

LOS COMETAS CONTRA COPÉRNICO: BRAHE, GALILEO Y LOS JESUITAS

Carlos Solís Santos
UNED. Madrid

Cuando Galileo anunció sus grandes descubrimientos telescópicos, muchos filósofos tradicionales se negaron a aceptarlos e incluso a mirar por el telescopio. Tras morir uno de ellos, G. Libri, comentó Galileo: *“Ha muerto en Pisa el filósofo Libri, acérrimo impugnador de estas fruslerías mías, el cual, no habiéndolas querido ver en la Tierra, quizá las vea camino del Cielo”*. Sin embargo, en el caso de los cometas, Galileo, el gran amante de las novedades celestes, sostuvo la idea tradicional de que eran fenómenos ópticos y no cuerpos celestes. Tenía para ello razones en gran parte estratégicas que trataré de explicar.

En ocasiones, los argumentos observacionales pueden ser muy contundentes. Por ejemplo, la observación de las fases de Venus refutó la ordenación ptolemaica, según la cual no se podría ver Venus lleno. Pero en otras ocasiones los datos son difíciles de interpretar. Eso ocurrió con los cometas en una época en que no se conocían bien sus movimientos, no se sabía gran cosa de dinámica celeste o de la física de la atmósfera, e incluso se discutía la disposición de nuestro sistema solar. En tales casos la interpretación de los datos estaba íntimamente ligada a suposiciones teóricas muy discutibles. Como además una de las partes amenazaba a la otra con la cárcel, debemos estar dispuestos a contemplar cómo los argumentos científicos (observacionales y matemáticos) se mezclan esencialmente con intereses personales, ideológicos, religiosos y políticos de todo tipo.

Mi propósito es ofrecer una exposición de la mezcla de argumentos científicos e ideológicos presentes en la discusión sobre la cosmología de Copérnico y Tycho Brahe en relación con los cometas, para los que suponían órbitas circu-



lares y uniformes en torno al Sol o la Tierra, con lo que no podían ofrecer una teoría decente. Además, tras la condena del copernicanismo en Marzo de 1616, la perspectiva copernicana de Galileo no se podía defender, mientras que la ticomónica adoptada por los jesuitas era políticamente la única. Esto explica gran parte de lo que ocurrió en la polémica, no menos que los silencios de Galileo acerca de sus teorías sobre el cosmos.

¿POR QUÉ ERAN ESPECIALES LOS COMETAS?

Hoy sabemos que poco más de un tercio de los cometas poseen órbitas elípticas y pueden retornar. De éstos muchos se deshacen antes, se perturban y salen hacia los confines del sistema solar, o sencillamente poseen períodos largos (de más de 200 años) que tornan difícil su identificación. Los que tienen *elipses de período corto* ($e < 0,97$) no son sino un 16%, y normalmente sólo se veían en un tramo corto tras el perihelio, cuando se gasifican y brillan. Su movimiento es entonces casi recto. De hecho los mejores astrónomos, Kepler y Newton, consideraron que se movían en línea recta.

A mediados del siglo XVI aparecían como fenómenos *efímeros* y *evanescentes*, visibles durante unas pocas semanas. Eran de dudosa consistencia, pues a través de sus partes se veían en ocasiones las estrellas. En realidad eran muy distintos de los *eternos* y *regulares* cuerpos celestes, por lo que se consideraban fenómenos meteorológicos en la atmósfera. Tradicionalmente, los cielos eran distintos de la Tierra en materiales y leyes de movimiento: los cuerpos celestes eran inmutables y eternos y se movían en *círculos*, retornando periódicamente a las mismas posiciones; mientras que la Tierra estaba compuesta de distintos elementos inestables que se *engendraban* y *perecían*, y que sólo se movían en línea recta para ocupar su lugar natural tras haber sido separados de él por violencia. Los cometas, que eran *efímeros* y se veían sólo en tramos *casi rectos*, parecían cosas terrestres.

Sólo cuando, medio siglo tras la muerte de Galileo, E. Halley dispuso de la teoría gravitatoria newtoniana, pudo estudiar diversas trayectorias cónicas compatibles con las escasas observaciones. En 1705 conjeturó el retorno del cometa de 1682 que lleva su nombre, con una elipse de $e = 0.967$ (el afelio 60 veces más lejos que el perihelio) y período de 76 años. Pero antes de disponer de la poderosa mecánica newtoniana, en la época que nos ocupa los cometas seguían siendo objetos inusuales muy distintos de los cuerpos celestes estables y recurrentes *estudiados por la astronomía de posición*.

Por todo ello, fue una audacia que algunos astrónomos estudiaran el cometa de 1577 con las técnicas astronómicas aplicadas a los planetas. Cinco años antes, en 1572, Brahe había observado una nova sin paralaje y dedujo que debía estar cerca de las estrellas fijas. La aceptación de que se pueden engendrar cuerpos o



fenómenos efímeros en los cielos alentó a considerar los cometas como objetos celestes, lo que se vio facilitado porque no se conseguía medir paralajes sensibles, lo que indicaba que estaban más lejos que la Luna, cuya paralaje es de casi un grado. No obstante, la determinación de la distancia por la paralaje era muy cruda, si tenemos en cuenta que el mejor observador de la época pre-telescópica, Brahe, atribuía al familiar Sol una paralaje de 3', unas 20 veces superior a la determinada tres cuartos de siglo más tarde. La paralaje cometaria, de unas decenas de segundos a lo sumo, era indetectable con los márgenes de error existentes.

EL USO DE LOS COMETAS CONTRA COPÉRNICO

De Noviembre de 1577 a Enero de 1578 se avistó un cometa espectacular por su brillo tras pasar a finales de Octubre por el perihelio a 0,18 UA del Sol, menos de la mitad de la distancia de Mercurio. Las mediciones de la paralaje mostraron que estaba muy por encima de la Luna. El primero que lo estudió fue M. Maestlin. Apoyándose en mediciones que daban una paralaje imperceptible, rompió con la concepción meteorológica tradicional y consideró a los cometas como cuerpos celestes objeto de la astronomía de posición tradicional. En su tratado, Maestlin estudió su órbita bajo la hipótesis heliocéntrica de Copérnico y estableció una órbita circular, circunsolar y excéntrica como la de Venus, en cuyo orbe se encuentra. La idea es que *el espacio entre la Luna y las fijas está completamente lleno* de las esferas planetarias propuestas por Copérnico. Eso implicaba el P. C. Clavio S. J. cuando decía que la nova de 1572 está en la octava esfera porque no está en la atmósfera (por la paralaje nula) ni entre los planetas, pues nadie “*observó ningún otro movimiento aparte de los que vemos en las estrellas fijas*”; esto es, si estuviese en otra parte del cielo se movería con la esfera que hay allí.

Sin embargo, el cometa se alejaba de la Tierra con *movimiento directo* a pesar de estar en la conjunción inferior de una órbita circunsolar próxima a Venus, momento en que los planetas copernicanos deben retrogradar al adelantar a la Tierra. Brahe se oponía al movimiento terrestre por razones bíblicas y físicas, aunque reconocía la superioridad de las teóricas heliocéntricas de Copérnico. Eso lo llevó a tantear el sistema circunsolar de Heráclides para los planetas interiores y el cometa; pero dado que estos cuerpos cortaban el orbe circunterrestre del Sol, lo usó de modo no realista. Según señalará a C. Peucer en 1588, cuando se le ocurrió su sistema creía *en la realidad de los orbes*, por lo que no lo aceptaba en serio. Sin embargo, tras estudiar los cometas de 1580 y 1585, se convenció de que no existen tales orbes y de que los astros giran por *ciencia infusa* en un medio no resistente siguiendo órbitas puramente geométricas. Entonces se decidió a proponer su nuevo sistema del mundo, anunciado precisamente en el tratado *De mundi aetherei* (1588) sobre el cometa de 1577-78.



Para Brahe, el tratamiento copernicano de los cometas se basa en suposiciones falsas, pues “*en realidad no hay orbe alguno en los cielos*”, con lo que Maestlin “*parece tomarse en vano el trabajo de hallar el orbe realmente existente al que se halla fijado el cometa, de manera que gire con él*”. En el caso de otros cometas posteriores muy lejanos vistos en oposición al Sol, “*no se puede demostrar de ninguna manera que sigan el movimiento de algún orbe*”. Por ejemplo, el cometa de 1580, apareció en Piscis cerca de la oposición y se movió de manera retrógrada por un arco de más de 120° hacia la conjunción en Sagitario, conducta muy distinta de la que ofrecen los planetas superiores, entre los que lo sitúa el propio Maestlin. Comenta Brahe: “*Así pues, pregunto, ¿cuál se hallará entre todos los orbes del cielo que le otorgue su movimiento retrógrado a través de cuatro signos con tanta constancia y proporción?*” Por el contrario, el de 1585 se vio en la oposición con movimiento directo, que es cuando los planetas copernicanos en el perigeo retrogradan al ser adelantados por la Tierra.

Las razones de Brahe para proponer su nueva visión del mundo aparecen claramente en una carta a Rothmann (21-II-1588). Tras insistir en que hay un único cielo desde la Luna hasta las estrellas, por el que se mueven libremente los planetas, justifica la propuesta de su sistema porque Ptolomeo y Copérnico han sido refutados. El primero, porque en 1582 calculó (erróneamente) que Marte en la oposición estaba más cerca de la Tierra que el Sol, lo que es incompatible con el esquema ptolemaico. El segundo, porque los cometas lejanos, aunque no tanto como las fijas, cuando se hallan en oposición, deberían reflejar el movimiento de la Tierra y retrogradar como los planetas, cosa que no hacía el de 1585.

Resumamos la posición filosófica de Brahe. Su sistema nunca pasó de ser una idea que no se desarrolló en teorías para cada astro. De hecho recurre a Copérnico, ya que en principio las líneas visuales a los astros coinciden en ambos sistemas. Por tanto, las retrogradaciones se producen del mismo modo en ambos. Si los cometas plantean problemas al copernicanismo de Maestlin y no a Tycho es porque éste renuncia a explicar dinámicamente su sistema, limitándose a describir los movimientos *sin restricciones dinámicas* de ningún tipo: los astros en general y los cometas en particular son milagros que se mueven libremente como les da la gana en un medio etéreo continuo y permeable, “*como peces en el agua o aves en el aire*”. Concuerda así con la visión escriturística y no científica del Jesuita Cardenal Bellarmino. Pero, como objetaba el Jesuita Clavio, estas libertades y la eliminación de cualquier mecanismo causal dejaba a la astronomía en mal estado: como un conjunto de recetas de cómputo ad hoc, sin valor realista y predictivo (que era la situación que promovía Bellarmino para poder *usar* la astronomía copernicana sin comprometerse con la realidad de su *cosmología*). Sin embargo, con la caída de los orbes sólidos, la tendencia moderna a unir la astronomía matemática descriptiva con la física explicativa consistía en reconocer la *función dinámica* del Sol central del copernicanismo. Esa fue la vía fecundamente desbrozada por Kepler y llevada a la perfección por Newton. Galileo sólo pudo



apuntarla vergonzantemente por la oposición papista. La ventaja descriptiva de Brahe sacrificaba la coherencia e inteligibilidad física.

Resumamos el argumento anticopernicano de Tycho Brahe. Si los planetas se mueven en torno al Sol en capas esféricas con velocidades que decrecen con la distancia (los períodos circunsolares de los cinco planetas copernicanos son: 0'2, 0'7, 1, 2, 12 y 30 años), los cometas que se hallen a la distancia de uno de esos planetas deberá presentar básicamente su movimiento, lo que no ocurre. El argumento no es gran cosa. En primer lugar porque *se ignora la distancia* del cometa: la paralaje de los cometas no se podía medir de manera fiable. En segundo lugar porque con órbitas circulares todos los sistemas fallan. En la época la única curva considerada era la circunferencia y ni siquiera a Kepler se le ocurrió ensayar elipses con excentricidades grandes, entre digamos 0.5 y 1, ya que las pensó para planetas con excentricidades de centésimas. En tercer lugar porque los *datos astronómicos* sobre cometas eran tan escasos que resultaban compatibles con círculos (Maestlin, Brahe), rectas (Kepler, Galileo, Newton), parábolas (Newton), elipses (Halley). Finalmente, si el movimiento propio de un cometa puede ser el que quiera Brahe, siempre podrá acomodarlo a sus observaciones, tanto si desea sumarle el movimiento de la Tierra como si le suma el del Sol o el del Nuncio: todo encaja porque nada prohíbe.

Así pues, había demasiados cabos sueltos en las teóricas cometarias de Tycho, por lo que había que aceptar previamente su sistema y sus suposiciones para que el argumento tuviese algún sentido. En una palabra, desmontar el argumento entrañaba exponer sus supuestos inciertos y entrar en discusiones cosmológicas. Veremos que Galileo lo intentó tímidamente antes de que lo pusieran en su sitio los inquisidores jaleados por los jesuitas. En este proceso distinguimos tres etapas: el *lustró de gloria* antes del decreto de condena del copernicanismo en 1616; la de *los hijos de la noche* hasta el papado de Barberini (1623); y la del *hombre invisible*, hasta la condena de Galileo (1633).

1. Un lustró de gloria (1611-1616)

Hasta principios del XVII, la escena astronómica en Italia estuvo dominada por el jesuita Clavio, que era un profesor de astronomía. Aunque no contribuyó a las grandes transformaciones astronómicas del XVI y XVII, su *In sphaeram Ioannis de Sacro Bosco commentarium* (1570 y cinco ediciones más en vida del autor) fue texto no sólo de los jesuitas, sino de sabios como M. Mersenne, P. Gassendi, R. Descartes y Galileo. Era un buen manual de astronomía ptolemaica en el que Copérnico se desestima por razones religiosas y físicas relativas al movimiento terrestre.

Clavio se mostró inmune a las consecuencias cosmológicas de los descubrimientos astronómicos de Brahe y Galileo. Hubo de aceptar la nova de 1572,



pero no sacó las consecuencias cosmológicas de Brahe contra la inmutabilidad de los cielos, sino que la consideró un milagro de Dios para presagiar algo. Mantuvo la concepción tradicional de los cometas como fenómenos generados en la atmósfera, corriendo un tupido velo sobre el de 1577, a pesar de que la ausencia de paralaje apuntaba a una localización supralunar. En una palabra, aunque aún tenía cuarenta años cuando ocurrieron estas cosas, Clavio metió la cabeza bajo el ala y prefirió no alterar las ideas tradicionales en astronomía y cosmología.

Tras su fundación en 1540, la Compañía de Jesús era una institución de inspiración militar al servicio de la Contrarreforma organizada por esa época en el Concilio de Trento (1545-63). Para ellos, la educación superior era parte de la estrategia propagandista y pastoral, como muestra el hecho de que, tras *La gaceta sideral*, el general de la Compañía, Claudio Acquaviva, organizador del importante sistema educativo jesuítico, la *Ratio studiorum* (1586), ordenase a sus huéspedes defender el tomismo en todos los frentes y huir de las novedades como de la bicha. Lo importante para la Compañía era su ideología católica y no la ciencia, que se subordinaba a los intereses de la política papista.

A principios de 1610, Galileo publicó *La gaceta sideral* en la que mostraba las montañas lunares, los satélites de Júpiter y otros fenómenos que minaban seriamente la cosmología aristotélico-ptolemaica; y a finales de año observó las fases de Venus que mostraban definitivamente la falsedad del sistema ptolemaico, dado que el planeta tenía que girar en torno del Sol y no de la Tierra. De Marzo a Junio de 1611, Galileo estuvo en Roma, donde se entrevistó con el viejo jesuita C. Clavio. Tanto éste como sus *jóvenes turcos*, O. van Maelcote, C. Grienberger y G. P. Lembo informaron al cardenal R. Bellarmino S. J. (un personaje prominente que había quemado a Bruno) de la corrección de las observaciones de Galileo, el cual habló también con Bellarmino sobre astronomía copernicana. Los jesuitas del Collegio, actuando como astrónomos competentes, se inclinaban por el rechazo de la vieja cosmología ptolemaica y dudaban entre Tycho y Copérnico.

En Mayo, los jesuitas organizaron una recepción en el Collegio Romano para festejar a Galileo, amenizada por los discípulos de Clavio, quienes expusieron los éxitos de Galileo, incluyendo las fases de Venus “*con escándalo de los filósofos*”. Maelcote presentó los descubrimientos con entusiasmo, aceptando el relieve lunar a pesar de la resistencia de Clavio, y la circunsolaridad de Venus y Mercurio. Ptolomeo aparece ya definitivamente superado:

Copérnico o Tycho eran la única alternativa.

Clavio, con 74 años y un pie en la tumba, se aferraba a sus orbes y su muerte al año siguiente dejó a Ptolomeo sin su escudero. Mientras tanto, los jesuitas más jóvenes empezaron a coquetear con las implicaciones de las novedades celestes a pesar de la orden del General. Mientras C. Scheiner se mostraba ticónico, W. Kirwitzer escribía a C. Grienberger en 1614 y 1615 declarándose primero intrigado por Copérnico y luego partidario suyo. F. Cesi escribía a Galileo ese mismo año mencionando al jesuita T. de Cupis, del Collegio Romano, como copernicano.



Tanto F. Cesi como el funcionario Vaticano P. Dini comunicaron a Galileo que muchos jesuitas eran copernicanos aunque no lo confesasen. Incluso tras el decreto de 1616 en que se condenó el copernicanismo, el mismo Cesi le contaría a Galileo que los jesuitas C. Grienberger y sobre todo P. Guldin habrían expresado su apoyo a Galileo y su disgusto por la condena del copernicanismo.

Pero ya antes del decreto, poco después de su vuelta a Florencia en Julio de 1611, Galileo recibió una carta de G. Ludovico Ramponi en la que le advertía de la difusión de un argumento anticopernicano de Tycho Brahe derivado de los cometas: *“Esto es, que se han visto cometas en la oposición al Sol, pero no tan distantes como las estrellas fijas como para verse libres de las pasiones de los tres [planetas] superiores, y a pesar de ello no se han visto sometidos a ellas”*.

Galileo no debió darle mucha importancia en estos momentos de *triumfo*, pues Ramponi volvía a insistir con su pregunta al año siguiente. En esta etapa de *“que florezcan cien flores”* (como decía el difunto Mao), Galileo trató de explotar el apoyo jesuítico y limar las dificultades bíblicas contra el copernicanismo. En primer lugar insistió en su cosmología según la cual no hay distinción de materia y causas entre la Tierra y los cielos que son de aire. En las cartas sobre manchas solares había iniciado una vasta reforma de la filosofía natural sobre los cielos, tratando de mostrar que la corrupción del éter se compadecía mejor que la inmutabilidad con las Escrituras, aunque, cuenta Galileo, los censores, *“habiendo aprobado todo lo demás, no aceptaron esto en modo alguno”*. Así pues, en segundo lugar, trató de contrarrestar las interpretaciones de la Biblia contra el movimiento terrestre. En Diciembre de 1613 escribió una famosa carta a su discípulo y colega Castelli donde explica el milagro de Josué en un contexto copernicano en el que el Sol es el motor de los planetas. En Marzo de 1615 escribió a Piero Dini, para defenderse de los ataques de los dominicos A. Caccini y N. Lorini (que lo habían denunciado al Santo Oficio) y recabar el apoyo de los jesuitas Grienberger y Bellarmino. En la carta, trataba de encontrar apoyos escriturísticos para su cosmología de cielos fluidos en los que caminan los planetas no por una milagrosa ciencia infusa, sino por influjo solar. *“Diré que me parece que se halla en la naturaleza una substancia sutilísima, muy tenue y veloz que, difundiéndose por el universo, penetra todo sin oposición [...] y parece que los propios sentidos nos demuestran que el Sol es el principal receptáculo de dicho espíritu”*. Y más adelante, *“He demostrado también mediante continuas observaciones de esas materias tenebrosas [las manchas solares], que el cuerpo del Sol rota necesariamente sobre sí mismo y he apuntado además cuán razonable es creer que de tal rotación dependen los movimientos de los planetas en torno al propio Sol”*. Esa era probablemente la física celeste que hubiera ensayado Galileo si lo hubieran dejado.

Las noticias de Cesi desde Roma eran esperanzadoras. Le anunció el envío del libro de Foscarini (*Lettera sopra l'opinione copernicana*, Nápoles, 1615), *“que es una carta de un padre carmelita que defiende la opinión de Copérnico salvando todos los pasajes de las Escrituras, obra que sin duda no podía haber*



aparecido más oportunamente, a menos que sea nocivo aumentar la rabia de los adversarios, cosa que no creo... Ahora predica en Roma. Trataré con Monsr. Dini y con éste y con el P. Torquato de Cupis, jesuita y noble romano, que es del mismo parecer y con otros”.

Sin embargo los tiros iban por otro lado. El funcionario Dini estaba mejor informado, pues un mes más tarde le escribía a Galileo que no era hora de andar con demostraciones en favor de Copérnico, sean matemáticas o escriturísticas, sino de callar. La carta de Galileo a Cristina de Lorena de mediados de 1615, en la que expandía sus argumentos científico-escriturísticos, dio publicidad a las posiciones que serían condenadas en 1616. Cuando en Noviembre de 1615 quiso ir a Roma a defenderse de las acusaciones de herejía y vindicar el copernicanismo, el Embajador de Toscana le advirtió que no era buen momento para ir a hablar de la Luna con los dominicos presionando al Santo Oficio. Pero aún así se trasladó a Roma, donde entre Febrero y Marzo se consumó la condena. El 6 de Marzo, el propio Galileo escribía a Florencia señalando que estaban prohibidos los libros que tratan de reconciliar a la Biblia con Copérnico. Empezaba así la etapa de:

2. Los hijos de la noche (1616-1624)

El decreto de 1616 puso fin a un lustro de esperanzas galileanas y alegría juvenil jesuítica. Se acabó la fiesta. La ciencia de los jesuitas estaba al servicio de la política del Papa, en este caso Pablo V, que no podía ver a los intelectuales ni a los listillos. (De hecho Bellarmino defendió que se condenase a Copérnico y no a Galileo.) Desde este momento Tycho Brahe es la última esperanza de la reacción. Sin ideas físicas dinámicas y parasitando astronómicamente a Copérnico, el ticonismo ofrecía a los papistas una cosmología sin lágrimas: la Tierra no se mueve y los astros, especialmente los cometas, aparecen y desaparecen milagrosamente y se mueven como Dios quiere. El jesuita Bellarmino, que quería una astronomía técnica sin comprometerse con sus supuestos, había escrito a P. A. Foscarini en Abril de 1615: *“Vuestra Paternidad y el Sr. Galileo obrarán prudentemente si se contentan con hablar ex suppositione y no en términos absolutos [...] Decir que suponiendo que la Tierra se mueve [...] se salvan todas las apariencias mejor [...] está muy bien dicho y no entraña ningún peligro, lo que es suficiente para el matemático. Pero pretender que el Sol esté en el centro [...] y que la Tierra gire es algo muy peligroso”*. Lo fue.

El ticonismo que algunos jesuitas como G. Biancani, C. Malapert o C. Borro habían aceptado antes del decreto, cobró después del mismo mayor importancia junto con el viejo argumento anticopernicano de los cometas debido a Brahe. La refutación ticonica de Copérnico por los cometas sobre la que ya Ramponi advirtiera en 1611, revivió en 1616 como *“cuarto argumento matemático”* en el *De situ et quiete Terrae* de Ingoli, primer Secretario de Propaganda Fidei a quien se



debía tratar con guante blanco. En la segunda mitad de 1618 aparecieron tres cometas y, a principios de 1619, G. B. Rinuccini avisaba a Galileo del uso anticopernicano de los mismos, señalando que: “*Los jesuitas han hecho público un Problema que se imprime y sostienen firmemente que está en el cielo; y algunos aparte de los jesuitas corren la voz de que tal cosa echa por tierra el sistema de Copérnico, siendo el más importante de los argumentos en contra*”.

En este contexto, la *De tribus cometis anni MDCXVIII disputatio astronomica* (1619), publicada anónimamente por el jesuita Grassi, presentaba observaciones apoyadas por la red internacional de los padres. Esto y el hecho de que se publicase anónimamente, hace que aparezca como una *obra colectiva* de los jesuitas. La aceptación explícita de ticonismo se produjo al año siguiente en la obra de G. Biancani, *Sphaera mundi seu cosmographia* (Bologna, 1620). El sistema de censura previa de los jesuitas indica que esa era una posición colectiva. Sin duda los cometas estaban en el punto central de la discusión entre los sistemas modernos, ticonico y copernicano, una vez descartado el ptolemaico por las fases de Venus (o Marte acrónico).

El problema es que con la condena de 1616 sufrió un serio descalabro la estrategia de defender unos cielos fluidos con un Sol como centro geométrico y dinámico, que era el único marco en el que acaso se hubiera podido tratar de dar acomodo a la generación y corrupción de unos cometas con órbitas y movimientos muy distintos de los planetarios.

Los jesuitas podían ensayar propuestas sobre los supuestos movimientos propios de los cometas en los cielos líquidos de Brahe y Bellarmino; pero Galileo no podía hacer otro tanto con sus cielos aéreos y elementales copernicanos, susceptibles de generar cometas como el Sol manchas, cuyos movimientos propios deberían estudiarse con calma mediante observaciones y demostraciones geométricas. Como veremos, los jesuitas podían pavonearse con sus cometas y Galileo, no; pues en cuanto asomaban sus preferencias copernicanas, recibía una amenaza.

En este contexto, los cometas le resultan a Galileo un estorbo, pues aunque no probaran efectivamente la verdad del ticonismo, ofrecían la *imagen* de que éste constituía un programa progresivo que resolvía todos los problemas.

Galileo estaba atado, y lo que se le ocurrió fue socavar el *prestigio de Brahe*, e indirectamente el de sus acólitos, así como arrojar tantas dudas como pudo sobre el carácter “*planetoide*” de los cometas. En efecto, aunque Galileo redactó una larga respuesta a Ingoli (que envió a Roma en Octubre de 1624), la crítica al argumento de Brahe no es muy penetrante, pues no podía cuestionar las suposiciones implícitas del argumento (en el sentido de que los copernicanos deben aceptar que los cielos están ya llenos de orbes sólidos) ni la renuncia a ligar armónica y dinámicamente el sistema del universo, implícita en el milagro de la ciencia infusa de cada cuerpo celeste. Por el contrario, trató de desacreditar a Tycho como observador, lo que sin duda no era buena estrategia: “*El [...] argumento es una invención arbitraria de Tycho basada en algo que, en mi opinión, no observó jamás*”.



ni podía haber observado. Me refiero al movimiento de los cometas cuando están en oposición al Sol. Ahora bien, si es cierto, como creo con toda certeza, que sus colas siempre apuntan en dirección contraria al Sol, entonces es imposible que veamos alguno de ellos cuando están en oposición al Sol, ya que en tal caso su cola sería invisible". De hecho Brahe observó el cometa, que tenía 1° de largo, entre Octubre y Noviembre de 1585 con los instrumentos grandes instalados en Uraniborg. (Galileo también desacreditó a Tycho como matemático en el *Saggiatore*, donde señalará que Brahe, en su investigación de las distancias de los cometas por la paralaje, no muestra la debida atención "a los primerísimos elementos de las matemáticas".)

Proseguía señalando adecuadamente que sin saber cuál es el movimiento propio de un cometa, no se puede saber qué resulta de su combinación con el movimiento de la Tierra. En efecto, las retrogradaciones dependen de las velocidades angulares relativas, y con observaciones de un par de meses, en los que se recorren arcos orbitales mínimos, no hay manera de saber qué fracción de movimiento aparente se debe al movimiento anual (ese es el sentido de la respuesta de Kepler a Ingoli). Por eso, para interpretar los datos hay que partir de una teoría, y como la copernicana le estaba vedada, Galileo hace sociología del conocimiento: Tycho tergiversa las cosas para apoyar su sistema quimérico.

En resumidas cuentas, Galileo no podía entrar en materia y se dedicó a defenderse como pudo. Primero, como hemos visto, desacreditó el endeble argumento de Brahe, aunque sin entrar en honduras, y después, como veremos inmediatamente, desestimó a los cometas como objetos físicos. Con ello canceló su estrategia anterior al Decreto de apoyarse en los astrónomos jesuitas, pues estos eran ahora partidarios de la única alternativa permitida: Tycho Brahe.

La polémica sobre los cometas es bien conocida. Se inició en 1619 con la *disputatio* de Grassi. Aunque apenas mencionaba a Tycho y poseía un tono comedido, la interpretación de los datos se realizaba desde la teoría de Brahe, y era bien sabido que se esgrimía su argumento de los cometas como refutación de Copérnico. El *Discorso* de Galileo identificó la implicación anti-copernicana y atacó el presupuesto de que los cometas fuesen cuerpos astrales. Grassi entró al trapo en la *Libra* y puso a Brahe y la disputa cosmológica y religiosa en primer plano. Su reacción a las acusaciones de seguir a Tycho fue la siguiente: "¿Acaso es un crimen? ¿A quién habría de seguir? ¿A Ptolomeo, cuyos partidarios tienen el cuello amenazado por la espada desenvainada por Marte que se halla más cerca? ¿Acaso a Copérnico? Pero él, que es piadoso, los alejará más bien a todos de sí y rechazará y despreciará su propia hipótesis recientemente condenada. Por consiguiente, Tycho es el único a quien podemos tener por guía en los desconocidos cursos de los astros".

Es decir, aunque Grassi intentara imitar el estilo ágil del descubridor de novedades que Galileo había ofrecido en *La gaceta sideral*, éste consiguió con su respuesta poner en primer plano el trasfondo cosmológico.



En la *disputatio*, Grassi parte de la suposición ticonica de que los cometas son cuerpos sólidos celestes con movimiento circular como los planetas. En consecuencia, y valiéndose de los datos facilitados por la implantación internacional de la Compañía, trató de medir la paralaje y los situó más allá de la Luna. Toda la *disputatio* depende de suponer que los cometas son cuerpos físicos con localización espacial precisa, y por tanto susceptibles de paralaje. La estrategia de Galileo, ciertamente hábil, consistió en poner en tela de juicio este supuesto. La ausencia de paralaje podría explicarse bajo la suposición de que estamos ante fenómenos ópticos, como refracciones y reflexiones en un medio extenso, tal como ocurre con los arco-iris, pues no tiene paralaje porque dos observadores separados no ven el mismo fenómeno. Si el medio fuese un vapor que asciende de la Tierra radialmente, se explicaría la ausencia de paralaje, no menos que la rápida disminución del tamaño observada. Además, dicha disminución pone en entredicho la hipótesis planetaria de Tycho y Grassi, pues el rápido alejamiento exigiría un epiciclo inmenso y un período enorme, dado el arco recorrido en breve tiempo (90° en $1/375P$). Las extravagancias derivadas de ensayar trayectorias circulares permiten a Galileo criticar las interpretaciones de Grassi y mostrar que su hipótesis es plausible. Por ejemplo, el hecho de que el cometa de 1577 se viese vespertino y se alejase del Sol con movimiento directo (hacia el Este), mientras que el de 1518 se viese matutino y se alejase del Sol con movimiento retrógrado (hacia el Oeste) es una consecuencia trivial de su hipótesis de los cometas como fenómenos ópticos en un vapor ascendente.

La posición de Galileo presentaba problemas interesantes. Según su idea, los cometas deberían moverse hacia el zenit sin sobrepasarlo. El hecho de que en ocasiones se muevan más al Norte se apunta crípticamente como debido al efecto del movimiento terrestre, pues sería preciso "*añadir alguna otra razón de tal desviación aparente*", cosa que, dice, "*no osaré hacer*". Para ello habría que conocer la estructura del mundo, que tan sólo "*podemos conjeturar entre sombras*", ya que "*la prometida por Tycho quedó sin terminar*." Grassi se lanzó sobre esta idea con mal disimuladas acusaciones de herejía y una formulación relativista de la verdad: "*entre los católicos la Tierra no se mueve*". Eran buenos argumentos, aunque no de carácter científico.

Pero a estas alturas está claro que ambas posiciones estaban llenas de dificultades. El objetivo de Galileo no era tanto proponer una hipótesis sobre los cometas, cuanto eliminarlos como amenazas anti-copernicanas a favor de Tycho. Ante la imposibilidad de un debate claro sobre el sistema del mundo, en ausencia de cualquier idea no meramente especulativa acerca de la dinámica celeste, por no hablar de la física de la atmósfera, la cuestión no tenía salida. Por eso resulta especialmente útil para desvelar los intereses de Galileo y los jesuitas del Collegio Romano que dirigían el desarrollo de la polémica. Todo se orientó rápidamente hacia el problema fundamental: que el copernicanismo no se podía defender y el ticonismo era la única salida políticamente aceptable. La consecuencia fue vetar la crítica a los jesuitas y a Brahe, quien se convirtió así en:



3. El hombre invisible (1624-1632)

La primavera del año 1624 marcó una inflexión en la lucha de Galileo a favor de Copérnico. Se reunió media docena de veces con el nuevo Papa, Urbano VIII, que se hacía leer *Il Saggiatore* (1623), y preparó, quizá a instancias suyas, la *Respuesta a Ingoli* que hizo circular en el otoño. Es revelador que ni en ella ni en el posterior *Diálogo* critique el sistema de Brahe. Sin embargo, hacía tiempo que Ptolomeo había dejado de ser una opción y la disputa se centraba en Copérnico y Tycho Brahe. Galileo lo da a entender en privado cuando en Octubre de 1629 responde a la pregunta de Diodati sobre cómo va “*el diálogo sobre las mareas para establecer el nuevo sistema*”: “*Ha de saber que hace un mes tomé de nuevo mi diálogo sobre las mareas postergado tres años [...]. Aparte de las mareas aparecerán muchos otros problemas y una amplísima del sistema copernicano, mostrando la nulidad de cuanto han aportado Tycho y otros en su contra*”.

Este era el plan: un tratado de *física* para demostrar el *copernicanismo* y refutar el *tonicismo*; pero no se plasmó en el *Diálogo* publicado, pues en él las mareas no son el tema principal, el sistema de Brahe ni se menciona, y no se demuestra explícitamente el de Copérnico. Galileo acabó el *Diálogo* a principios de 1630. Entre Mayo y Junio estuvo en Roma gestionando el permiso de publicación, mientras se difundía el rumor de que el libro contradecía a los jesuitas. Se entrevistó con el Papa mientras se agitaba en su contra, y en Julio lo encontramos de nuevo en Florencia preparando el prefacio, el final y otros retoques que no fueron pequeños: más que retoques, fueron *trastoques*. El tratado *físico* sobre las mareas y el movimiento terrestre se transformó en otro *hipotético e inconcluyente* sobre los dos máximos sistemas; pero no el copernicano contra el tónico, que era el rival real, sino contra el ptolemaico en el que ya nadie creía.

La invisibilidad de Tycho y los jesuitas se compadece con estas transformaciones, pues su cosmología era la única que quedaba frente a Copérnico, y de ser destruida, de nada serviría el cínico instrumentalismo de Bellarmino ni la “*angélica doctrina*” del Papa, según la cual Dios puede hacer que todo ocurra como si la Tierra se moviese aunque no se mueva. La orden de suprimir la crítica al único sistema alternativo a Copérnico se puede conjeturar por el contraste entre los planes contados a E. Diodati y el resultado final.

Además sabemos que el Papa había intimado a Galileo lo que tenía que hacer y por qué, sin que las razones diplomáticas dadas pudiesen divulgarse. Probablemente se le indicó que atacase a Ptolomeo y los peripatéticos tratando el movimiento de la Tierra *como hipótesis indemostrable* (tal como reza el subtítulo) y dejase en paz a Tycho y los jesuitas del Collegio Romano.

Tras la publicación del *Diálogo* (1632), en Septiembre de 1632, con ocasión de las diligencias del inminente juicio contra Galileo, el embajador de Toscana en la Santa Sede se entrevistó con un Papa iracundo porque Galileo lo habría “*engañado*” al publicar ciertas cosas en su libro que constituían “*los temas más*



peligrosos y serios con los que se pueda enredar en estos momentos". No quiere decirle cuáles son, porque "él [Galileo] sabe muy bien dónde están los problemas", ya que "los hemos discutido con él y nos los ha oído a nos mismo". Obviamente no se trataba sencillamente de que hubiera defendido el movimiento terrestre, pues eso se podía decir, se debía decir, y de hecho se dijo como justificación de la condena. Es más, el embajador escribió días después que el Papa le había señalado que "el asunto es más grave de lo que piensa Su Alteza [de Medici]. A continuación empezó a contarme este asunto y estas opiniones, aunque con orden explícita de no revelar tales cosas ni siquiera a su Alteza". Sin duda se trataba de intrigas políticas entre facciones descritas por P. Redondi, sobre las que no se podía ser explícito, y no de tesis cosmológicas perfectamente formulables públicamente.

Un buen ejemplo del ocultamiento de las críticas a Brahe se puede rastrear en la Jornada III del *Diálogo*. El argumento a favor del movimiento terrestre se dirige principalmente contra Brahe, dado que comienza distinguiendo el centro geométrico del dinámico, lo que sólo se aplica a su sistema. El argumento deriva del patrón de movimiento que muestran estacionalmente las manchas solares, dado que los ejes de rotación solar y terrestre no son paralelos. Desde una perspectiva geométrica, puramente cinemática, ese patrón puede generarse en cualquiera de los sistemas del mundo, si se les permite otorgar cualesquiera movimientos al Sol. Pero desde una perspectiva física, eso no es posible. Kepler decía que el hecho de que un modelo geométrico salve las apariencias no basta para establecer su verdad, ya que otros distintos pueden hacer lo mismo, y señala que el criterio de decisión es la dinámica. Galileo pensaba lo mismo, pero no podía decirlo de forma explícita sin transgredir las órdenes de los censores de discutir las cosas *ex hypothesis* al modo de la astronomía, en la que los mismos fenómenos pueden obtenerse con diferentes sistemas de esferas.

Pero la dinámica marca la diferencia, pues en el sistema copernicano hay que suponer movimientos simples y autoconservados ("inerciales") que no exigen causas: las rotaciones uniformes del Sol y la Tierra en torno a ejes fijos más el movimiento circular, uniforme y autoconservado de la Tierra en torno al Sol. La variación estacional de la orientación de los ejes no precisa explicaciones causales ad hoc: el Sol permanece inmóvil con su eje inmutable y la Tierra mantiene constante la orientación del suyo.

Por el contrario, si negamos los dos movimientos terrestres, hemos de atribuir al Sol no sólo una rotación sobre su eje, sino también un movimiento diario y otro anual. Pero no bastan, pues si el Sol mantiene la orientación de su eje constante a lo largo del día, tendrá que mostrar en 24 horas un patrón como el estacional. Para evitarlo hay que atribuir al Sol movimientos *ad hoc* sobre distintos ejes sin causa precisable.

Ante la contundencia de este argumento palidece la necesidad de criticar la endeble teoría de los cometas de Brahe. Pero la falta de libertad de discusión teórica llevó a la polémica de los cometas e indujo a los padres del Collegio Romano



a cerrar filas contra Galileo y propiciar su condena. Scheiner, quien según dice Galileo tuvo en sus manos “*el secreto del universo*” (la inclinación del eje de rotación solar) aunque “*no supo reconocer esa joya*”, azuzó a Grassi contra Galileo, y según su discípulo Viviani ello “*dio lugar a todas las controversias que nacieron al respecto, no menos que a todos los disgustos que el Señor Galileo recibió, desde aquel momento hasta sus últimos días, con eterna persecución de todas sus acciones y declaraciones*”. También G. Naudé, bibliotecario de un cardenal romano, escribía a Gassendi explicando que el motor del ataque contra Galileo estaba “*en las maquinaciones del P. Scheiner y otros jesuitas que quieren eliminarlo*”. Lo hicieron.

Históricamente, no obstante, la desorganización del plan original de la obra de Galileo y la condena posterior no sirvieron para nada. El desarrollo de la ciencia iba en el sentido de unir la astronomía matemática descriptiva con la física dinámica explicativa. La función dinámica solar iniciada por Kepler, que culminó con la gravitación newtoniana, sólo pudo ser apuntada y sugerida por Galileo en uno de los casos históricos más desgraciados de injerencia en la ciencia de intereses espurios. Cuáles eran, lo explica muy bien el también jesuita G. Riccioli:

Si se aceptase la libertad que se toman los copernicanos de interpretar los textos de las escrituras y de eludir los decretos eclesiásticos, se produciría el peligro de que no se detuviese en los límites de la astronomía o de la filosofía natural.

Tenía razón el buen Padre: no nos hemos detenido en esos límites.