

Carrera: PROFESORADO Y LICENCIATURA EN FILOSOFÍA – FHUC - UNL

Cátedra: FILOSOFÍA MODERNA.

Unidad I: La reinención de horizontes en los comienzos de la Filosofía Moderna.

Tema: *Filosofía natural, revolución cosmológica y nuevo método para la nuova scienza.*

Breve síntesis de la génesis y el despliegue histórico de la denominada “revolución copernicana”, cuya influencia se extiende a lo largo de todo el pensamiento moderno, científico y filosófico. Tal revolución trajo consigo una nueva concepción del orden natural y promovió el desarrollo de un nuevo método para la nueva ciencia que se hallaba en gestación. Ello propició la reinención de nuevos horizontes en los comienzos de la Filosofía Moderna.

El astrónomo polaco **Nicolás COPÉRNICO** [Niklas Koppernigk, 1473-1543] dio lugar a una revolución científica que lleva su nombre con la publicación de su *De revolutionibus orbium coelestium* (1º ed. Nuremberg, 1543; 2º ed. Basilea, 1566)¹. Según Granada, es posible afirmar que la publicación de la obra se demora trece años por dos razones: a) por el temor "a la reacción negativa de teólogos y peripatéticos" (carta de Osiander a Copérnico del 20.06.1541, donde aquél percibe el miedo de éste), dado que su teoría parecía contradecir la letra de la Biblia y los principios de la física aristotélica; y b) porque él entendía, de acuerdo con ciertas prácticas pitagórico-platónicas, que solo podía ser comunicada oralmente a sujetos capaces de juzgarla por su formación teórica e integridad moral (Cf. Granada, 2000: 14). No obstante, su tesis del movimiento de la Tierra se había transmitido oralmente a partir de cierta circulación de su opúsculo *Commentariolus* -redactado antes de 1514-², donde exponía los principios del heliocentrismo y el triple movimiento de la Tierra -anual, diario y de declinación-. Por ello fue citado ante el papa Clemente VII en 1533. Cinco años después fue escuchado, esa vez con curiosidad, por Georg-Joachim Rheticus (1514-1574, profesor de matemáticas de la universidad de Wittenberg), quien publicó luego un resumen del *De revolutionibus* denominado *Narratio prima* (1º ed. Danzig, 1540; 2º ed. Basilea, 1541 y 3º ed. junto a la 2º ed. del *De revolutionibus*).

Dos prefacios acompañaban el *De revolutionibus*: a) una carta anónima del editor -el teólogo reformado (y antipapista) Andreas Osiander- que reza: "al lector sobre las hipótesis de la presente obra", lo cual supone la tradicional separación entre astronomía matemática y cosmología física; b) una dedicatoria del autor al papa Pablo III donde afirmaba la unidad de astronomía y cosmología, esto es, que los principios astronómicos -matemáticos- tienen un carácter *real* -físico- (Cf. Granada, 2000: 15-16). Ambos prefacios anunciaban las dos líneas de la recepción de la obra revolucionaria de Copérnico:

a) Por un lado, algunos atendían al libro primero -cosmológico- y entendían que la obra pretendía dar cuenta de la realidad *física* del universo, en contra de la Biblia y de la física aristotélica. De allí la reacción católica de Juan María Tolosani (ca. 1470-1549, teólogo florentino), en su opúsculo *De coelo supremo immobili et terra infima stabili, ceterisque coelis et elementis intermediis mobilibus* (1546), quien calificaba despectivamente de “pitagórica” a la cosmología

¹ Copérnico, Nicolás. *Sobre las revoluciones de los orbes celestes*, Madrid, Ed. de Minguez y Testal, 1982.

² Copérnico, Nicolás. *Breve exposición de sus hipótesis acerca de los movimientos celestes (Commentariolus)*, en N. Copérnico, th. Dignes, G. Galilei, *Opúsculos sobre el movimiento de la Tierra*, Madrid, ed. de Elena, pp. 23-43. Otra edición: Copérnico, Nicolás. *Commentariolus. Carta contra Werner*, en J. A. Coffa, *Copérnico*, buenos Aires, pp. 96-111, 112-121.

copernicana a partir del *De caelo* aristotélico (II, 13-14) y la condenaba por su incompatibilidad con la Escritura y con la teoría aristotélica del movimiento que el italiano tenía por verdadera. En tal sentido, es significativo el conocimiento profundo del opúsculo de Tolosani por parte de su compañero de orden Tommaso Caccini, el acusador implacable de Galileo desde 1611 (Cf. Granada, 2000: 27-28)

b) Por otro, la mayoría dejaba de lado el libro primero –*cosmológico*- para considerar los siguientes, entendiéndolos como un ejercicio de astronomía destinado a “salvar las apariencias” mediante un cálculo matemático con independencia de la verdad o falsedad de sus hipótesis. Tal es el caso de Erasmus Reinhold (1511-1553, profesor de matemáticas de la universidad de Wittenberg), cuya recepción y programa -denominados “interpretación de Wittenberg” (Robert Westman)- fueron continuados por Caspar Peucer (1525-1602) y Johannes Praetorius (1537-1616). Mientras la cosmología era considerada falsa -más aún, “absurda”, como es el caso de Philip Melanchton (1497-1560)-, la riqueza astronómica era asimilada al geocentrismo. Esta “interpretación de Wittenberg” será la que finalmente adoptará la Iglesia católica en 1616 (Cf. Granada, 2000: 29-30).

El *De revolutionibus* fue construido como una restitución, en buena medida filológica, de la astronomía contenida en el *Almagesto* de Ptolomeo -renovando así una disciplina matemática decaída en el curso de los siglos-. Tomando dicha obra como modelo para su réplica, Copérnico ofrece nuevas soluciones a los problemas planteados en la obra del astrónomo alejandrino (Cf. Granada, 2000: 16-17). Pero como Copérnico no era un astrónomo profesional ni un profesor universitario -ejercía su interés por la astronomía y por la medicina mientras trabajaba como canónigo dedicado a la administración de una diócesis de la Iglesia católica-, modifica la física para ponerla *al servicio* de la astronomía heliocéntrica contra la tradicional jerarquía aristotélica, donde se establecía que la física era *anterior* y, por tanto, debía *darle* a la astronomía los principios a partir de los cuales ella debía desarrollar sus cálculos.

Así esta cosmología nueva se presentaba, por entonces, apelando a la *autoridad* de los pitagóricos que habían establecido una rotación de la Tierra (Heráclides, Ecfanto) o una traslación (Filolao), lo cual constituía el *renacimiento* de una verdad *profunda* y *sagrada* –sabiduría proveniente de una larga y velada tradición- perdida por imposición de una opinión vulgar. De ese modo, su descubrimiento de “la forma del mundo y la exacta simetría de sus partes” superaba la “monstruosa” composición de Ptolomeo y ofrecía “una admirable simetría del mundo y un nexo seguro de armonía entre el movimiento y la longitud de las órbitas” (*De revolutionibus*, libro I, cap. 10). A su vez, la realidad física del movimiento terrestre era establecida mediante una argumentación matemática -sin inmiscuirse en la cuestión del límite de la finitud o infinitud del universo- contra el *De Caelo* de Aristóteles y el *Almagesto* de Ptolomeo. Para ello, partía de una *confianza* en la capacidad de la inteligencia humana para descubrir el *orden* del mundo -recordando lo que enseñaba Platón, a saber, que la astronomía nos elevaba hasta Dios mediante la contemplación de las cosas celestes- y en la seguridad de que la *machina mundi* “ha sido construida por Dios *para nosotros*”, esto es, para que a través de la contemplación astronómica descubramos nuestra verdadera configuración física (Cf. Granada, 2000: 18-19).

El carácter revolucionario de la cosmología copernicana no se daba tanto en su actitud frente a la teología y la Biblia. De hecho hay sólo una referencia explícita al tema en la conclusión de la epístola al papa (2º prefacio) donde su autor afirma: “si por casualidad hay charlatanes que, aún siendo ignorantes de todas las matemáticas, presumen de un juicio sobre ellas y por algún pasaje de las Escrituras, malignamente distorsionado de su sentido, se atreven a rechazar y atacar esa

estructuración mía, no hago en absoluto caso de ellos, hasta el punto de que condenaré su juicio como temerario". Para Copérnico, la Biblia no da un conocimiento científico de la naturaleza sino la voluntad y la promesa de Dios a los hombres con vistas a la salvación; una enseñanza moral y teológica que se *acomoda* [teoría de la "acomodación", cf. Patrística] a la inteligencia de la mayoría de los hombres. [Cf. Calvino, *Comentario al Génesis*; G. Bruno, *La cena de las cenizas*, diálogo IV; G. Galilei, *Carta a Cristina de Lorena* de 1615] Aún así, el *De revolutionibus* y el movimiento de la Tierra fueron condenados por la Iglesia en 1616.

El problema era de índole fundamentalmente físico dado que su concepción era incompatible con la teoría aristotélica del movimiento, en la cual el reposo o el movimiento de un cuerpo vienen determinados por sus naturalezas y por el lugar natural que les corresponde ontológicamente en el cosmos finito. En cambio, Copérnico vincula este movimiento con la forma geométrica: "el movimiento de los cuerpos celestes es circular [sea la Tierra, los otros astros o las esferas celestes que los arrastran]. Pues la movilidad de la esfera es girar en círculo, expresando mediante el mismo acto su forma, en un cuerpo simplicísimo" (*De Revolutionibus*, I, 4). De ello infiere no solo la posibilidad no realizada por Dios de un movimiento diario de la Tierra -ya aducida por los físicos nominalistas en el XIV [esto es, la *potentia absoluta*, no *ordinata*, es decir, no la posibilidad dada en virtud de la libre elección por Dios del orden natural que configura la realidad de acuerdo con lo conocido por Aristóteles]-, sino la *realidad* del movimiento diario y anual: "si alguien opinara que la Tierra da vueltas, diría que tal movimiento es natural y no violento [...]. La Tierra está limitada por sus polos y terminada por una superficie esférica. Luego ¿por qué dudamos aún en concederle una movilidad por naturaleza congruente con su forma, en vez de deslizarse todo el mundo, cuyos límites se ignoran y no se pueden conocer, y no confesamos sobre la revolución diaria que es apariencia en el cielo y verdad en la Tierra?" (*De revolutionibus*, I, 8) (Cf. Granada, 2000: 20-23)

Pero como las implicaciones de la nueva concepción copernicana -a saber: radio enorme del universo, dimensión incognoscible de la esfera de las fijas- cuestionaban la posibilidad misma de lo que las introducía, esto es, el movimiento anual de la Tierra en torno al Sol central, entonces, se comprende tanto el rechazo de tal dimensión cosmológica, su reducción y su uso *instrumentalista*, como la inevitable confrontación al ser adoptado en clave *realista*. Ante tales implicaciones Copérnico solo sugiere que *podría* ser que el orbe de las fijas tuviera figura esférica y finita sólo por la cara inferior, siendo en cambio infinito hacia arriba, por lo cual sería lógicamente inmóvil. De ese modo, deja a los filósofos naturales -incluso a los teólogos- el problema de la infinitud del universo: "el límite [exterior] del mundo se ignora y no se puede conocer" (*De revolutionibus*, I, 8). La reunificación de astronomía y cosmología no llega a ocuparse de la extensión indeterminable [¿infinita?] del orbe estelar (Cf. Granada, 2000: 23-24).

Copérnico ha dejado otras cuestiones sin resolver: no ha registrado el enorme espacio vacío entre Saturno y la esfera de las fijas, ni que la órbita anual terrestre era un simple punto comparado con el límite inferior del orbe estelar, ni que el sistema solar ocupaba una pequeña porción del radio del universo (que en su mayor parte estaba vacío). Finalmente, hay una diferencia que surge del contraste entre su principio heliocéntrico y la realidad manifiesta en los cálculos matemáticos donde los planetas eran calculados con respecto al centro del movimiento de la Tierra -Sol medio- y no con respecto al Sol real (Cf. 2º prefacio). Todas esas implicaciones de su teoría conllevaban problemas que evidencian una falta de armonía en su cosmología y serán resueltos posteriormente por J. Kepler, quien consideraba que Copérnico era "ignorante de sus propias riquezas" (citado por Granada, 2000: 27).

Aunque la adopción de la cosmología copernicana fue lenta, a partir de 1570 comienza a acrecentarse el interés por la misma, aunque “el número de copernicanos realistas será siempre escaso” (Granada, 2000, 30). A tal incremento contribuyó la aparición y desaparición de la estrella *nova* –toda una *novedad*, digamos- en la constelación de Casiopea entre 1572 a 1574 y del cometa de 1577. Estos fenómenos eran considerados, por entonces, como “milagrosos”, es decir, debidos a la *potentia absoluta* de Dios (a todo lo que puede Dios), transgrediendo el marco de la *potentia ordinata* (esto es, lo que puede por haberlo elegido del conjunto de su potencia total); y su asociación con la gran conjunción planetaria prevista para 1584, llevó a generar ciertas expectativas escatológicas de advenimiento del fin del mundo. En realidad, tales mutaciones ponían en tela de juicio que el mundo supralunar o celeste tuviera como único cambio el perfecto movimiento circular y uniforme de sus esferas –según la dominante cosmología aristotélica-.

También **Giordano BRUNO (1548-1600)** expone su adopción de la cosmología copernicana en *La cena de le cenere* (donde califica a Osiander de “asno ignorante y presuntuoso”)³, en *De l'infinito universo e mondi* (Londres, 1584)⁴, en *Camoeracensis Acrotismus* (Wittenberg, 1588)⁵ y el poema *De immenso et innumerabilibus seu de universo et mundis* (Frankfurt, 1591)⁶. Lo hace en la dirección de un universo *corpóreo, infinito en acto, necesario y homogéneo* –sometido a una misma legalidad-, en el cual nacimiento y muerte son expresiones de la *metamorfosis* incesante en el seno de la *sustancia única*. La Tierra, por tanto, es un astro como cualquier otro y Dios no tiene una relación idéntica con las distintas regiones del universo, ya que es su *retrato*, la *explicatio* necesaria de su infinita potencia, es decir: su *expresión* -su unigénito y co-sustancial Hijo-.

Pero para Bruno no existen las esferas celestes -ni las planetarias ni la de las fijas- y los astros o *mundos* pueblan el espacio lleno de aire puro-éter-*spíritus* y se mueven en el universo infinito en virtud de su propia *alma*. Esta concepción se apoya, por un lado, en la potencia del intelecto o imaginación humana que es capaz de trascender todo límite en un proceso infinito, testimoniando lo que el intelecto universal (Dios) ha producido en acto. Por otro, en el carácter aparente y relativo al sentido de las determinaciones de centro y periferia: si el universo es una esfera será en todo caso una “esfera infinita cuyo centro está en todas partes y su circunferencia en ningún sitio” (*Del infinito*, 102-103). Luego, en su concepción del espacio como “una cantidad física tridimensional continua en la que se recibe la magnitud de los cuerpos; existe por naturaleza antes de todos los cuerpos [...] y es un receptáculo indiferente de todos los cuerpos, sin acción y sin pasión, no se mezcla, es impenetrable, no formable, no localizable, contiene en su interior todos los cuerpos sin estar sometido a su vez” (*De immenso*, I, 8, 231).

Ahora si bien *puede* haber de hecho un universo infinito en el espacio infinito, ello no implica que *necesariamente* sea así –puede ser que nuestro mundo sea el único y esté rodeado de un espacio vacío, como pensaban los estoicos-. La *necesidad* del universo corpóreo infinito en el espacio y en el tiempo se debe, fundamentalmente, al argumento teológico de la libre necesidad de la plena eficacia o actualización en un universo infinito de la *infinita potencia divina* en virtud: a) de la difusividad del Bien, b) de que solo la creación infinita es compatible con la potencia y el bien infinitos del creador, c) de que solo un universo corpóreo infinito es perfecto y la creación divina

³ Bruno, Giordano. *La cena de las cenizas*, ed. de Granada, Madrid, Editora Nacional, 1987.

⁴ Bruno, Giordano. *Del infinito: el universo y los mundos*, ed. de Granada, Madrid, 1993.

⁵ Bruno, Giordano. *Camoeracensis Acrotismus*, en G. Bruno, *Opera latine conscripta*, vol. I, 1, ed. de Florentino, Napoli, 1879, 53-190.

⁶ Bruno, Giordano., *De immenso et innumerabilibus* en G. Bruno, *Opera I*, ob. cit., 1-2.

debe ser tal, d) y de que la distinción escolástica entre *potentia absoluta* y *ordinata* es contradictoria y una blasfemia. A ello se suma el abandono de la distinción entre generación *ad intra* y creación *ad extra* de Dios, al dejar de lado el dogma trinitario y cristológico (cf. Granada, 2000: 35-38).

Con ello no solo hace estallar la estrella de las fijas, sino que frente a Digges uniformiza la región estelar y planetaria, al hacer de cada estrella un sol centro de un sistema planetario. “Sabemos que si estuviéramos en la Luna o en otras estrellas no estaríamos en un lugar muy diferente a éste y acaso en uno peor [...] sabemos que no hay que buscar la divinidad lejos de nosotros, puesto que la tenemos al lado, incluso dentro, más de lo que nosotros estamos dentro de nosotros mismos” (*La cena de las cenizas*, 71; *Del infinito*, 185). El sistema planetario es visto como un organismo vivo, autorregulado en virtud de una providencia interna que es la divinidad misma inmanente (*La cena de las cenizas*, 136 s.), cuyos movimientos son causados por el alma propia de cada astro y tienen como función la reproducción de la propia vida (*La cena de las cenizas*, 124; *Del infinito*, 124). Para Bruno, finalmente, ni los astros son esferas perfectas ni sus movimientos son circulares y uniformes (como se pensaba desde Platón), lo cual cuestionaba las pretensiones y programas de la astronomía matemática (*La cena de las cenizas*, 120) (cf. Granada, 2000: 39-42).

Por su parte, **Johannes KEPLER (1571-1630)** publica su *Mysterium Cosmographicum* (1596) con el siguiente subtítulo: *Pródromo de disertaciones cosmográficas que contienen el secreto del universo. Sobre la admirable proporción de los orbes celestes y sobre las causas auténticas y verdaderas del número de los cielos, de su magnitud y de sus movimientos periódicos, demostrado por medio de los cinco cuerpos regulares*⁷. Ello constituye un refuerzo manifiesto e importante del copernicanismo *realista*, orientado a una completa elaboración astronómica que consiste en: a) construir el primer diagrama a escala del sistema planetario, a partir del descubrimiento de la razón del número de los seis orbes conocidos y de sus magnitudes en los cinco sólidos regulares (a saber: cubo, pirámide, dodecaedro, icosaedro, octaedro) situados entre ellos; b) de acuerdo con un riguroso finitismo cosmológico ya que el sistema era único y estaba encerrado dentro de la esfera finita de las fijas que lo limitaba (en armonía con la trinidad divina -a pesar de la infinitud de Dios-) (Cf. *El secreto del universo*, 66).

De ese modo, Kepler se oponía a Bruno quien “[...] hizo el mundo tan infinito que postula tantos mundos como estrellas fijas. E hizo de esta nuestra región de los planetas móviles uno de los innumerables mundos apenas distinto de los otros que le rodean [...]. Esta misma idea conlleva no sé qué horror secreto y oculto. Ciertamente uno se encuentra errando en esta inmensidad a la que se le niegan límites y centro y, por ende, también todo lugar determinado” (*De stella nova in pede Serpentarii*, 1606: 253)⁸. Si fuera así, ello implicaría la uniforme distribución de las estrellas en el universo y la misma apariencia del cielo estrellado visto desde cualquier estrella. Pero ello no coincide con los fenómenos tal como se manifiestan desde la Tierra y, por tanto, la experiencia desde otras estrellas revelaría un firmamento muy distinto del observado desde aquí (Cf. Koyré, 1979: 64-73). A su vez, el Sol es una estrella incomparablemente más grande y luminosa que cualquier estrella; si las estrellas fueran soles, como pretende Bruno, el cielo debería estar iluminado durante todo el día dado el número infinito de estrellas. La mentalidad geométrica del astrónomo alemán no acepta la relativización de los puntos de referencia que el infinito implica, de lo cual concluye la excepcionalidad del sistema solar ubicado en la concavidad principal del orbe estelar finito y la distribución no uniforme de las estrellas (cf. Granada, 2000: 42-44).

⁷ Kepler, Juan. *El secreto del universo*, ed. de Raba, Madrid, 1992.

⁸ Kepler, Johann. *De stella nova in pede Serpentario*, en *Gesammelte Werke*, Vol. 1, ed. de Caspar, München, 1938, 148-356.

La publicación del *Sidereus Nuncius* galileano (1610), con sus revelaciones del enorme número de nuevas estrellas visibles mediante el telescopio, no modificó la posición de Kepler. Su temor de que Galileo hubiera descubierto planetas girando en torno a otra estrella –como sostenía Bruno–, se disipó al conocer que los planetas mencionados eran satélites de Júpiter. “Si hubieras encontrado planetas girando en torno a una de las fijas, ya tenía yo reservadas cadenas y cárcel junto a las innumerabilidades de Bruno, o incluso más bien el exilio en aquel infinito. Así pues, me librate del gran temor que me embargó” (*Conversación con el mensajero sideral*, 137)⁹. Por tanto, tales anuncios astronómicos venían a reforzar las tesis antibrunianas de Kepler: “cuanto más numerosas y más frecuentes [son las estrellas] tanto más fuerte es mi argumento [...] en contra de la infinitud del mundo, que demuestra que este lugar donde moramos con nuestro Sol y los planetas es la cavidad principal del mundo, no pudiendo ocurrir que desde ninguna de las fijas se vea una configuración del mundo como la que se observa desde nuestra Tierra o incluso desde nuestro Sol” (*Conversación con el mensajero sideral*, 135). Ese mismo Sol ejerce una fuerza motriz que impulsa a los planetas en sus trayectorias, siendo su velocidad mayor o menor de acuerdo con la distancia con respecto a aquél. De este modo Kepler pretende resolver tanto el problema de la desaparición de las esferas portadoras como el de los cambios de velocidad en función de la distancia. En cualquier caso, ello evidencia la necesidad de introducir la física en la astronomía, en un proceso paralelo a la aplicación de la matemática por Galileo a los movimientos de los graves y de los proyectiles en el mundo sublunar (Cf. Granada, 2000: 44-46)

Galileo GALILEI (1564-1642), modesto profesor de matemáticas de la universidad de Padua, consiguió el nombramiento de “Matemático y Filósofo” de la corte de los Médicis con la publicación del *Sidereus Nuncios*. Por ese dato histórico y por las bases filosóficas desde donde Galileo construye el nuevo edificio de la ciencia no se puede seguir considerándole solo como un científico, pues sus grandes aportaciones científicas son fruto de, y se fundamentan en, una posición filosófica. Solo a partir de ésta tiene sentido hablar de método y solo desde tal marco se comprende el carácter que le imprime a su nuevo “método científico” con el cual contribuirá a dar inicio a la ciencia moderna. Es cierto que no elaboró explícitamente una “filosofía”, como le critica Descartes en carta a Mersenne (octubre de 1638): “filosofa bastante bien sobre el movimiento pero construye sin fundamentos”. Sin embargo, el objetivo central de la obra de Galileo era la cosmología: “el más grande y admirable problema, la verdadera constitución del universo ... por su grandeza y nobleza digno de ser antepuesto por los genios especulativos a cualquier otra cuestión del conocimiento” (Carta a Marco Velseri sobre las manchas solares) (Beltrán, 1983: 3-4).

Los planteos cosmológicos habían estado dominados, desde Aristóteles a Copérnico, por los “*puri astronomi*” que solo pretendían “salvar las apariencias” -esto es, construir recursos geométricos que proporcionaran buenas predicciones-. Sólo en 1543 Copérnico -que Galileo sitúa entre los “*filosofi astronomi*”-, recupera las pretensiones cosmologistas y realistas de Aristóteles, presentando su propio sistema como una descripción del universo real. Pero el heliocentrismo presentaba más dificultades que el geocentrismo tradicional: en una Tierra que gira sobre sí y alrededor del centro del universo, ¿cómo explicar que los cuerpos sigan cayendo hacia el centro de la Tierra, que lanzados hacia arriba caigan en el mismo punto desde el que fueron lanzados? La renovación de la astronomía requeriría una nueva física, pero para que sean

⁹ Kepler, Juan. *Conversación con el Mensajero sideral*, en G. Galilei y J. Kepler, *El mensaje y el mensajero sideral*, ed. de Solís, Madrid, 91-152.

convincentes los argumentos de Copérnico había que conocer previamente la filosofía neoplatónica. Galileo había adherido a ella y por ello se ocupó de sentar las bases de esa nueva física, que el heliocentrismo y el movimiento terrestre requerían para poder mantener sus pretensiones realistas.

Galileo no era un astrónomo, sino un matemático-filósofo que hizo en su juventud la experiencia de Arquímedes y quedó seducido por la aplicación que el griego llevó a cabo del método axiomático-deductivo al tratamiento de problemas físicos (la hidrostática). Galileo decidió generalizar, entonces, el procedimiento arquimediano a todo tipo de problemas físicos, proyectando una matematización integral de la física y en particular del movimiento en el mundo sublunar¹⁰. Será allí mismo en Padua, en la primera década del siglo XVII y antes del episodio del telescopio, donde Galileo llegará a la formulación (superada la física del *impetus* y el principio de que el movimiento necesita una causa permanente) de sus leyes de la caída de los graves y del movimiento de los proyectiles. En estas leyes, que sólo se publicarán en las *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias* (Levden, 1638)¹¹, se ofrecía una explicación rigurosamente matemática, precisa, de los dos movimientos más importantes del mundo sublunar. Con ello Galileo demostraba que la precisión matemática no era privilegio de los movimientos celestes, sino una realidad universal (Koyré, 1977: 12 s.); consecuencia por lo demás del hecho de la uniformidad de la materia en el universo y de la universalidad de las leyes matemáticas que rigen su movimiento. Si la física entra con Kepler en la astronomía (celeste), la matemática entra definitivamente con Galileo en la física (sublunar). El resultado es la unificación teórica pareja a la unificación ontológica. Descartes y Newton efectuarán la formulación global (Cf. Granada, 2000: 48-49).

A partir de Galileo movimiento y reposo están en el mismo nivel ontológico: el reposo deja de ser ontológicamente superior al movimiento y ambos son estados inerciales, persistentes, de la materia que se prolongan indefinidamente (en el caso del movimiento según una trayectoria circular; en Galileo, no obstante, no hay una formulación explícita de la ley de inercia como tal. Cf. Koyré, 1980, cap. 3) de no mediar causas externas. La existencia del movimiento deja de pedir, por tanto, una causa o fuerza interna, externa o impresa, pues la fuerza produce la aceleración. Movimiento y reposo, además, son estados independientes de la constitución de la materia, es decir, resulta totalmente indiferente a un cuerpo el estar en reposo o en movimiento (incluso el tener a la vez varios movimientos, que se combinarán matemáticamente, como ocurre en los proyectiles) y no podemos saber en qué estado se encuentra a partir de su mera materialidad; incluso la determinación del movimiento o reposo de un cuerpo no es absoluta, sino relativa a un determinado marco de referencia (relatividad física del movimiento; véase Koyré, 1980, 209 ss.).

Todo ello significa que para la conceptualización y explicación del movimiento es irrelevante la atención a la constitución interior de los cuerpos, a sus cualidades. Éstos pueden reducirse a puntos o figuras geométricas en el espacio; lo cual implica el abandono de todo el fundamento ontológico del movimiento en Aristóteles (potencia, acto, fin) y la reducción de la materia a estructuras geométricas cuyo movimiento es estudiado matemáticamente. Esta reducción ontológica puede tener un carácter instrumental u operativo que, a un partidario de la ontología y

¹⁰ Su obra juvenil, *De motu* (1590-1591) es testimonio de ello y de una conceptualización del movimiento en el marco de la teoría bajomedieval del *impetus* (Koyré, 1980, cap. 1, 4).

¹¹ Galilei, Galileo. *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, ed. de Solís y J. Sádaba, Madrid, 1976.

epistemología tradicionales (incluso a Bruno), se le antojaría una petición excesiva, un reduccionismo arbitrario que empobrece la naturaleza y sustituye el conocimiento objetivo de la misma por una ilusión (Cf. Koyré, 1977, 173 ss.). Pero lo cierto es que en un famoso pasaje de *Il saggiaiore* (Roma, 1623, § 42)¹² Galileo afirmará que la realidad consiste en cuerpos geométricos en movimiento/reposo y que el universo de las cualidades no es sino efectos secundarios que el movimiento de las partículas produce sobre nuestros sentidos:

“al punto que concibo una materia o sustancia corpórea, me siento obligado por la necesidad a concebir que está delimitada y configurada por esta o aquella figura, que en relación con otras es grande o pequeña, que está en este o aquel lugar, en este o aquel momento, que se mueve o está quieta [...] Pero que deba ser blanca o roja, amarga o dulce, sonora o muda [...] no siento que mi mente se vea forzada a deberla aprehender acompañada de tales condiciones” (§ 42).

No se trata, pues, de una decisión metodológica que haría de la ciencia una construcción mental, sino de la respuesta adecuada a la estructura ontológica de la realidad misma, su conocimiento objetivo (cf. Granada, 2000: 49-50). Con esta concepción del movimiento Galileo se prepara para la defensa de la cosmología copernicana en el frente físico, es decir, a la disolución de los argumentos físicos tradicionales contra el movimiento de la Tierra y al establecimiento de una física copernicana. Pero, como es sabido, la exposición de una teoría cosmológica global derivada de una física sistemática y de una filosofía explícita será obra de Descartes. Galileo se limitará a proyectos parciales (y ése será el motivo del disgusto que ante él sentirá el pensador francés), de los cuales surgirá sin embargo de hecho la nueva física matemática universal que se incorporará a la síntesis newtoniana.

Uno de esos proyectos parciales fue la construcción de su primer telescopio en julio de 1609, aquel instrumento con el que “las cosas lejanas se ven como si estuvieran próximas”. En marzo de 1610 publica su obra *Sidereus Nuncios* (Venecia)¹³, donde da cuenta de sus observaciones: el aspecto terráqueo de la luna, las “innumerables” estrellas de la Vía Láctea, las nebulosas, las fases de Venus y los satélites de Júpiter. Tales observaciones generaron una creciente polémica debido a que no había antecedentes de la utilización del telescopio como “instrumento científico” – apenas era usado en el confuso campo de la óptica¹⁴. ¿A ello se debe la desconfianza de astrónomos renombrados y otros intelectuales, quienes negaron dichos descubrimientos mediante tal “instrumento”?

Algunos presentes cuentan que en la casa del astrónomo Magini, en la madrugada del 24 al 25 de abril, ninguno de los 24 intelectuales presentes pudo ver “perfectamente los nuevos planetas” [los satélites de Júpiter o “planetas medicos”]. El desinterés de ellos por los instrumentos ópticos no podía modificarse con solo mirar a través de un telescopio (por más que éste haya sido “mejorado”), siendo que su funcionamiento no podía ser explicado. Quizás la ignorancia de Galileo acerca del funcionamiento del telescopio -en el plano técnico y teórico- y su adhesión al copernicanismo platónico, posibilitaron que él sí estuviera preparado para ver tales planetas (Cf. Beltrán, 1983: 6-9).

¹² Galilei, Galileo. *El ensayador*, Madrid, Sarpe, 1984.

¹³ Galilei, Galileo. *La gaceta sideral*, en G. Galilei y J. Kepler, *El mensaje y el mensajero sideral*, ed. de Solís, Madrid, 27-90.

¹⁴ Pero los espejos y las lentes, señala Beltrán, no solo hacían ver cosas que no eran donde no estaban (eran un buen ejemplo del engaño de la vista), sino que podían darse “ilusiones positivas” en los que el observador pone algo de su parte en la observación. Cf. Feyerabend, Paul. *Problems of empiricism*, 1968.

Lo cierto es que, como señala Beltrán, es criticada la validez de tales observaciones al relacionar el tema de la fiabilidad de los sentidos con la relación entre las matemáticas y la experiencia. En su “*De Phoenomenis in orbe lunnae...*”, La Galla distingue entre “*sensibilia comuna*” (atributos del objeto que pueden percibirse por más de un sentido –reposo, número, dimensión y figura- y pertenecen a la cantidad) y “*sensibilia propria*” (que se perciben por un solo sentido –color, sabor, olor-). Como los sentidos se engañan acerca de los primeros, entonces, es inútil y pernicioso querer usar la matemática en el estudio de las cosas naturales. Un ejemplo: la vista se engaña con el bastón metido en el agua porque la “figura” es un sensible común (pero, ¿no es engañada también cuando el bastón está fuera del agua?).

Según Galileo, “el ojo no se engaña al recibir la figura (*specie*) del bastón en el agua...; sino que el engaño está en el razonamiento (*discorso*) que no sabe que las figuras que se ven en distintas transparencias se refractan”¹⁵. Como es sabido, esa distinción será reelaborada e invertida por Galileo en su obra antes mencionada, a saber: *Il Saggiatore*. Las propiedades o cualidades accidentales (secundarias, “comunes”) del mundo físico, pasarán a ser “propiedades primarias y reales”, es decir, esenciales, que constituyen la realidad objetiva y son objeto de ciencia. Tal inversión ontológica implica una reordenación de la relación entre las matemáticas y la física (en la estela copernicana y a diferencia de la inconmensurabilidad de las matemáticas y la física aristotélicas). Galileo introduce así un nuevo concepto de naturaleza:

“La filosofía está escrita en este grandísimo libro que continuamente está abierto ante nuestros ojos (me refiero al universo), pero que no puede entenderse si primero no se aprende a entender la lengua y a conocer los caracteres con los que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático, y los caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin las cuales es imposible entender humanamente una palabra; sin ellos es enredarse vanamente por un oscuro laberinto”¹⁶

Esa naturaleza constituida esencialmente por lo medible o geometrizable exigirá un nuevo modo de estudiarla, un *nuevo método*. Solo la matemática nos permitirá “ver” los hechos y explicarlos. A partir de esta tesis platónica y antiaristotélica Galileo pudo desarrollar una nueva física. Pero su obra no es solo “una prueba experimental del platonismo” (Koyré), ni se basa exclusivamente en sus experimentos (Geymonat); no hay experimentos sin teoría.

No obstante sus descubrimientos mediante la aplicación del telescopio, Galileo no llega a calificar al universo de “infinito”. Sin optar por la finitud o infinitud, dado el conocido caso de G. Bruno, llega incluso a afirmar que el problema es insoluble para el entendimiento quedando sólo la revelación divina como fuente de certeza (Cf. Koyré, 1979: 92-97). Sin embargo, en el *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo* (Florencia, 1632)¹⁷ llega a señalar que la anulación del movimiento estelar elimina todas las objeciones de Aristóteles contra el universo infinito y que es más proporcionado a la infinita potencia de Dios tal universo que el proporcionado al ingenio humano (Galileo, 1994: 277 ss.). Pero no hace (quizás no puede hacer) suya la conclusión bruniana, aunque para Galileo las estrellas son soles situados a enorme distancia entre sí lo cual

¹⁵ Galilei, Galileo. *Opere*, III, ed. de Favaro, 20 vols., Florencia, Barbera, 1968, 397-398. Citado en Beltrán, 1983: 11.

¹⁶ Galilei, Galileo. *Il saggiatore*, en *Opere*, VI, 232. “La filosofia é scritta in questo grandissimo libro, che continuamente ci sta aperto innanzi a gli ochi (io dico l’universo), ma non si può intendere se prima non s’impara a inteder la lengua matematica, e i caratteri, ne’ quali è scritto. Egli è scritto in lengua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezi è impossibile a intenderne umanamente parola”. Cf. *Carta a Liceti*, 11.01.1641 en *Opere*, XVIII, 293.

¹⁷ Galilei, Galileo. *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*, ed. de Beltrán, Madrid, 1994.

cuestiona que el universo tenga una figura definida y exista en centro absoluto en el mismo (Cf. Granada, 2000: 46-47).

Instalado en Florencia, publica además su *Carta a Cristina de Lorena* (1615)¹⁸ ante los ataques de teólogos dominicos al copernicanismo como contrario a la Escritura. Ignorando, según Granada, las resoluciones del Concilio de Trento que prohibían a los laicos la exégesis escriturística y, en particular, la interpretación de la Escritura en contra de los Padres, Galileo llevaba a cabo una neutralización del anti-copernicanismo bíblico mediante el recurso a la ya mencionada teoría de la *acomodación*. De acuerdo con ella, la Escritura ofrece a todos los hombres la vía de la salvación, siendo su finalidad estrictamente moral –no científica-. En ella Dios acomoda su mensaje de salvación a la inteligencia del vulgo primitivo e ignorante, por lo cual no es de extrañar que en ocasiones hable de acuerdo con el sentido inmediato. Pero al ofrecer una exégesis copernicana de pasajes como el milagro de Josué, a la vez que reivindicaba la autonomía de la ciencia, Galileo provocó el pronunciamiento del Santo Oficio y la condena del movimiento de la Tierra (decreto del 5 de marzo de 1616) como “doctrina falsa y contraria a la Escritura” (cf. Granada, 2000: 47). Sería preciso, no obstante, no precipitarse y reconsiderar los hechos que llevaron a Galileo a ser sometido a ese proceso judicial, de nefastas consecuencias no solo para él¹⁹.

Ello trajo consigo, a su vez, la prohibición del *De revolutionibus* “hasta que fuera corregido” de forma compatible con el decreto, es decir, expurgando sus formulaciones realistas y explicitando que se trataba de una mera hipótesis destinada, a pesar de su falsedad, a salvar las apariencias celestes (Cf. *Carta a Cristina de Lorena*). La Iglesia católica hacía suya oficialmente la interpretación de Wittenberg y prohibía la ciencia copernicana, cuando la teoría de la acomodación permitía al mundo cultural protestante el libre desarrollo del copernicanismo cosmológico. Eran las consecuencias de la adhesión filosófico-teológica al aristotelismo y a la exégesis cosmológica (geocentrista) de la patrística (Cf. Granada, 2000: 47-48).

Otro de sus proyectos a dado pie a una no menos famosa “historia” de las bolas de distinto peso que Galileo habría dejado caer desde la torre de Pisa (para mostrar que los cuerpos caerían con una velocidad que no es proporcional a su peso). Pero tal relato supuestamente histórico no solo es falso, sino que está documentado que ese mismo experimento fue hecho por aristotélicos (como Coresio) para comprobar lo contrario²⁰. Y también puede constatarse que Galileo presenta en sus publicaciones los resultados experimentales con una exactitud y precisión que no coinciden con las diferencias que aparecen en sus manuscritos entre los valores numéricos de la teoría y los del experimento real (así se lo señala Mersenne, cuando reproduce sus experimentos). Idealizaba sus resultados porque estaba convencido de que: a) sin los impedimentos materiales, el experimento nos mostraría el acuerdo con la teoría; b) su demostración matemática, geométrica, revelaba y describía con pulcritud la estructura de la naturaleza física y su comportamiento. El inevitable margen de error de sus experimentos, ¿no podía ser utilizado por sus adversarios como una prueba de la inconmensurabilidad entre matemáticas y física? (cf. Beltrán, 1983: 13-14)

En el *Diálogo*, Galileo pone en boca de Simplicio ese argumento, mientras muestra que Salviati no puede refutarle únicamente con hechos; tiene que mostrarle al oponente las contradicciones a que

¹⁸ Galilei, Galileo. *Carta a Cristina de Lorena*, ed. de González, Madrid, 1987.

¹⁹ Respecto de la relación de Galileo con la Iglesia de Roma ver: Beltrán-Marí, Antonio. *Talento y poder, Historia de las relaciones entre Galileo y la Iglesia católica*, Laetoli, 2006.

²⁰ Koyré, Alexandre. “Galileo y el experimento de Pisa: a propósito de una leyenda”, en *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 196-205.

lleva su teoría (aristotélica) y enseñarle a pensar en la otra (copernicana). ¿Cuál será la trayectoria de la piedra que se deja caer desde la torre? Para Simplicio solo cabe ver lo que sucede: “veo” que la piedra cae “recta y perpendicularmente”. Para Salviati, desde su física copernicana que da por supuesto el movimiento terrestre, la trayectoria es un movimiento “mezcla de recto y circular”. Salviati, (Galileo), ve también lo mismo que Simplicio pero ello no es todavía un “hecho” para el filósofo de la naturaleza. La “representación de los sentidos” es necesaria pero insuficiente. Salviati propone: “así, pues, dejada de lado la apariencia, en la que todos estamos de acuerdo, esforcemos el razonamiento (*discorso*) para descubrir la realidad de aquella o descubrir su falacia”²¹. Pues la verdad y el error no están en los sentidos, sino en el “discurso” desde el cual se ve.

No existe, por tanto, la “inmediatez” de la experiencia y la predicción de la trayectoria de la piedra se debe a “un” discurso que se basa en que el movimiento de la Tierra no afectará necesariamente la “apariencia” observada. Mediante un análisis conceptual Galileo ayuda a Simplicio a “aprender a ver”, a que “vea con los ojos de la mente”. Solo con el debido entrenamiento mental su interlocutor podrá aprender a ver la trayectoria de la piedra como una mezcla del efecto gravitatorio y del inercial (Cf. Beltrán, 1983: 14-16). De ese modo, si bien puede que aún faltasen pruebas para justificar suficientemente el copernicanismo, al menos quedaba claro que los argumentos tradicionales a favor del geocentrismo daban por sentado aquello que pretendían demostrar.

La publicación del *Diálogo* fue permitida por el acceso al papado de Urbano VIII, aficionado a las cuestiones científicas y afectuoso, en un principio, con Galileo. En esa obra, como decíamos, su autor contraponen como únicos modelos del universo atendibles físicamente el ptolemaico (aristotélico) y el copernicano de una Tierra móvil (dejando de lado la cuestión de la infinitud). Galileo omite como irrelevante el modelo de Brahe que, desde la muerte de Clavius en 1612, había adoptado la orden de los jesuitas. Si éste ya es un primer punto de conflicto, el segundo y definitivo es el carácter físico de la discusión y defensa del movimiento de la Tierra, en contra del decreto de 1616, que sólo dejaba espacio para el uso y defensa del movimiento terrestre como mera *hipótesis*.

Galileo, efectivamente, procede como físico y filósofo destruyendo la física y filosofía aristotélicas y asentando la nueva física copernicana del movimiento terrestre. Para adaptarse, según Granada, al marco “ficcionalista” que la autoridad eclesiástica permitía efectúa un violento *tour de force* final, lleno de ironía, que contribuyó aun más a granjearle la hostilidad del papa y la reacción inquisitorial. En la conclusión de la obra el portavoz de Galileo, Salviati, caracteriza la doctrina defendida (el movimiento de la Tierra a través de su teoría de las mareas) como “fantasía [...], vanísima quimera y una grandísima paradoja” a la cual dice no asentir; a ello el aristotélico Simplicio responde apelando a la “firmísima doctrina” (que no es otra que la distinción entre la *potentia absoluta* y *ordinata* de Dios) de “una persona doctísima y eminentísima ante la que hay que inclinarse” (Urbano VIII), esto es, Dios efectivamente “con su infinita potencia” puede haber conferido a la Tierra la inmovilidad, por lo cual todos los discursos cosmológicos humanos no rebasan el rango de lo hipotético: “concluyo inmediatamente que, siendo así, sería soberbia osadía si uno quisiera limitar y coartar la potencia y sabiduría divina a una determinada” (Galileo, *Diálogo*, 401 -403). La interpretación ficcionalista o instrumentalista dada a la obra de Copérnico se unía así (como ya había afirmado el papa y como dirá tras la lectura del *Diálogo*, señalando que Galileo pretendía “*impor necessitá a Dio benedetto*” al obligarle a seguir la vía más simple) a la distinción de la

²¹ Galilei, Galileo. *Opere*, VII, 250-251. Citado en Beltrán, 1983: 16.

potencia divina para declarar a la razón humana por boca de Salviati (con apenas velada ironía) incapaz de descubrir “la obra fabricada por sus manos [de Dios]” (Granada, 2000: 50-51)

El respeto sumiso al decreto inquisitorial se explicitaba después de una defensa apasionada de la realidad de la tesis que ahora se aparentaba dejar caer y tras una apelación sarcástica al uso papal de la potencia absoluta divina, que reducía la cosmología copernicana a hipótesis que puede ser falsa porque Dios puede no haberla adoptado, con la implicación además de que -ante el carácter hipotético de toda cosmología en confrontación con la libertad de la infinita potencia de Dios- el aristotelismo tenía a su favor el peso de la tradición y su alianza con la teología católica. Granada concluye señalando que la verdadera posición de Galileo se muestra en sus contemporáneas notas privadas a la lectura de una obra de J.-B. Morin, en la que se expresaba la misma objeción:

“Nosotros no investigamos lo que Dios podía hacer, sino lo que ha hecho [...] Dios podía hacer volar los pájaros con huesos de oro macizo, con la carne más pesada que el plomo y con las alas pequeñísimas y pesadas y así habría mostrado aun más su potencia [...], pero ha querido hacerlos con huesos de carne y con plumas muy ligeras [...] para enseñarnos que gusta de la simplicidad” (Bianchi, 1986, 143, citado por Granada, 2000: 51).

Beltrán, por su parte, destaca que Copérnico desde una inquebrantable fe “pitagórica” sostiene que el universo está organizado en base a simples regularidades matemáticas. Su sistema es capaz de explicar los mismos fenómenos astronómicos que el de Ptolomeo, pero más “armónicamente” desde un punto de vista geométrico (o sea, realista). Galileo, desde la misma fe en una naturaleza estructurada matemáticamente, regida por “causas invariables, únicas y eternas” explicables y expresables únicamente mediante la matemática, intentará completar la obra mostrando la estructura del mundo terrestre y sus comportamientos. Lo que realmente constituía la materia era lo que la tradición llamaba “atributos de la cantidad” (las “cualidades primarias”). Si añadimos a esto la tímida y peculiar versión del atomismo que da Galileo, estamos entrando claramente en esa nueva imagen del universo que iba a imponerse en el transcurso del siglo XVII.

Bibliografía:

- Granada, Miguel Angel. “La Revolución cosmológica: de Copérnico a Descartes”, en *Enciclopedia Iberoamericana de Filosofía*. Vol. 21, Echeverría (ed.), Madrid, Trotta, 2000, pp. 13-61.
- Beltrán, Antonio. “Galileo, filósofo”, en *Los filósofos y sus filosofías*, Vol. 2, Barcelona, Vicens-Vives, 1983, pp. 3-20.
- Beltrán, Antonio. “Introducción”, en G. Galilei, *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo ptolemaico y copernicano*, ed. de Beltrán, Madrid, 1994, XI-LXXIV.
- Beltrán Marí, Antonio. *Talento y poder, Historia de las relaciones entre Galileo y la Iglesia católica*, Laetoli, 2006.
- Koyré, Alexandre. *Del mundo cerrado al universo infinito*, Madrid, 1979.
- Koyré, Alexandre. *Estudios galileanos*, Madrid, 1980.
- Koyré, Alexandre. *Estudios de historia del pensamiento científico*, México, Siglo XXI, 2000.
- Rossi, Paolo. “Galileo”, en *El nacimiento de la ciencia moderna en Europa*, Barcelona, Crítica, 1998.