a los problemas de la gravitación y la distribución de la materia: homogeneidad de principios pero multiplicidad de sistemas en donde éstos tienen igual vigencia; la cosmología aristotélica queda así armoniosa y perfectamente adaptada a una cosmología infinitista. O sea, lo que tenemos aquí es una adaptación, o mejor dicho, una transformación, de la cosmología aristotélica: de una cosmología cerrada en un solo mundo y una sola Tierra, a una cosmología de múltiples e infinitos mundos dispersos en la infinitud del Universo, rigiéndose sin embargo por los mismos principios de la física y la cosmología de Aristóteles.

La cosmología de Bruno parece, también, compatibilizar y armonizar en forma satisfactoria *gravidad e infinitud*, y está prevenida frente a problemas que luego, cuando la filosofía natural desaparezca en el olvido y triunfe la física de los matemáticos, volverán a ocupar el escenario de la física: el problema del colapso gravitacional, que requiere para su solución de la infinitud del Universo y de la materia (un mundo sin centro), o bien de las retorcidas y poco menos que impresentables hipótesis en vigencia donde se persiste en un universo finito introduciendo hipótesis *ad hoc* de lo más sombrías y extravagantes, como la de “energía oscura”, para salvar el colapso. Tal cosa en el esquema de Bruno no podría producirse, no solamente porque propone la infinitud del Universo —y brinda alrededor de veinte demostraciones diferentes para ello— sino que según su concepto de gravidad eso no sería posible, porque la gravidad de Bruno no es “atracción de cuerpos” sino impulso hacia el lugar de conservación.

VI. KEPLER Y EL SURGIMIENTO DEL CONCEPTO DE GRAVEDAD MATEMÁTICA Y SU FORMULACIÓN EN *ASTRONOMIA NOVA*

Ciertamente es Kepler el primer moderno en formular y pensar la gravidad en términos físico-matemáticos. No es verdad que Kepler haya apenas “rozado” el concepto de gravitación: en el párrafo citado a continuación quedará evidenciado que no se trata de ningún “rozamiento” ni “balbuceo” sino de una clara certeza y un conocimiento fuera de toda duda acerca de un principio extraño (también será extraño para Newton) que gobierna las leyes mecánicas y cósmicas del espacio. En Kepler no solamente se esboza esta formulación en términos matemáticos sino que

además se piensa el problema, quizá por primera vez, entre la gravedad y la distribución de materia. Ése mismo problema que luego, en las cartas entre Newton y Bentley, dará origen y solidificación a la cosmología moderna, cosmología que ha perdido vigencia hace ya más de un siglo y medio. Hay un párrafo en la obra de Kepler *Astronomia nova*⁹, citado por Arthur Koestler en *Los sonámbulos*, que da cuenta de su anticipación respecto a Newton en lo que concierne al hallazgo de la gravedad, así como a pensar este problema y sus implicancias cosmológicas:

“La gravedad es la tendencia recíproca de cuerpos afines (es decir materiales) hacia el contacto o la unión (y de este género es también la fuerza magnética), de suerte que la Tierra atrae a una piedra mucho más que lo que la piedra atrae a la Tierra...

Suponiendo que la Tierra estuviera en el centro del mundo los cuerpos pesados serían atraídos a ella, no porque la Tierra ocupase el centro sino porque se trata de un cuerpo afín (material). Dedúcese de ello que cualquiera sea el lugar en que coloquemos la Tierra... los cuerpos pesados la buscarán siempre.

Si colocáramos dos piedras en cualquier parte del espacio, una cerca de la otra, fuera del alcance de la fuerza de un tercer cuerpo afín, las piedras se juntarían en un punto intermedio como ocurre con los cuerpos magnéticos, y cada piedra se aproximaría a otra en proporción de la masa de la otra.

Si la Tierra y la Luna no se mantuviesen en sus respectivas órbitas por obra de una fuerza espiritual, o por alguna otra equivalente, la Tierra subiría hacia la Luna un cincuenta y cuatro avo de la distancia, la Luna descendería los restantes cincuenta y tres y así se unirían. Pero el cálculo presupone que ambos cuerpos son de igual densidad.

Si la Tierra cesara de atraer las aguas del mar, éstas se levantarían y volarían a la Luna. Si la fuerza de atracción de la Luna llega hasta la Tierra, con tanta mayor razón la fuerza de atracción de la Tierra se extiende hasta la Luna y aún más lejos.”¹⁰

⁹ La obra de Kepler citada por Arthur Koestler es *Astronomia nova*, en la *Introductio*. Es un tanto misterioso o inexplicable comprender por qué este tipo de obras son, si no inconseguibles, prácticamente “arcanas” inclusive en aquellos países donde estos temas se toman en serio.

¹⁰ “Gravitas est affectio corporea, mutua inter cognata corpora ad unionem seu conjunctionem (quo rerum ordine est et facultas Magnetica) ut multo magis Terra trahat lapidem, quam lapis petit Terram. Gravia (si maxime Terram in centro mundi collocemus) non feruntur ad centrum mundi, ut ad centrum mundi, sed ut ad centrum rotundi cognati corporis, Tellus scilicet. Itaque ubicunque collocetur seu quocunque transportetur Tellus facultate sua animalí, semper ad illam feruntur gravia. Si Terra non esset rotunda, gravia non undiquaque recta ad medium Terrae punctum, sed ferrentur ad puncta diversa a lateribus diversis. Si duo lapides in uno loco mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbis virtutis tertii cognati corporis, illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto

Estos párrafos dejan en claro una vez más que la ley de gravedad no es un hallazgo de Newton, pero además deja en claro que tampoco fue Newton el primero en *pensar* esta misteriosa ley y en *plantear* un problema clave, central, fundamental: el de la materia y su distribución por el cosmos, o en otras palabras, simplemente, el problema de la distribución de la materia y sus implicancias cosmológicas. También se puede constatar la influencia que tuvo en Kepler y en Newton los estudios sobre el fenómeno del magnetismo por aquella época; los problemas y trastornos en la física que generó la revolución cosmológica de Copérnico y el problema de cómo puede moverse la Tierra sin que salga todo volando o sacudido, debió valorizar el interés por la investigación acerca del magnetismo, y William Gilbert es uno de las figuras más emblemáticas en este ámbito.¹¹

En el citado texto no se trata de ningún “atisbo intuitivo” de la gravedad, como equivocadamente piensa Koestler, sino una clarísima y contundente formulación conceptual y matemática sobre la misma y además

intervallo, quanta est alterius molles in comparatione. Si Luna et Terra non retinerentur vi animalí, aut alia aliqua aequipollenti, quaelibet in suo circuitu, Terra ascenderet ad Lunam quinquagesimamquarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibique jungerentur: profito tamen, quod substantia utriusque, sit unius et ejusdem densitatis. Si Terra cesante atraheret ad aequas suas, aequas marinas omnia eleventur, et in corpus Lunae influentur”. *Astronomia nova seu physica coelestis...*, *Introductio*, p. 5.

¹¹ Gilbert parece haber sido un hombre de ciencia influyente pero a la vez poco convencional, y rechazado por cierto *establishment* científico de su época, entre ellos por F. Bacon. Al parecer, se condenó en Gilbert su “aristotelismo”, que, de acuerdo con la visión de Lewin en el artículo citado recién, no es para nada incoherente ver en su cosmovisión un trasfondo aristotélico: “(...) Gilbert’s theory of magnetism is fundamentally Aristotelian. When we examine it carefully, we see that essentially it is an immaterialist theory of secondary occult qualities. As presented by Gilbert, it is greatly enhanced by the fundamental idea of the orbitus virtus or sphere of influence, and his magnetic demonstrations which clearly show how this magnetic influence is propagated and acts across space. But, his rudimentary field theory was still Aristotelian in its vocabulary, and maintained the fundamental idea of the form. What Gilbert contributed was a series of demonstrations combined with an attempt to develop a new magnetical vocabulary. Gilbert’s new magnetic vocabulary was excellently suited to his rudimentary field theory, but when he sought to discuss the fundamental nature of magnetism, he was forced to return to the old fashioned concepts of the scholastics, which Bacon sought to overthrow.” Rickert, H. H., *Magnetism during the Seventeenth Century* [<http://www.gsjournal.net/old/science/ricker8.pdf>].

la primera reflexión astrofísica entorno a este hallazgo; quedan probadas y evidenciadas cinco cosas:

- Una definición clara de lo que es la gravedad (en la primera parte del primer párrafo citado)

- La formulación de una ley de gravedad (al final del primer párrafo citado, y más precisada hacia el final del tercero)

- Un cambio radical en el concepto de “centro”, subordinando por primera vez después de Aristóteles a este concepto a la relación y al fenómeno mismo de la gravedad, o sea, a una causa física (párrafo segundo)

- Una reflexión astrofísica sobre el problema de gravedad y la forma en la que la materia quedaría distribuida (a partir del tercer párrafo y restantes)

- Una conceptualización no solamente filosófica sino matemática de la gravedad y su alcance (esto se aprecia sobre todo en los últimos párrafos)

Cuando cita este párrafo, el mismo Koestler advierte la importancia y la “incomodidad” del problema de la gravedad para la física de todos los tiempos. Lo importante en esta etapa del pensamiento físico, astrofísico y cosmológico moderno es que es el punto de inflexión entre una época y otra; tal vez un período no menos importante y trascendental que el del retorno al heliocentrismo. Por segunda vez después de Copérnico, en Kepler la cosmología vuelve a sufrir una transformación, que en Newton culminará.

En el texto citado, observamos que entran en cuestión el problema de la gravedad y el de la distribución de la materia. Es decir, las bases mismas de la cosmología moderna, que en rigor no está determinada por el heliocentrismo sino por el hallazgo de la ley de gravitación universal: el heliocentrismo es solamente el puntapié que hará entrar en crisis a la vieja cosmología y conducirá al hallazgo de la gravedad. No se puede soslayar, entonces, a Kepler en su mérito de haber hallado y reflexionado por primera vez acerca de esta ley misteriosa pero central y fundamental para toda la cosmología moderna.

VII. ¿QUÉ NOS DICE NEWTON DE LA GRAVEDAD?

Sin entrar en esta ocasión a describir lo más conocido y estudiado alrededor del mundo y en las escuelas y universidades acerca de esta ley y

sus formulaciones, nos ocuparemos aquí de indagar, al margen de eso, qué nos dice Newton acerca de la gravedad.

Lo primero, y lo más importante, es el atomismo de Newton. Es insoslayable esta consideración: el sistema newtoniano es un sistema invariablemente atomista, y la ley de gravitación universal es explicada en términos atómicos. En el *scholium* al libro III de los *Principia*, Newton resalta que no se trata en rigor de atracción entre los cuerpos, sino de atracción entre las partículas (indivisibles) que componen los cuerpos (*gravitas in Solem componitur ex gravitatibus in singulas Solis particulas*). Esta distinción no es menor: Newton trata de deshacerse de toda concepción mágica o abstracta o nebulosamente metafísica o próxima a una palabra que remita abstracciones huecas, y cuando da con algo misterioso, hace explícito que se trata de algo misterioso y que lo sobrepasa.

Tenemos entonces una fuerza de atracción que en realidad no es entre los cuerpos sino entre las partículas atómicas que integran los cuerpos. Por lo tanto, la gravitación no es una propiedad de los cuerpos sino de las partículas que lo componen. Esta distinción encierra más implicaciones de las que pueden aparecer a simple vista, y mucho más aún considerando que por aquella época, hubo tres espíritus destacados (uno de ellos Newton, los otros son Leibniz y Berkeley) que se ocuparon del problema de los infinitesimos vs. los átomos. También se involucró en esta tensión Galileo, en un episodio oscuro y muy poco conocido.

Lo segundo y no menos importante es saber si esta “fuerza” es exterior a los cuerpos (o mejor dicho, a las partículas que los componen) o inherente a ellos. Newton nos habla de un sutilísimo espíritu que todo lo invade, todo lo penetra y que yace latente en ellos (*spiritus subtilissimus ... pervadens et in iisdem latens*), cuya fuerza y acciones hace que los cuerpos se atraigan si están a cortas distancias (*ad minimas distantias*) y se cohesionen si están contiguos. Es importante observar que Newton remarca que la acción ocurre a distancias pequeñas o contigüidad, excluyendo implícitamente a “grandes distancias”. Con lo cual una descripción en términos de “atracción a distancia” debería ser “atracción a distancias limitadas y cortas”. Este dato incide necesariamente en cualquier formulación de un *éter* o *medio* que trate de sustituir al vacío. No obstante para las “grandes distancias”, Newton propone a los “cuerpos”, o sea, grandes conglomerados de partículas.

La presencia de Dios en el sistema newtoniano es una cuestión compleja. La verdad es que resulta más fácil prescindir de la divinidad que

hacerla encajar en un esquema espacial absoluto donde no está en ninguna parte, pero a la vez está en todas, en la forma de espacio, espacio como *Sensorio de Dios*. No podemos saber qué pensaba Newton de estos temas porque una parte importante de su obra permanece vergonzosamente oculta al público desde hace siglos. Durante mucho tiempo estuvo en manos de una secta o logia académica conocida como *Los Apóstoles de Cambridge*, luego fueron “subastados” y comprados por el economista Keynes, miembro de la misma, y finalmente terminaron en el Estado de Israel, vedados al público hasta hoy, si bien mezquinamente, con cuentagotas, como quien dice, van soltando a la luz alguna página o pequeño escrito, al que desde ya difícilmente se autorizaría a nadie a poner a prueba científica la autenticidad de las páginas manuscritas correspondientes a las publicadas. La historia de los escritos secretos de Newton parece ser tan misteriosa como su contenido mismo.

Newton le explica a Richard Bentley, ante esta cuestión, que el confiesa no saber ni querer explayarse mucho sobre qué cosa es esta misteriosa fuerza en realidad. Newton pareciera oscilar entre la ignorancia de un sabio que llega al abismo de lo insondable, y a la vez un gran hombre de ciencia que intenta ser lo más prudente posible, prudencia no sólo recomendable desde un punto de vista metódico sino para preservar su tranquilidad, o la integridad de sus obras, o la difusión de las mismas, o sus comodidades y honores. No es ilógico pensar que los hombres de aquel tiempo podían sufrir alguna clase de censura o castigo por escribir o difundir determinadas cosas; sería ingenuo pensar que es definitivamente imposible y absurdo conjeturar una posible lectura críptica en algunas contradicciones o silencios con los que nos encontramos en obras de estas épocas. Podemos concluir a priori lo siguiente acerca de la ley de gravitación universal:

-Hay una fuerza que atrae a las partículas atómicas entre sí o las cohesiona si están contiguas.

-Hay atracciones a distancia dadas por los cuerpos resultantes de estas cohesiones de partículas indivisibles.

-Hay un espíritu sutilísimo omnipresente e inherente (*pervadens et latens*)

-No se explica qué es en realidad y en el fondo esta fuerza, o mejor dicho, se explica que es imposible explicarlo, o que es preferible no hacerlo.

-La constitución del universo pareciera ser Dios-Espacio y átomos habitados por un *sutilísimo espíritu*.

En el intercambio epistolar con Richard Bentley, algunos planteos de Newton acerca de la naturaleza de la gravedad entrarán en contradicción con lo que él mismo plantea en los *Principia*, en el citado *scholium*, como cuando afirma que es definitivamente un absurdo pensar que haya algo innato, inherente y esencial a la materia que genere esa atracción entre los cuerpos sin mediación alguna. La aseveración es confusa, porque uno puede preguntarse, ¿y qué hay de aquello del espíritu sutilísimo latente en los corpúsculos? A lo cual, Newton parecería estar siendo ambiguo intencionalmente: puede que lo más importante sea la segunda parte de la aseveración, a saber, el problema de *la mediación* entre los cuerpos para se genere la atracción: eso es lo absurdo, el gran absurdo inaceptable, o sea, que lo que *medie* entre el cuerpo A y el cuerpo B sea un vacío. Para ello necesitará de una especie de *medio* aunque sí, ser muy explícito en su definición. En cuestiones delicadas como éstas Newton pareciera ser deliberadamente reservado y prudente y un poco ambiguo. Después de todo, a diferencia de los físicos contemporáneos, Newton rechaza terminantemente elaborar teorías o hipótesis.

VII. EL PROBLEMA DE LA GRAVEDAD

Y LA DISTRIBUCIÓN DE LA MATERIA: DE LA FINITUD A LA INFINITUD

En este punto, respectivo a las implicaciones cosmológicas de las leyes de Newton, lo que se tratará es de explicar dónde está implicada esta cosmología. La respuesta es que, en la formulación misma de la ley de gravedad como principio universal ya están implícitas un conjunto de leyes y consecuencias cosmológicas. ¿Cuáles son estas consecuencias cosmológicas?

La ley se deriva de una explicación de las primeras leyes formuladas por Kepler. El mismo Kepler entiende esto, y las formula, y reflexiona por primera vez, antes también que Newton, sobre sus implicancias cosmológicas. No obstante así, es en Newton cuando estas implicancias serán examinadas en profundidad, obteniendo así nada más y nada menos que una nueva e inesperada cosmología.

¿Cuáles son las implicancias de la ley de gravedad universal? Hay un conjunto de problemas que presenta esta nueva ley universal en la física:

- El problema de la finitud o infinitud del espacio

- Los problemas que surgen al aceptar la ley de la gravedad universal
- Los problemas teológicos, el deísmo y el creacionismo
- Los problemas epistemológicos

Las implicaciones, a grandes rasgos, serán las siguientes:

- Un universo infinito y eterno
- Un espacio absoluto y sin límites
- Una teología del espacio ante la necesidad de “dar un lugar a Dios” en la cosmología, ya sea por íntima y sincera convicción de Newton o por conveniencia y recaudos: el espacio como “sensorio de Dios”.

¿Cómo es que conduce la proposición de la ley de gravitación universal a estos tres postulados cosmológicos? La cosmología newtoniana no solamente es inconcebible sin la ley de gravitación, sino que existe y se desarrolló únicamente a partir de ella. Newton dijo la célebre frase: *hypot-heses non fingo*, que podría traducirse por “no fabulo hipótesis”, “no construyo hipotéticos”. Eso quiere decir que parte de la filosofía experimental: lo que hoy llamaríamos *racionalismo*, pero en un sentido más amplio, más “puro” (y menos kantiano, menos cercenado por miedos, limitaciones y dependencia de la observación), un uso más sano y enriquecedor de la razón humana. En las siguientes palabras de Newton se cifra el método y las bases epistemológicas de su ciencia y su cosmología, que, aunque no lo parezca, está tan alejada del pesimismo gnoseológico de Kant como de los filósofos de la ciencia del siglo XX.

“La razón de estas propiedades de la gravedad no es posible inferirla de los fenómenos, y, por mi parte, no creo respuestas hipotéticas. Lo que no pueda deducirse de los fenómenos, ha de llamarse hipótesis; y las hipótesis ya sea de la metafísica o de la física o de cualidades ocultas o de la mecánica, no tienen lugar en la filosofía experimental.”¹²

En rigor, creo que no se debería hablar de una cosmología newtoniana por dos razones: una, porque ese desarrollo cosmológico no se gesta solamente en el genio de Newton, y además es inconcebible sin los hallazgos de Kepler, que en realidad, como hemos visto en el citado párrafo, es el primero (o por lo menos el anterior a Newton) en descubrir la

¹² “Rationem verò harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere, et hypotheses non fingo. Quicquid enim ex phaenomenis non deducitur, hypotheses est vocanda; et hypotheses seu metaphysicae, seu physicae, seu qualitatum occultarum, seu mechanicae, in philosophia experimentalis locum non habent.” *Philosophiae naturalis principia mathematica*, libro III, *scholium*.

ley de gravitación universal y ponerse a pensar en sus implicaciones. La segunda razón, es que la cosmología en cuestión es la cosmología que surge y se desarrolla con la modernidad. Pero que a partir del siglo XIX, mediados, y fines del XIX, empieza a cuestionarse, porque la física comienza a transformarse y hacer un viraje definitivo hacia la matematización total, dando la paradoja en el siglo XX de empezar a aunar la insólita (pero nada nueva si pensamos en el pitagorismo y en Nicolás de Cusa¹³) combinación de matemáticos y misticismo. Si, como nos enseñaron los libros de historia, la Modernidad empieza en 1492 y termina en 1789, sin dudas la cosmología en cuestión no debe llamarse cosmología newtoniana sino cosmología moderna (y la actual, “cosmología posmoderna”).

Así es que se gesta toda su cosmología, que no tuvo intención de crear, alrededor de su postulación de la ley gravitatoria universal. La cosmología newtoniana es una consecuencia inesperada de estas leyes, que al parecer surgen tratando de dar más precisión y fundamento a las leyes de Kepler.

Newton busca dar cuenta filosófica, racional, experimental, fundamentativa, de estos fenómenos que describió Kepler en sus tres primeras leyes. Además, como se describe en obras como la de Koyré en su obra *Del cosmos cerrado al universo infinito*, hay otros antecedentes de contemporáneos que postularon la existencia de una misteriosa atracción magnética en los cuerpos. Con Newton no dejará de ser misteriosa: él mismo en las cartas a Bentley le explica que no sabe, en el fondo, lo que la gravedad realmente es, aunque en otra parte prefiere dejar este misterio a consideración del lector.

En una carta a Robert Boyle, Newton sin embargo explica la *causa* (*the cause of gravity*) remitiendo a los grados de sutilidad o espesura del éter, de un éter dividido en indefinidos grados de densidad o liviandad (“*I will suppose aether to consist of parts differing from one another in subtilty by indefinite negrees*”¹⁴). La necesidad de un éter se encuentra asimismo en una de las cartas a Bentley, cuando le plantea que es definitivamente un absurdo

¹³ Remito al libro XI y XII de *La docta ignorancia*, donde el autor agradece a las matemáticas su ciencia para combatir a las herejías de los filósofos, en este caso, el epicureísmo atomista.

¹⁴ Carta de Isaac Newton a Robert Boyle, fechada el 28 de febrero de 1679. [en línea: <http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/view/texts/normalized/NATP00275> ; 24/07/2016]

tratar de concebir una acción a distancia atrayendo a los cuerpos entre sí sin que esté mediando entre éstos nada más que un vacío. Tenemos por lo tanto una cosmología que no puede prescindir de un *mediador* entre los cuerpos, y esto será el éter; pero el éter en Newton no es una sustancia metafísica ni mágica: es una sustancia dividida en grados de densidad o de sutilidad. ¿Y en qué consiste esta sustancia? En *De aere et aethere*¹⁵, Newton parecería concebirlo como un quinto elemento de naturaleza corpuscular, que a diferencia de los otros elementos, este quinto es más sutil que el mismísimo aire, mucho más caliente y dinámico y veloz y de corpúsculos mucho más pequeños y sutiles: de estos corpúsculos estaría compuesto el éter newtoniano.

Es interesante detenerse aquí, como un caminante por vastos paisajes nuevos, y mirar atrás lo recorrido, y apreciar cuántas cosas sucedieron desde Copérnico hasta a Newton, cuán diferente se ve ahora la cosmología desde aquel libro escrito por un sacerdote polaco, que recibió una felicitación del Papa, que tuvo que huir de su país perseguido por el protestantismo y difamado por Lutero, ese libro donde se describían órbitas circulares y el Sol en el centro de un limitado cosmos, a este universo de la ley de gravitación universal, las órbitas elípticas no regidas por un compás sino por una ley inherente a los cuerpos, con un espacio eterno e infinito, del que se infiere una red sutilísima de corpúsculos que mantienen conectados entre sí a todos los cuerpos que habitan el espacio...

El problema de la distribución de la materia es un problema implícito en la formulación misma de la ley de gravitación universal, y cuya solución desemboca inexorablemente en una transformación total de la cosmología. Este problema se ve en la actualidad, donde el llamado “Big Bang” es imposible sin la “energía oscura” (actuando, si se me permite la expresión, como una especie de “contragravedad”) y la “materia oscura”. Pero también está en Aristóteles, si bien no hablaba él de gravedad sino de movimientos: la naturaleza de estos *movimientos naturales* era lo que delineaba y determinaba su esquema cosmológico.

El problema de la distribución de la materia es asimismo el que le impone a la cosmología newtoniana, y al mismo Newton ante todo, establecer la infinitud del espacio. A diferencia de Zenón de Elea y otros

¹⁵ Este texto está traducido y publicado íntegramente en castellano en la obra *De Newton y newtonianos. Entre Descartes y Berkeley*, junto con *De gravitatione et aequipondio fluidorum*, trad. Robles, José A. & Benítez, Laura, Universidad Nacional de Quilmes.

pensadores antiguos, Newton no establece la infinitud del espacio de ninguna otra manera que indagando las conclusiones que se infieren de la ley de gravitación universal y de la forma en la que esta ley hace que estén distribuidos los cuerpos, la materia, a través del espacio. El tránsito de la finitud a la infinitud se dará ante la conclusión de que el espacio no puede ser finito y la materia no puede ser finita por cuanto, si así fuera, toda tendería inevitablemente a concentrarse en un centro y cohesionarse en un todo-único cuerpo-masa por efecto de la ley de gravitación universal.

Este problema es clave y determinante. El gran salto de la finitud del cosmos al universo infinito se dará, como decimos, ante la resolución newtoniana de este problema: el problema de la distribución de la materia y la gravedad. No es solamente el problema que dará origen a esta nueva cosmología sino también el problema a través del cual sus oponentes lo atacarán siglos más tarde, para dar nacimiento a las cosmologías del siglo XX. El físico Stephen Hawking da un pobrísimo y confuso argumento en *La teoría del todo* para “demostrar” la inconsistencia de la cosmología newtoniana, mal planteado, mal explicado y como si intencionadamente se hubiera propuesto interpretar muy mal a Newton en este punto para hacerlo más fácilmente refutable.

“Newton comprendió que, de acuerdo con su teoría de la gravedad, las estrellas deberían atraerse unas a otras, de forma que no parecía posible que pudieran permanecer esencialmente en reposo. ¿No llegaría un determinado momento en el que todas ellas se aglutinarían? En 1691, en una carta a Richard Bentley, otro destacado pensador de su época, Newton argumentaba que esto verdaderamente sucedería si sólo hubiera un número finito de estrellas distribuidas en una región finita del espacio. Pero razonaba que si, por el contrario, hubiera un número infinito de estrellas, distribuidas más o menos uniformemente sobre un espacio infinito, ello no sucedería, porque no habría ningún punto central donde aglutinarse.

Este argumento es un ejemplo del tipo de dificultad que uno puede encontrar cuando se discute acerca del infinito. En un universo infinito, cada punto puede ser considerado como el centro, ya que todo punto tiene un número infinito de estrellas a cada lado. La aproximación correcta, que sólo fue descubierta mucho más tarde, es considerar primero una situación finita, en la que las estrellas tenderían a aglutinarse, y preguntarse después cómo cambia la situación cuando uno añade más estrellas uniformemente distribuidas fuera de la región considerada. De acuerdo con la ley de Newton, las estrellas extra no producirían, en general, ningún cambio sobre las estrellas originales, que por lo tanto continuarían aglutinándose con la misma rapidez. Podemos añadir tantas estrellas como queramos, que a pesar de ello las estrellas originales seguirán juntándose indefinidamente. Esto nos asegura que es imposible te-

ner un modelo estático e infinito del universo, en el que la gravedad sea siempre atractiva.”¹⁶

Hawking remite a la tercera carta de Newton. En ella concluye que indefectiblemente el universo ha de ser infinito, porque si no lo fuera, toda la materia se aglutinaría por fuerza gravitacional en un centro. Pero no hay centro. Los centros son aparentes y momentáneos, pero en realidad: son falsos centros, vemos centros cuando dejamos de ver el todo, y en el todo no hay centro alguno. Solamente vemos leves y momentáneas alteraciones en la distribución de la materia: áreas por un momento más concentradas, y áreas por un momento más “despobladas”. Pero no hay ningún centro, hablando con propiedad.

Se ha intentado refutar esto con argumentos pobrísimos como el de la “paradoja de Olbers”, que el astrónomo Halley se encargó de refutar, pero que hoy día es burlado irreverentemente por muchos astrónomos contemporáneos.

Por lo demás, no entraremos en este punto a examinar o refutar la inconsistencia de los argumentos de Hawking en ese párrafo, donde imagina una situación insólita, astrofísicamente ficticia y retorcida y violentamente forzada para dar por concluido y despachado el asunto con una explicación “refutatoria” no menos banal. O sea, lo que presenta Hawking no es más que una falacia. Más allá de eso, lo importante es dar cuenta de que este problema, el de la gravitación y la distribución de la materia, que pareciera ser el problema central y decisivo de los últimos cinco siglos, y nuestra visión del mundo se modificó y sólo podrá cambiar o modificarse nuevamente, si así ocurriera, a través de una revisión de este lejano pero persistente problema. De él depende la finitud o infinitud del Universo —y todas las implicaciones teológicas y ontológicas que el dilema cosmológico de la finitud o infinitud significa y representa para nuestras almas, en tanto vía de acceso a lo más profundo de nuestro ser.

M. DIEGO PINTADO es estudiante de filosofía en la Universidad del Salvador.

Líneas de investigación:

- Filosofía medieval y moderna

¹⁶ Cfr., Hawking, S. *La teoría del todo: el origen y el destino del universo*, Debate, Barcelona, 2007, pp. 19-20.

Publicaciones recientes:

- “El principio de contingencia en la ética: una presentación introductoria al problema”
Derecho y Cambio social, 44/XIII (2016).
- Edición y traducción de F. Nietzsche, *Ditirambos dionisiacos*, Vajra, Buenos Aires, 2012.

Dirección electrónica: nulliusinverba@outlook.com

Claridades. Revista de filosofía 8 (2016)