

Cosmología copernicana en los países católicos hacia 1700

JOHN HEILBRON
Worcester College, Oxford

En la década de 1680 un ingeniero holandés que trabajaba en Roma propuso un programa de embellecimiento de la ciudad según la estética de un astrónomo: cada uno de los obeliscos principales se transformaría en un reloj de sol. Las *piazze* que dominaban estarían decoradas con signos y símbolos astronómicos y del calendario. La plaza de San Pedro representaría el orbe entero y el universo mediante ocho planisferios colocados simétricamente alrededor del gran obelisco trasladado allí en 1585 por el papa Sixto V. Dos planisferios representarían nuestro globo, uno el viejo y otro el nuevo mundo; dos más lucirían las proyecciones de las estrellas y constelaciones de los hemisferios norte y sur; los otros dos mostrarían la estructura del universo según los cuatro sistemas sostenidos por entonces: el ptolemaico, el copernicano, el tónico y el cartesiano.

Aunque este gran esbozo del ingeniero Cornelis Meijer no sedujo al Vaticano tiene un gran atractivo para el historiador, no sólo por los bellos diagramas con que lo ilustró sino porque proponía moldear en piedra el relato estándar del universo de los libros de cosmología publicados a finales del Siglo XVII. La cosmología incluía las características genéricas de la Tierra así como la disposición de los cielos; era distinta de la astronomía, que era una rama de las matemáticas. Tenían, sin embargo, una considerable región en común, la descripción exacta de los cuerpos del sistema solar: su número, carácter, situación y rasgos de la superficie del sol, los planetas y sus satélites. El tema de mi conferencia es justamente esa región común y las constricciones impuestas a su cultivo en los países católicos por el decreto contra Galileo en 1633.

Ese decreto imperaba todavía hacia 1700 en las zonas bajo control directo del Papado y de las escuelas y colegios de los Jesuitas. No obstaculizaba el trabajo de los astrónomos del hijo mayor de la Iglesia, o sea, el rey de Francia; y en otras partes de los países católicos, de Lisboa a Praga y de Lovaina a Palermo, su impacto variaba conforme al poder de los Jesuitas, la rigidez y energía del nuncio papal y los intereses de las autoridades locales. Fue en la Italia central donde el ajuste de la cosmología y la astronomía a la prohibición de apoyar el heliocentrismo tuvo efectos más significantes y conspicuos. No incluían la ruina de la astronomía moderna: los italianos hicieron varias contribuciones importantes al conocimiento de los planetas y encabezaron el desarrollo de medios y técnicas de observación durante el medio siglo centrado en 1700.

Estas consideraciones sugerían una división del material histórico en dos partes. La primera parte presenta los fundamentos relevantes hacia 1700: una historia natural del cosmos, las principales características de los cuatro esquemas cosmológicos que Meijer quería grabar en piedra en la plaza de San Pedro y los métodos que los astrónomos, cosmógrafos y censores usaron conjuntamente para evitar la aplicación del decreto en perjuicio de la ciencia. La segunda parte se centra en el caso de la escuela de astrónomos de Bolonia, que tiene un especial interés no sólo porque habían recibido su educación parcial o total en los Estados Pontificios sino también porque estaban estratégicamente situados en Italia y Francia y realizaron colectivamente las más importantes contribuciones italianas a la astronomía durante el período 1675-1725.

Cuatro figuras descuellan. Gian Domenico Cassini (1625-1712), el mejor observador astronómico de su época, que enseñaba en la Universidad de Bolonia en los años 50 y 60 antes de convertirse en la cabeza efectiva del Real Observatorio de París. Geminiano Montanari (1633-1687) que también enseñaba en Bolonia y lo dejó por una oportunidad mejor, en su caso para ser profesor de la Universidad de Padua. Francesco Bianchini (1662-1729), educado en el colegio jesuita de Bolonia y en Padua con Montanari, que llegó a ser el más relevante de los astrónomos y arqueólogos de Roma. Eustachio Manfredi (1674-1739) hizo toda su carrera en Bolonia, de estudiante a profesor. Todos ellos fueron sinceramente religiosos. Cada uno consiguió un ajuste efectivo entre los requerimientos de su ciencia y los dictados de su fe.

1. Cosmología copernicana hacia 1700

Historia natural

Cuando Galileo dirigió su telescopio a los cielos en 1609 los astrónomos sabían muy poco más que los griegos sobre lo que allí había. Conocían unas pocas estrellas más y algo más al sur que las mil –más o menos– catalogadas por Ptolomeo. Descubrieron o redescubrieron muchos cometas y conjeturaron que algunos retornaban y que ninguno causaba la muerte de los príncipes; logros que Meijer consideraba lo bastante significativos como para aconsejar a los papas inscribir en los escalones de San Pedro las fechas de todos los avistados desde el nacimiento de Cristo. Pero los modernos no habían añadido ni un simple planeta o luminaria a los seis conocidos por la Humanidad desde la prehistoria.

Galileo resolvió la Vía Láctea en estrellas, añadió cuatro lunas de Júpiter a los objetos conocidos del sistema solar y mostró que nuestra luna tiene montañas y otras características terrestres. Derruyó la distinción aristotélica entre materia celeste y terrestre y reforzó el hallazgo de Tycho Brahe y de otros cuyas mediciones situaban a los cometas más allá del Sol, por lo que, al igual que la Tierra, los cielos sufren cambios. Esas observaciones hicieron surgir la cuestión de si la Tierra podía no ser como los planetas, o estos ser otras tantas Tierras; y en el sistema de Júpiter, con sus cuatro satélites orbitando, indicaban una posible disposición de los planetas alrededor del Sol.

Según se fue desarrollando el telescopio la población del sistema solar aumentó, especialmente en 1656 cuando Christian Huygens sugirió que la desconcertante apariencia de Saturno advertida por y desde Galileo podía explicarse dotándolo de un anillo. Al mismo tiempo anunció que tenía una luna, actualmente llamada Titán, y se preguntaba cuántos satélites más podría haber. Imaginaba que ninguno: con Titán el sistema tenía seis planetas (contando a la Tierra) y seis satélites (la Luna, Titán y los cuatro compañeros de Júpiter), lo que hace que ambos conjuntos sean un número perfecto, o sea, completo. Pero en 1671/72 Cassini, trabajando con un telescopio muy largo diseñado para minimizar los efectos de la imperfección de las lentes, detectó otros dos satélites de Saturno, incrementando el total de planetas y lunas hasta catorce; número que, como señaló a su nuevo patrón Luis XIV, tenía el honor de aparecer en el título del rey de Francia. Eso parecía, sin embargo, una base insuficiente para concluir que los cielos estaban agotados. En 1642 el Padre Antonino Maria Schyrllaes de Rheita informaba sobre no menos de seis lunas alrededor de Saturno y cinco más de las que Galileo había visto en derredor de Júpiter; y aunque sus generosas estimaciones no

fueron aceptadas acertó en el número de las de Saturno. En 1684 Cassini rompió la ecuación entre el contenido del sistema solar y el nombre del Rey Sol al descubrir el cuarto y el quinto satélite de Saturno. El sexto apareció en 1789.

Los telescopios de finales del XVII permitieron a los de vista de lince vislumbrar las características de la superficie de algunos planetas y derivar de ahí sus velocidades de rotación. Cassini fue sin discusión el maestro. En 1665 usando lentes fabricadas por Giuseppe Campani, quien arguía –quizá con razón– ser el mejor óptico del momento, vio cosas que le permitieron calcular los períodos de Venus, Marte y Júpiter; los dos últimos con valores cercanos a los actuales y el primero muy distante (23 horas frente a 243 días) porque aparentemente su deducción se basó en una formación nubosa (si acaso) y no de alguna marca en la superficie invisible de Venus. Cassini agotó las novedades detectables entre 1665 y 1725 con los instrumentos entonces disponibles. Dejó a su sobrino Giacomo Filippo Maraldi que trabajaba con él en París y a Bianchini descubrir algunas características de Marte que no publicaron.

Además del número y naturaleza de los planetas los cosmólogos querían conocer sus tamaños y distancias al Sol. El viejo método de obtener la razón de las distancias solar y lunar mediante la observación de la luna llena, así como el cálculo de la distancia lunar por la observación de un eclipse de luna requerían mediciones difíciles e impracticables para alcanzar alguna precisión y no podían conseguir las distancias a los planetas exclusivamente mediante consideraciones astronómicas. El método moderno, basado en la geometría copernicana, podía dar las distancias planetarias sólo como múltiplos de una unidad indeterminada, usualmente el radio de la órbita terrestre.

Convertir las distancias en el sistema solar a una unidad conocida, como el radio terrestre, requería mediciones de la paralaje del Sol o de un planeta. Esa medidas eran inservibles, sin embargo, a menos que hubieran corregido adecuadamente la refracción atmosférica y para ello era necesario un modelo preciso del movimiento del sol, especialmente el valor de la inclinación de la órbita terrestre respecto al plano de su movimiento (o al del sol), la llamada oblicuidad de la eclíptica. Cassini dio los primeros pasos para desenmarañar la refracción, la paralaje y la teoría solar a través de las mediciones efectuadas en la línea del meridiano que instaló en la basílica de San Petronio en Bolonia en 1656. Su cifra de 10 segundos de arco ($10''$) para la paralaje solar implicaba una distancia de la Tierra al Sol de alrededor de un 80% de su verdadero valor, frente a la cifra tradicional usada por Tycho –3 minutos ($3'$), el 5%– y la revisión sugerida por Kepler –1 minuto ($1'$), el 15%–. Cassini, Bianchini y Manfredi refinaron la evaluación de la paralaje, la refracción y la oblicuidad a lo largo de sus vidas de trabajo.

Para convertir la paralaje del Sol en la distancia solar o en la unidad astronómica se requería la determinación del radio terrestre (r). Una manera de hacerlo, desarrollada por los griegos, tomaba las altitudes α y β de la misma estrella desde dos puntos diferentes del mismo meridiano y la distancia p entre esos puntos medida sobre el terreno; entonces $r = p / (\alpha - \beta)$ si las altitudes se dan en radianes. Otro método, practicado por los árabes, medía el ángulo Φ entre la vertical y la línea visual desde una torre o montaña al horizonte; entonces $r = h \text{ sen } \Phi / (1 - \text{sen } \Phi)$ donde h es la altura del observador sobre la tierra. En el siglo XVII se hicieron múltiples ensayos de ambos métodos. Las mediciones de Cassini desde una torre de Bolonia dio el equivalente de 41.360 Km. para la circunferencia terrestre, el más próximo al valor moderno de 40.000 Km. entre todas las determinaciones anteriores a 1665.

Cuando Cassini llegó a Francia en 1669 su nuevo colega Jean Picard se hallaba inmerso en el más elaborado cálculo hecho todavía con el método griego. Estableció la distancia entre dos estaciones sobre el meridiano de París acoplando trigonómicamente al meridiano una línea de referencia corta y medida con precisión y usó los telescopios más actuales con oculares micrométricos para medir las alturas de sus estrellas de referencia. Su famoso resultado: un grado del meridiano de París medía 57060 toesas sobre el terreno. Cassini y luego su hijo Jacques extendieron el estudio trigonométrico desde el Canal de la Mancha al Mediterráneo y obtuvieron, para el grado medio el sospechoso resultado de 57061 toesas. La Tierra de Picard tenía una circunferencia de alrededor de 41.000 Km., valor aceptado por Cassini como el mejor disponible.

La conversión de la longitud de una medida de arco de meridiano al valor de la circunferencia terrestre, y por tanto para su radio, asumía que la Tierra era una esfera perfecta. Esta conveniente abstracción matemática cayó víctima de la física y la política durante el siglo XVIII, cuando los astrónomos franceses dominaron la versión dinámica newtoniana del sistema copernicano del mundo.

Los sistemas recibidos

La traducción popular de la cosmología que Meijer proponía escribir en piedra frente a San Pedro se correspondía con la impresión de libros como el *Epitome cosmographica* del famoso fabricante de globos Vincenzo Coronelli. Aunque éste reproducía los cuatro sistemas del mundo, advertía que los recientes descubrimientos habían arrumbado el ptolemaico. Parecía tener en mente el descubrimiento de las fases de Venus, muy reciente en su tiempo, porque daba por hecho que Mercurio y Venus giraban alrededor del Sol. ¿Por qué incluir entonces el antiguo sistema griego? Para mostrar respeto a la tradición, responder a la expectativa y aprovechar la ocasión para hacer un diagrama. Las cosmologías y cosmografías eran eminentemente libros de imágenes y sus autores multiplicaban las oportunidades para hacer ilustraciones.

Coronelli describía la cosmología copernicana con mayor amplitud que las otras confiando en que los mejores astrónomos la habían aceptado. “Sin embargo, dado que la idea de una Tierra móvil no contentaba a la mayoría de los astrónomos y filósofos, muchos abandonaron a Copérnico a favor de la opinión de Tycho”. De hecho –con permiso de Coronelli– habían dado ese paso bajo la guía de la Iglesia. Durante un cuarto de siglo, al menos, muchos entendidos habían reconocido que ninguna evidencia física o astronómica descartaba el heliocentrismo. El sistema cartesiano se situaba en lo que Coronelli presentaba como una vía intermedia aceptable. Descartes había alcanzado ese compromiso haciendo que la física prescribiera el marco de la astronomía. Los astrónomos que profesaban considerar sus actividades como matemáticas aplicadas consideraban esa prescripción como un error categorial.

El universo cartesiano consiste en vórtices rotando en torno a cuerpos centrales llamados soles. Muestra cómo, de modo inevitable, a partir de ciertas leyes del movimiento y una buena dosis de imaginación, ese universo debe conformar cualquier estado inicial de materia indiferenciada en movimiento. A veces cierta inestabilidad mecánica produce la captura de un vórtice y su estrella por otro vecino; la estrella cautiva se convierte en un planeta. Si la pareja, estrella más planeta, cae en un vórtice

más poderoso se degradan en planeta y luna, respectivamente. De este modo surgió nuestro voraz sistema solar vortical. En esas circunstancias puede no ser fácil afirmar si el sol o los planetas o todos ellos están en movimiento. Tomando el vórtice solar como marco de referencia Descartes arguía que los planetas, incluyendo la Tierra, no se mueven; al estar flotando en él no tienen movimiento relativo respecto a él. Por otra parte, el sol central, que no comparte esa circulación, se mueve con respecto a su vórtice; por tanto el sol se mueve mediante movimientos reposados y la Tierra mediante reposo móvil. Aplicándolo también al vórtice terrestre que transporta a la Luna el argumento pone a la Tierra simultáneamente en reposo y en movimiento, lo que difícilmente podía convencer a la gente que tuviera una idea precaria del movimiento relativo. En todo caso no confundió a la Congregación del Índice, que condenó la versión cartesiana de la cosmología copernicana en 1663.

Jean Baptiste Duhamel, un oratoriano, secretario de la Academia de Ciencias de París y competente pedagogo, ilustra posteriormente la presentación de la cosmología de Copérnico en los países católicos hacia finales del XVII. Su diálogo *Astronomia physica* (1660) y su popular texto escolar *Philosophia vetus et nova ad usum scholae accomodata*, publicado en 1678 y reimpresso luego varias veces exponían los cuatro sistemas usuales. Al igual que Coronelli Duhamel rechazaba el ptolemaico por su discordancia con los fenómenos, admitía que la mayor parte de los astrónomos de entonces preferían el copernicano, ofrecía el de Tycho a quienes querían las ventajas del geocentrismo y del heliocentrismo y describía la astronomía física de Descartes. No decidió entre los tres contendientes y advertía que tampoco los caballeros deberían meterse en problemas haciéndolo.

Este tema –que es bueno conocer los sistemas del mundo sin insistir descortésmente en ninguno de ellos– inunda las geografías y cosmografías, desde los libros de texto como el de Duhamel pasando por las descripciones del globo como la de Coronelli hasta los manuales para príncipes. Una obra breve de Samuel Reyher, profesor de matemáticas en la Universidad de Kiel, titulada *Mathesis regia* (1693) puede representar ese último género de instrucción. La matemática regia, según Reyher, consiste en conocer bastante sobre sus ramas aplicadas para contratar matemáticos competentes para realizar los cálculos requeridos: “En cuanto a la cosmografía, o ciencia de los varios sistemas del universo, ciertamente no parece ser necesaria; sin embargo, dado que es muy fácil y asimismo muy placentera no debería olvidarse [estudiarla] siempre que se omitan las controversias muy sutiles.”

En 1690 el papista rey de Inglaterra Jaime II visitó la Academia de Ciencias en París. Cassini preparó el espectáculo. El rey escuchó una conferencia sobre la determinación de la longitud mediante la observación de las lunas de Júpiter, ojeó el gran mapamundi grabado en el suelo del Observatorio y como culminación examinó un planisferio de plata que Cassini había hecho para Luis XIV. Mostraba el mundo según los sistemas de Ptolomeo, Copérnico y Tycho en exquisito detalle, quedando los vórtices fuera de las posibilidades de los plateros y astrónomos. Jaime II, que sabía de cosmología más de lo que Reyher recomendaba, quedó impresionado por “la relación entre sistemas cuyas hipótesis parecían tan diferentes”. El mecanismo de Cassini ilustraba así al menos una verdad sobre la cosmología en los países católicos hacia 1700: se la exponía no como un simple relato técnico del mundo, sino como un estudio agradable repleto de alternativas inteligentes.

Una fuente de diversidad

Lo que mantuvo a la cosmología tan agradablemente en suspenso fue la condena de Galileo. Habría que distinguir dos aspectos de esa condena, confusos en su tiempo: la acción contra Copérnico y el juicio de Galileo. Y siguiendo el decreto del Santo Oficio en 1616 debemos dividir el copernicanismo en dos delitos de distinta gravedad: afirmar el reposo del Sol, que la Inquisición de Roma consideraba absurda en filosofía y contrario a las Escrituras, y afirmar el movimiento de la Tierra, absurdo también filosóficamente, pero sólo una roncha para la fe. La obra de Copérnico *De revolutionibus orbium coelestium* (1543) no sufrió la radical proscripción que esas evaluaciones parecen sugerir. Fue prohibido *donec corrigatur*, hasta ser corregido. Pocos años después, se hicieron los arreglos necesarios. No tocaban lo sustancial de la exposición aparte de sustituir *hipótesis* por *tesis* o *teoría* allí donde Copérnico parecía afirmar la verdad literal de su sistema.

La sentencia de 1633 culminaba el juicio contra Galileo por “vehemente sospecha de herejía”, siendo la vehemente sospecha el grado medio entre los tres grados de acusación en el lenguaje inquisitorial. Puesto que la sentencia incorporaba la acción contra Copérnico de 1616, a algunos contemporáneos de Galileo les pareció que el Santo Oficio había declarado el copernicanismo como herejía. Esa interpretación fue sostenida por el Maestro del Sacro Palacio (el jefe de la teología romana) hasta tan tarde como 1820, según ha argumentado recientemente con energía y conocimiento de causa Francesco Beretta.

Sin embargo, algunos de los contemporáneos de Galileo sostenían que la herejía, de haberla, era personal –pues declarar herética una doctrina requería un pronunciamiento formal del Papa en un concilio– que “contrario al sentido obvio de las Escrituras” no significaba *herético*, y que si se descubriera alguna evidencia incontestable a favor del heliocentrismo, al no constituir la acción del Santo Oficio un fallo de herejía contra el sistema copernicano podía reformarse.

Hacia 1670 existía consenso sobre que la acción contra Copérnico era reformable. Honoré Fabri, un jesuita que trabajaba en el Vaticano podía afirmar con seguridad, en 1661, que la prueba observacional, como el descubrimiento de la paralaje de las estrellas, exigiría a la Iglesia reinterpretar los pasajes referidos al movimiento del Sol y la estabilidad de la Tierra. Su compañero de orden, el polaco Adam Adamandus Kochansky, fue más lejos. Sugirió una prueba de la rotación de la Tierra que, de ser positiva, sería concluyente para él; pero puesto que se basaba en una concepción del movimiento relativo que muchos por entonces creían errónea no hubiera podido convencer a muchos. La propuesta de Kochansky mostraba cuan poca fuerza conservaba en 1685 la condena del movimiento de la Tierra como filosóficamente absurdo por el Santo Oficio. En muchas publicaciones, desde diálogos a libros de texto, los Jesuitas y otros concedían que la física sólida no eliminaba la rotación de la Tierra. Como afirmaba en 1669 Giambattista Riccioli, S. J. , el hombre mejor informado de la Iglesia en la batalla contra el heliocentrismo, si no fuera por las Escrituras y la opinión del Santo Oficio el sistema copernicano, tal como fue desarrollado por Kepler, sería el sistema elegido.

Por consiguiente los astrónomos católicos querían usarlo. No siendo gentilhombres cosmólogos, pero teniendo que trabajar en cuanto matemáticos con órbitas que calcular, eclipses que predecir, calendarios que regular y cometas que perseguir, debían razonar

de la manera más cómoda y eficaz. Estrategias complementarias les permitieron usar el sistema proscrito hasta que, a partir de finales de la década de 1720, los descubrimientos astronómicos hicieron cada vez menos necesario o plausible su disimulo. La estrategia fundamental era continuar y mejorar la técnica usada por las Congregaciones del Santo Oficio y el Índice para corregir a Copérnico. Aduciendo hablar hipotéticamente y respetar los decretos de la Inquisición un astrónomo católico podía escribir más o menos lo que le pluguiera sobre matemáticas.

La mejora consistía en respaldar la epistemología según la cual Andreas Osiander, el pastor protestante que dio a la imprenta el *De Revolutionibus*, falseó la intención de su autor. Según Osiander, que seguía en esto una tradición tan antigua como la de Aristóteles, la matemáticas trata sobre sí misma, no sobre el mundo; si puede permitirse dar una descripción exacta de los cielos será capaz de proveer otras muchas; y ningún matemático, en cuanto matemático, puede saber cuál corresponde a la verdad. Como señalaba Claude-François-Milliet Deschalles en su *Cursus mathematicus* (1674, 1690) que describe el movimiento del Sol, la Luna y las estrellas de modo geocéntrico y los de los planetas de modo heliocéntrico “es vergonzoso para los matemáticos interpretar el papel de filósofo y mezclar aserciones que no van más allá de lo probable con demostraciones seguras y ciertas”. Tal como traducía Duhamel esa lección en su libro de texto: “Si el sistema copernicano es verdadero o falso no corresponde decirlo al astrónomo, quien extrae conclusiones de modo hipotético, no absoluto”. A su vez los Jesuitas tradujeron a Duhamel a la lengua de Tartaria para familiarizar al emperador de China con el pensamiento avanzado de Occidente.

Asociado a este transparente disimulo o, como dirían algunos, a una sana epistemología, se hallaba el recurso al sistema ticonico. Los Jesuitas lo proponían como el mejor compromiso posible para cualquiera urgido a ofrecer una cosmología. Además, su manifiesta artificialidad tenía el mérito de confirmar que las matemáticas no podían alcanzar la verdad. Como se verá más adelante, los astrónomos sometidos a la autoridad papal usaban el sistema ticonico como válvula de seguridad: después de expresar su trabajo en detalle en términos y conceptos copernicanos, señalaban brevemente –o meramente enunciaban– cómo se podían realizar los mismos argumentos y cálculos a la manera de Tycho Brahe.

2. Prácticas de la Escuela de Bolonia

El más viejo de nuestros cuatro astrónomos pertenecía a la primera generación que aprendió su ciencia tras la condena de Galileo. El más joven murió el año antes del acceso al Papado de Benedicto XIV, que eliminó la prohibición global contra el copernicanismo del Índice de libros prohibidos. En el ínterin Descartes proporcionó una física competente en apariencia para manejar el universo copernicano, Newton brindó una matemática que lo describía con tremenda precisión y la búsqueda de la paralaje de las estrellas desveló un efecto, la aberración estelar, que fue considerado ampliamente como una demostración concluyente del movimiento anual de la Tierra. La Escuela de Bolonia aportó evidencia a favor de una Tierra móvil, incluyendo la anticipación de la aberración. Su trabajo tiene un triple interés. Se hallaba en la vanguardia de la investigación astronómica, requería utilizar tanto recursos de la Iglesia como de los Estados e individuos y ejemplificaba la utilidad ocasional de la epistemología aplicada.

Cassini y la irrelevancia de la libertad

La carrera de Cassini como astrónomo empezó con los jesuitas de Génova a quienes hubiera querido unirse de haber sentido la vocación sacerdotal. Sus profesores lo animaron a estudiar matemáticas y ayudaron a encontrarle una colocación con un senador de Bolonia, el marqués Cornelio Malvasia, a quien le gustaba hacer almanaques astrológicos. Sus cálculos libraban a Cassini (y a Malvasia) de creer en la astrología y lo equiparon para el puesto de profesor de matemáticas en la Universidad de Bolonia, con el apoyo del senador y de los Jesuitas, especialmente de Riccioli. Eso ocurría en 1650. Cinco años después, con el soporte financiero de los vidrieros responsables de la basílica de San Petronio, Cassini realizó la famosa línea del meridiano con la que él y sus sucesores, en particular Montanari y Manfredi, rastrearon la imagen cenital del Sol día a día durante 75 años.

Las propuestas enunciadas por Cassini para alterar la estructura de la iglesia suministraron datos para implementar el cálculo de la Pascua y decidir la célebre y delicada controversia entre la semiexcéntrica y la excéntrica. En su origen estaba el hecho de si las irregularidades estacionales del movimiento del Sol (¡o de la Tierra!) podían explicarse al modo de Ptolomeo, como un efecto que se desarrollaba enteramente a causa del desplazamiento de la Tierra fuera del centro de la órbita del Sol, o bien si la irregularidad surgía en parte debido al desplazamiento y en parte por una causa física desconocida. Las alternativas predecían valores diferentes para la razón de las distancias del Sol a la Tierra en su apogeo y perigeo; y el heliómetro de la iglesia de Cassini, midiendo el diámetro de la imagen del Sol, podía determinar el cambio consiguiente de la distancia solar. Cassini dictaminó a favor de la semiexcéntrica. La versión de su teoría entonces era la versión elíptica kepleriana del sistema copernicano. De ahí que aunque el resultado de Cassini no demostraba la teoría copernicana del Sol (es decir, del movimiento anual de la Tierra) le daba un fuerte apoyo. El astrónomo real de Inglaterra, John Flamsteed, así lo representó luego en sus conferencias de 1681; pero Cassini sólo sugería que era parte de su “reforma de la astronomía”. Con esto quería significar las correcciones técnicas necesarias para poner las observaciones sobre una base segura –el ajuste mutuo de la teoría solar, la paralaje y la refracción–.

Al final de su carrera, bajo la constante influencia de Riccioli, Cassini compuso varios opúsculos basados explícitamente en una visión geocéntrica del mundo, de la que presentó dos versiones a Alejandro VII. Posteriormente, cuando ya no tenía motivo para tratar de congraciarse con los Jesuitas o el Papado todavía elaboró planisferios geocéntricos; y siempre se referiría a la astronomía de los copernicanos no como la suya, sino como “la de ellos”. Cassini aprovechaba las ventajas del sistema copernicano, cuando las necesitaba, adoptando el sistema de Tycho. Además, lo prefería. En una ocasión, distinguiendo entre satélites y planetas (los primeros con movimiento orbital, los segundos estacionarios, sus centros) clasificó a Venus y a Mercurio como satélites, como lo hubieran sido en el sistema de Tycho según tal definición. Huygens, que trabajó con él muchos años, lo suponía seguidor de Tycho. Más tarde, sin embargo, Cassini se lió: el sistema copernicano “representa el universo como es de hecho” y el ticónico cómo lo vemos. Pero ver, dijo, era mejor que imaginar, y dejó, como regalo final para los astrónomos, un conjunto de bellas láminas grabadas mostrando las órbitas espirales de los planetas tal como se ven desde la Tierra. Cassini permaneció ticónico, agnóstico o indiferente respecto a los sistemas astronómicos hasta el fin de sus días; en

cualquier caso, a pesar de su libertad para hacerlo en Francia, nunca se declaró copernicano.

Pese a todo, Cassini realizó varios descubrimientos que apoyaban el heliocentrismo aparte de confirmar la teoría de la semiexcéntrica. Su descubrimiento de la rotación de Júpiter en 1666 les pareció casi demostrativo a los editores del *Journal des sçavans*: “Es uno de los más bellos descubrimientos nunca hechos en los cielos y quienes creen en el movimiento de la Tierra encontrarán en él una perfecta analogía”. Cassini mostró que los satélites de Júpiter obedecían la ley de Kepler sobre la distancia y el periodo en sus revoluciones alrededor del planeta, y que, como el Sol, Júpiter tenía un giro intrínseco. Los primeros números de las *Philosophical Transactions* de la Royal Society le dieron mucho protagonismo al descubrimiento de la rotación de Júpiter y su apoyo a “la opinión de los copernicanos”. Quiérase o no, Cassini se convirtió en un importante contribuidor a la causa copernicana.

Hizo otra significativa contribución en 1686 al mostrar que las lunas de Saturno obedecían la ley de Kepler. No mencionó su obvia conexión con la geometría del sistema solar. Flamsteed creía saber por qué: “No dice nada para ser visto como un buen católico, sino que lo disimula”. Todo lo contrario. Para ser visto como un buen católico interpretó su demostración como una prueba más de la armonía de las partes y el todo en la trama de la Naturaleza: “Por tanto los satélites de un orden concuerdan con los de otro según su rango en un concierto perpetuo, en honor del autor de esta admirable armonía del universo y el progreso de la humanidad en el estudio de estas maravillas justifica más y más cada día la verdad de las palabras divinas, *Dies diei eructat verbum et nox noctis indicat scientiam*.”

El conservadurismo o vacilación de Cassini sobre el asunto de los sistemas del mundo no parece haber estorbado su capacidad para el descubrimiento ni haberlo apartado de la vanguardia de los astrónomos o forzarlo a la autocensura. A veces escribió en terminología copernicana en sus contribuciones a la Academia de París, pero por facilitar su composición o evitar comparaciones poco halagadoras, y no para expresar sus preferencias. Criticó argumentos contra el concepto de movimiento relativo de Galileo y por tanto ayudó a consolidar el consenso acerca de que ninguna objeción proveniente de la física tradicional iba en contra de la aceptación de una Tierra móvil. Nos vemos llevados a una conclusión poco atractiva, no romántica y contraintuitiva: que Cassini dejó a los astrónomos observacionales de su tiempo sin la recomendación de ninguna cosmología ni sistema del mundo, que convivió amistosamente con los tradicionalistas recalcitrantes de Italia y convenció a los copernicanos de Francia.

Montanari y la convicción frustrada

Montanari, colega de Cassini, que obtuvo una cátedra de matemáticas en Bolonia en 1665, alcanzó esa posición como Cassini, a través del observatorio privado de Malvasia. No llegó hasta Malvasia por la vía de los jesuitas, sino como hombre de leyes, educado primero en casa y luego en las universidades de Florencia y Viena. Era diferente de Cassini incluso en su temperamento. Se entregaba a las causas, tanto las intelectuales como las amorosas, con gran pasión y de joven a veces le pareció conveniente desaparecer del escenario de sus actuaciones. De ahí que cuando dejó el estudio de las leyes por el de las ciencias naturales y la astronomía lo hizo completamente convencido de la corrección general del enfoque de quienes lo habían

reclutado. Eran discípulos de Galileo y miembros de la famosa Accademia dei Lincei, apoyada por el príncipe Medici a quien Montanari servía como consejero legal. Los nuevos intereses provocaron nuevos problemas y abandonó Florencia por su ciudad natal, Modena, donde trabajó breve tiempo como matemático de la corte y conoció a Malvasia.

Entre las causas que Montanari abrazó apasionadamente estaba la eliminación de la astrología. La rechazaba en tanto que astrónomo y que cristiano. Su fatalismo le desagradaba: “¿Sin libre albedrío qué queda para distinguir a los hombres no sólo de las bestias... sino incluso de las piedras?”. Montanari ejerció su libre voluntad satirizando a los astrólogos, aunque él mismo, en cuanto profesor de matemáticas, estaba obligado a hacer horóscopos. Fue quizás investigando los cielos en busca de novedades con las que confundir a los astrólogos como descubrió la variabilidad de Algol y de otras estrellas. Aunque no averiguó sus períodos se las apañó para determinar en algunos casos sus extremos de brillo. La variabilidad de las estrellas testimoniaba contra la ya suficientemente desacreditada noción aristotélica de la inmutabilidad de los cielos y su descubrimiento contribuyó pues una pizca a la física moderna. Montanari quería ir mucho más lejos. Estaba impaciente por meterse en la disputa sobre el movimiento relativo, del lado de los galileanos; pero por una vez se comportó con discreción y permaneció callado: “Lamento [escribió al Cardenal Leopoldo de Medici] no vivir en un país donde yo también pueda decir lo mío, porque aquí [en Bolonia] hay que mantener la boca cerrada sobre cosas que no admiten duda”. Montanari acabó persiguiendo cometas, midiendo la imagen del Sol en San Petronio y dirigiendo un pequeño grupo de estudio, la Accademia della Traccia, que fundó a imitación de la Accademia del Cimento, en varios experimentos físicos.

En 1678 Montanari dejó Bolonia por un puesto mejor pagado como profesor de astronomía y meteorología en la Universidad de Padua. Allí pudo echar pestes de la astrología como deseaba, experimentar al estilo de Galileo y flirtear con la cosmología cartesiana. Nadie le molestó. Venecia lo contrató para varios proyectos de ingeniería y como asesor de la reforma monetaria. Los matemáticos podían hacer todo tipo de cosas en aquella época. En Padua fue un profesor popular sobre muchos temas. Su mejor estudiante, Bianchini, atribuyó los logros de Montanari a su sincera religiosidad: “En su mente concedía el primer y adecuado lugar al estudio de la religión y las cosas divinas, que es la verdadera y superior sabiduría de la filosofía cristiana”.

En Montanari una vida cristiana de servicio público no implicaba penuria. Tenía un apartamento en un palacio del Canal Real, cuyo dueño, Girolamo Correr, puso a su disposición todo lo que necesitara para construir un observatorio moderno. Montanari había tenido un éxito alentador a la hora de asegurar las necesidades de una vida académica. Las autoridades, tanto clericales como laicas, apoyaban su astronomía: en Bolonia y en Padua las universidades le concedieron puestos de profesor e instrumentos; en Venecia un laico le equipó un observatorio y una biblioteca; en Padua el Cardenal Gregorio Barbarigo, un frecuente candidato al Papado, promovió los planes de Montanari para un observatorio y la línea del meridiano en el seminario local “por lo que puede decirse [según afirmó Bianchini] que había obligado al reino de la ciencia a ponerse al servicio inmediato de la religión”.

Confundiendo en la práctica del Cimento, Montanari evitó declarar las causas de las cosas, aunque se hallaba abierto a todos los sistemas modernos de explicación. Había

aprendido por experiencia la utilidad de no insistir en todo aquello que consideraba verdadero. Siguiendo esa estrategia, que sin duda adoptó sinceramente, fue capaz de introducir las ideas del momento sobre el conocimiento natural, incluyendo la cosmología, en su enseñanza. Bianchini siguió el mismo método para lograr incluso más que su maestro.

Bianchini y el equilibrio

Bianchini dejó Padua en 1684 para iniciar la escalada eclesiástica en Roma. Gracias a conexiones familiares llegó a ser bibliotecario de un cardenal que, felizmente para ambos, fue elegido Papa; y mediante sus conexiones papales forjó una amistad con otro cardenal que en 1700 se convirtió en Clemente XI. Bajo el mandato de Clemente la estrella de Bianchini lució su brillo; sin otro bagaje que el diaconado recibió altos cargos eclesiásticos además de grandes responsabilidades. Clemente lo puso a cargo de todas las inscripciones antiguas halladas en Roma. Nadie podía mover una piedra o llevársela del sitio donde había sido encontrada sin su expresa autorización. Concibió la idea de un gran museo de antigüedades, que Clemente, que tenía otras guerras que lidiar, dejó para que lo realizaran sus sucesores.

Antes de proponer el museo a Clemente, le había construido un observatorio en la iglesia de Santa Maria degli Angeli, erigida por Miguel Ángel sobre las ruinas de los baños de Diocleciano. Bianchini tenía diversas cualificaciones para el trabajo: había aprendido a observar con Montanari, había hecho una línea de meridiano para uno de sus cardenales y había trabajado en otra con Cassini durante la visita del prohombre a Italia en 1695; y tenía un profundo conocimiento sobre el calendario y la cronología, que el instrumento de Santa María de los Ángeles pretendía implementar. El encargo del papa era hacer una línea de meridiano similar a la que Cassini había instalado en San Petronio, y con un propósito semejante: aportar datos para mejorar el canon de la Pascua. Bianchini se quedó encantado con el proyecto. Lo ligó a los estudios cronológicos que había emprendido en relación con una innovadora *Istoria universale* que se traía entre manos, cuya primera parte, publicada en 1697, recorría 32 siglos desde la creación del mundo hasta la caída del imperio asirio.

El proyecto dio a Bianchini la oportunidad de exhibir su talento artístico, su sensibilidad histórica y sus sentimientos religiosos. Lo hizo inscribiendo un conjunto de anillos elípticos concéntricos, tachonados de estrellas de metal, en un bloque de mármol en el extremo sur del meridiano. Cada anillo representaba la posición diurna de la imagen de la estrella polar. Debido a la precesión de los equinoccios la estrella polar se mueve hacia y desde el polo terrestre (es decir, el eje de la Tierra efectúa la precesión alrededor de la perpendicular al plano de la eclíptica). La más externa de las elipses encajadas representaba el movimiento diurno de la estrella polar en 1700; la siguiente, el mismo movimiento en 1725; y así, en intervalos de 25 años, mediante 16 elipses en total, hasta cerca del año 2100 cuando la estrella estará más cerca del polo; tras lo cual su traza regresa aparentemente al mismo ritmo hasta recuperar la elipse de 1700 en el año 2500, si el mundo durara tanto. Bianchini veía este jeroglífico como símbolo de los años del Jubileo, una malla litúrgica para la historia futura del mundo, en la que la misma línea del meridiano marcaba los equinoccios y solsticios y especificaba los límites de la Pascua: “Y así en este simple instrumento puede verse no sólo la astronomía sino también la cronología sagrada y el calendario romano tocados por los rayos de los cuerpos celestes”.

El observatorio solar de Santa María de los Ángeles le dio además la ocasión de determinar características muy precisas de la órbita aparente del Sol. Una de ellas, un cambio sospechado en la oblicuidad de la eclíptica podría, de confirmarse, ser conectado más adecuadamente a una Tierra móvil que estacionaria. Las mediciones de Bianchini en Roma y de Manfredi en Bolonia en sus respectivos *meridiani* proporcionaron las primeras indicaciones fiables de la magnitud de ese pequeño efecto. Bianchini continuó observando el Sol y las estrellas desde la iglesia de Miguel Ángel hasta poco antes de su muerte, durante un ciclo completo de 25 años.

Para inferir su actitud hacia la cosmología copernicana debemos mirar hacia su flirteo con Venus, cuya paralaje examinó en 1716, cuando se hallaba en la línea de visión de la estrella Regulus. Cassini había ideado un método, que Bianchini había explicado ampliamente, para hallar paralajes planetarios desde una estación terrestre usando una estrella como indicador. Aplicando esa técnica a Venus, Bianchini obtuvo un valor de la unidad astronómica un poco inferior al que había obtenido aplicando el mismo método a Marte. El atractivo de Venus no se agotaba en su paralaje. En 1726 usando una de las inmanejables lentes de gran distancia focal diseñadas para evitar la aberración cromática Bianchini vio unas manchas que supuso que yacían en la superficie venusina. Con la ayuda de esas marcas, cuya existencia confirmaron testigos de sus observaciones, dedujo que Venus rotaba y determinó su período en 23 días (es de 243). Un posterior estudio de las marcas permitió a Bianchini dibujar un mapa de espurios mares y promontorios de Venus, a los que bautizó con nombres de héroes españoles y portugueses y que expuso en un suntuoso libro costado por el rey de Portugal. A un mar prominente le dio el nombre del hombre cuyas contribuciones a la física y astronomía consideraba como fundamentales, el restaurador de la ciencia natural: “el príncipe de todos ellos, Galileo Galilei”.

Al describir los fenómenos de los que dedujo el eje y la revolución de Venus Bianchini representó el sistema solar mediante un diagrama copernicano. De igual modo diseñó una esfera armilar para apreciar tridimensionalmente los fenómenos con el Sol en el centro rodeado por las órbitas de Venus y de la Tierra. Pero eso no significaba que el sistema verdadero fuera heliocéntrico. Podría perfectamente ser ticomónico y el diagrama y la esfera armilar podrían ser reconstruidos de modo acorde con ello, pero puesto que eso incrementaría su tamaño a la misma escala en un 75% Bianchini declinó hacerlo: “Por razones de economía prefiero usar el diagrama más pequeño, según el sistema copernicano... Pensé que era necesario señalar esto para el caso de que alguien estimara que esta visión de las fases favorecía a una teoría más que a la otra”. Aunque equivalentes, los sistemas no eran igualmente claros o convenientes: “Al usar el más compacto creo que nuestra exposición será más fácil de seguir”. Cualquiera puede calcular los fenómenos en la esfera armilar copernicana “con un simple vistazo”, mientras que una ticomónica requeriría “reglas de medida y pequeños círculos rotatorios alrededor de centros móviles, y [complicados] sistemas de numeración”¹

Por lo que sabemos, la estrategia de razonar como Copérnico dejando abierta la posibilidad del sistema ticomónico se había usado para eludir la condena del heliocentrismo desde la segunda mitad del siglo XVII. El minueto era ya una rutina en tiempos de Bianchini. Un censor que revisó su libro sobre Venus quedó satisfecho

¹ Citas tomadas de NP, pg. 37 las tres primeras, pg. 62 la cuarta y pg. 74 la quinta.

pensando que trataba el sistema ticomónico en pie de igualdad con el copernicano: “El más erudito, y en asuntos de astronomía, muy experto autor prudentemente expone todos los hechos del modo más cierto para que se los comprenda, de manera que nadie pueda buscar argumentos en ellos para apoyar [alguno de] los dos sistemas del mundo más ampliamente defendidos... Por tanto los astrónomos, de cuya disciplina tiene gran necesidad la Iglesia para calcular las festividades católicas... se alegrarán de que los cielos sean revelados cada vez más... y reconocerán que todos los cielos cantan la gloria de Dios”.

La creciente amplitud de miras de Bianchini respecto al heliocentrismo epitomizaba la situación entre los astrónomos italianos en general. Tenemos una indicación de sus opiniones al inicio de su carrera gracias al curioso diario de un jesuita, Giuseppe Ferroni, discípulo de uno de los seguidores de Galileo. Ferroni enseñaba matemáticas en Bolonia, donde tuvo como estudiantes a Bianchini y aun tal Ignatio Rocca. El diálogo pone en boca de los jóvenes estudiantes el gran debate de entonces sobre el heliocentrismo. Ignatio, un futuro jesuita, elogiando las novelas frente a las historias, las invenciones frente a los hechos. De ahí que prefiriera el sistema de Copérnico “aunque sé que se lo considera falso”. El siempre cauto Francesco afirma que es una opinión peligrosa “condenada por las leyes eclesiásticas, por la autoridad de las divinas escrituras, que sólo habla con gran claridad de la inmovilidad de la Tierra y del movimiento del Sol”. Sin duda, continuaba, Copérnico enseñó públicamente en Roma y dedicó su gran tratado a un papa: “Pero esos tiempos ya han pasado; de ahora en adelante la libertad para expresarse tan abiertamente se halla constreñida por leyes severas”. Ignatio entonces confiesa que ha alabado el sistema falso para allanar el camino a un argumento decisivo que ha inventado en su contra; pero antes de exponerlo él y Francesco hacen un relato claro y una defensa enérgica de aquello que se proponen aniquilar. Entonces llega el aniquilador e irónico argumento: para que la sombra del dial de Ahaz retroceda, como se lee en Reyes II, 20, 11, la Tierra copernicana tendría que haber detenido su rotación, lo que habría acabado con todos los edificios y la gente del mundo. Puesto que no nos ha llegado noticia de tal desastre...”

Bianchini se acostumbró a pensar en términos copernicanos y en momentos de descuido a escribir incluso de esa manera. Un ejemplo es su ocasional enunciado en el libro sobre Venus de que había tenido que terminar con las observaciones “porque la rotación de la Tierra transportaba el planeta a una parte de los cielos oscurecida por el Palacio Barberini”. Otra indicación de su interés por los sistemas del mundo fue una investigación que emprendió en la época en que midió por vez primera la paralaje de Venus; buscaba la paralaje de las estrellas fijas, la elusiva e incontrovertible evidencia buscada por los copernicanos.

Bianchini encontró un movimiento anual en algunas estrellas, pero como su forma no encajaba en lo que se esperaba para la paralaje, no publicó sus resultados. Manfredi, que estudió el diario de Bianchini después del descubrimiento de la aberración de la luz estelar por James Bradley concluyó que los movimientos estelares inexplicados concordaban con la teoría de Bradley: “Por tanto las observaciones de Bianchini apoyan las leyes de aberración de Bianchini con una evidencia nueva, muy importante y completamente inesperada; pues Bianchini reconoció en 1719 la extensión de los movimientos de Capella y Lira, o sea, ocho años antes de que Bradley elaborara su ingeniosa hipótesis para explicar los movimientos de las estrellas”. Esta hipótesis, como señalaba Manfredi, exige el movimiento anual de la Tierra.

¿Por qué Bianchini no continuó con el puzzle de la danza de Capella? Sabía que tocaba un asunto importante. Aquí un astrónomo actual podría diagnosticar una reluctancia a comprometerse con el movimiento de la Tierra requerido, en contra de la posición oficial de la Iglesia. Sería ignorar la noción de ciencia de Bianchini. Sus modelos fueron Galileo y Cassini; uno por su invención del telescopio y las observaciones con él efectuadas, por las leyes de la mecánica, de los cuerpos flotantes y de las oscilaciones del péndulo; el otro, por su meridiana, su geometría y su descubrimiento de las características planetarias. Bianchini admiraba la descripción exacta, la inferencia perspicaz a partir de observaciones cuidadosas y experimentos, y las leyes de los fenómenos; no se preocupaba demasiado por la verdad sobre el sistema del mundo.

Manfredi y la autocensura

Eustachio Manfredi, hijo de un notario de Bolonia, pupilo de los jesuitas, obtuvo su graduación universitaria en Leyes en 1695, con 18 años. Buscando una mejor formación fundó una pequeña academia, los Inquieti, que se convertiría en el núcleo de la Academia de ciencias de Bolonia; emprendió el estudio de la geografía, la historia y la astrología. Eso le llevó a las matemáticas y a los ataques de Montanari a la astrología, que derruyeron su fe en ella. Manfredi era generoso, afable, compasivo y literato (fino poeta). A menudo se ha hecho notar su modestia, a pesar de haber hecho cosas de las que muchos estarían orgullosos, entre ellas la publicación de los registros de 75 años de observaciones en San Petronio. El mundo culto, a través de su portavoz, las *Acta eruditorum*, elogió ese compendio cuando se publicó en 1736 por su valor de actualidad: “difícilmente habrá algo entre las observaciones solares que resulte más apropiado como base y fundamento del resto de la astronomía”. Entre las demás contribuciones de Manfredi se halla la invención del mejor método (según la valoración de Jacques Cassini y otros astrónomos franceses) para obtener un valor preciso para ese parámetro clave de la teoría solar que es la oblicuidad de la eclíptica.

La modestia de Manfredi y su falta de firmeza lo inclinaron hacia una severa autocensura. Un borrador de estatuto en 1702 para la futura Academia de ciencias que había de incorporar y suceder a sus Inquieti exigía de sus miembros jurar “no combatir nunca con los copernicanos, sino convencerlos con razones físicas, y prometer en general, tanto respecto a la astronomía como a cualquier principio físico de la filosofía experimental, por ejemplo, hacer todo en conformidad con la sagrada Iglesia de Roma”. Aunque esta excesiva autocensura no sobrevivió en el estatuto definitivo, se hallaba dentro de Manfredi, como se ve en su respuesta al problema que tuvo para obtener licencia para un libro sobre la delicada cuestión de la paralaje de las estrellas. Guardando la apologética estándar de entonces –1729– propuso mostrar “qué tipos de observaciones de las estrellas fijas veríamos, suponiendo que la Tierra girara alrededor del Sol, si sólo fueran suficientemente amplias como para que nosotros las percibiéramos”. Aunque Manfredi consideraba, astuta y correctamente, que las observaciones existentes, por Picard y Jacques Cassini, no eran decisivas, hizo algo más que insinuar que esperaba que se encontraría evidencia concluyente usando sus métodos. Tras una breve demora, el censor, preocupado porque Manfredi dedicara tanta atención al movimiento de la Tierra, aprobó el manuscrito. El libro salió en el mismo impresor de la Inquisición, con una dedicatoria a Giovantonio Davia, el cardenal presidente de la Congregación del Índice.

Davia era natural de Bolonia, antiguo alumno de Montanari y amigo de Bianchini. Cuando Manfredi trató sobre la dedicatoria de su libro sobre la paralaje con Davia propuso poner la habitual censura ritual del heliocentrismo, recomendada por el censor. Davia no quería. La razón: el ritual “podía convertir en artículo de fe algo que no lo era”. Materializó su flexibilidad en una esfera armilar copernicana que regaló a la Academia de Bolonia, cuyos miembros, tan tímidos como Manfredi, encargaron otros dos, uno ptolemaico y uno ticónico, para flanquear el no bienvenido regalo y demostrar que no conocían cuál era el sistema verdadero del mundo. Mientras trataba de conseguir la licencia para su obra sobre la paralaje examinó la aberración de Bradley, que confirmó y explicó según los principios copernicanos. El censor autorizó su potencialmente explosiva disertación. Manfredi había recurrido al trillado subterfugio: el movimiento de la Tierra era un “principio” según el uso irreflexivo de Bradley y una *hipótesis* (“nada nos prohíbe hacerlo”) según la correcta interpretación de la Iglesia.

Es probable que Manfredi, como Montanari, Bianchini y quizá Cassini, sostuvieran una epistemología instrumentalista que les resultaba tan conveniente. Sus conferencias sobre astronomía, publicadas póstumamente, sitúan su objetivo en el descubrimiento de leyes precisas confirmadas por la observación. Manfredi pensaba que las hipótesis sobre la estructura y naturaleza de los cielos eran en el mejor de los casos instrumentos para buscar regularidades, y si se las tomaba demasiado literalmente, como los cartesianos, estorbaban la búsqueda. ¿De qué lado se hallaba la teoría de Newton? Ciertamente concordaba mejor con los fenómenos celestes. Así y todo Manfredi no la podía considerar como más que una hipótesis, ni siquiera el principio de gravedad universal subyacente, que Newton presentaba como un hecho derivado de la experiencia. Los astrónomos no tenían que creer en un sistema del mundo para escribir sobre astronomía. La división del texto de Manfredi manifiesta esa sabiduría. Comienza con una descripción ptolemaico-elíptica del Sol, la Luna y las estrellas de 225 páginas y acaba con 15 páginas de directrices para traducir a Copérnico al lenguaje de Tycho.

Lecciones

Parece pues, que a pesar del juicio contra Galileo los astrónomos italianos empezaron a enriquecer el cosmos copernicano más o menos una generación después de su condena. Algunas de sus contribuciones confirmaron o reforzaron la evidencia ya disponible, tales como el dictamen a favor de la bisección de la excentricidad por Cassini, la detección del cambio secular de la oblicuidad de la eclíptica por Bianchini y Manfredi, y la riqueza de analogías que fluyeron a partir de la aplicación de la tercera ley de Kepler a los sistemas de Saturno y Júpiter. También contribuyeron bastante a la historia natural de los cielos: las lunas de Cassini, las estrellas variables de Montanari y muchos cometas, observaciones de eclipses y datos solares. Finalmente, mostraron el camino hacia refinamientos esenciales de la teoría solar, la corrección de la refracción y la determinación de la paralaje.

A esto hay que añadir las mediciones de la forma de la Tierra. La extensión por Cassini del arco de meridiano de Picard, completada en 1720 por Jacques Cassini, centró la atención de los geodestas. Además creó virtualmente la ciencia de la geodesia desafiando a Newton. Trabajando muy próximo a los límites de validez de sus mediciones Jacques Cassini calculó que la Tierra tenía la forma de un balón de rugby, mientras que Newton, pensando que la Tierra había adquirido su forma como una masa

gravitatoria giratoria en fusión, le había asignado la forma de una calabaza. Invirtiéndolo los estereotipos nacionales, el francés racional apoyó el resultado equívoco de las mediciones directas y el inglés pragmático prefirió la deducción a partir de una teoría dudosa. Las expediciones enviadas por la Academia de París a Laponia y Perú en la década de 1740 resolvieron la cuestión a favor de Newton de modo provisional. Una medición trigonométrica exacta de los Estados Pontificios desde Roma a Rimini, llevada a cabo por Bianchini en la década de 1720, posteriormente revisada por los matemáticos jesuitas Roger Boscovich y Christopher Maire, aportaron datos que indicaban que la Tierra, después de todo, no era un elipsoide de revolución.

La censura de Roma no evitó que los astrónomos de su área de influencia avanzaran en su ciencia en la época de 1700, ni tampoco probablemente afectó significativamente al número de libros y artículos que publicaron. Y quizá la epistemología favorecida por los censores ayudó a frenar la arrogancia e inculcar la apertura de mente que se considera a veces necesaria para la búsqueda saludable de la ciencia. Pero una aproximación a la ciencia instrumentalista o ficcionalista si se convierte en universal podría no sea saludable. La ciencia necesita sus realistas potentes, sus verdaderos convictos, como Galileo y Descartes, tanto como ficcionalistas equilibrados y timoratos, como Bianchini y Manfredi. Los realistas toman riesgos para establecer sus creencias y a menudo fallan; pero son ellos –y no los ficcionalistas– quienes consiguen meter sus propias ideas en las cabezas de los demás. Es posible que sólo los realistas tengan acceso a la energía y simplicidad mental necesaria para perfeccionar y avanzar verdaderas novedades.

Una analogía de un período posterior puede ilustrar el asunto. A finales del siglo XIX, el modelo estándar pretendía reducir todos los fenómenos físicos a la mecánica, a las propiedades de la materia en movimiento. En su fundamental discurso en el congreso internacional de historia de las ciencias de 1900 el matemático Henri Poincaré señaló que el programa mecánico reduccionista y las leyes explicativas que invocaba eran meras convenciones que debían juzgarse en función de su conveniencia y utilidad. La verdad, la concordancia con la Naturaleza, no entraban en la ecuación. La filosofía de Poincaré fue aprobada como una epistemología sólida y deplorada en cuanto debilitadora en la práctica. Su irreprochable filosofía no decía nada a la experiencia de los físicos. En el laboratorio o en el despacho los físicos trataban los átomos y moléculas, los éteres e iones, como si fueran tan reales como los electrómetros y los colegas. Sólo cuando daban conferencias en público podían permitirse los científicos ser epistemólogos.

Regresando a nuestros cosmólogos católicos, cualquiera que fuese la inhibición o desmoralización que pudieran haber experimentado debido a la epistemología que les era obligada, la mayoría se sintió preocupada a la hora de expresar dudas sobre asuntos que para sus colegas al norte de los Alpes parecían no admitir ninguna. Leibniz intentó alistar a Bianchini para convencer a Clemente de anular el decreto contra el heliocentrismo (sobre la base de que la física verdadera mostraba que todo movimiento es relativo) de modo que las grandes mentes de Italia pudieran liberarse de las “cadenas que en ciencia, especialmente en astronomía, están atadas a tierra”. La imagen es significativa. La censura de Roma no impedía que los católicos hicieran buena astronomía, incluso astronomía que apoyaba el cosmos copernicano; pero los hacía cosmólogos *contra naturam*, cosmólogos encadenados a tierra.

Traducción del inglés de Sergio Toledo Prats, FCOHC