

Vida científica

EFEMÉRIDES

GALILEO: EL TELESCOPIO Y LAS PRIMERAS DISPUTAS ASTRONÓMICAS

El 25 de agosto de 1609, el Dux, los consejeros y los senadores de la República de Venecia se congregaban en el Gran Salón del Palacio Ducal. Galileo Galilei, lector de matemáticas del Studio de Padua, iba a presentar y ofrecer al Consejo su última invención, un instrumento que permitía «divisar barcos y velas del enemigo a una distancia mucho mayor de la habitual, de tal forma que podemos descubrirle nosotros dos horas antes de que él nos vea...y juzgar sus fuerzas para prepararnos al combate o a la fuga». Según la descripción de Antonio Priuli, consejero de la República y Reformador del Studio de Padua, el aparato «era de plomo, forrado por fuera con terciopelo carmesí, de una longitud aproximada de tres cuartas y media, y de la anchura de un escudo, con dos lentes, una cóncava y la otra no, por parte». La demostración fue un éxito. Muchos de los asistentes salieron a la plaza y subieron al Campanario de San Marcos para ver los barcos que se acercaban al puerto. Terminada la exhibición, el propio Priuli anunciaba a Galileo que el

Consejo de Reformadores le confirmaba en el cargo con carácter vitalicio y le duplicaba el salario, que pasaba de 500 a 1000 florines, «el triple de lo que había recibido cualquier predecesor mío en el cargo», como orgullosamente diría Galileo años más tarde.

Pero ¿realmente era un nuevo invento? En su *Galileo*, Bertolt Brecht presenta a Priuli días después, temeroso de convertirse en el hazmerreír de la ciudad por haber pagado 500 florines por un in-

vento que, acaba de saber, «se vende en todas las esquinas de Italia por dos escudos». Quizá Brecht exageraba, pero es cierto que instrumentos similares se vendían por entonces en Milán, París, Londres o Frankfurt. El propio Galileo reconocía que a mediados de 1608 había sabido de la existencia del instrumento en Holanda, que algunos días después le había confirmado desde Francia un antiguo alumno, Jacobo Baldovere, y ello era lo que le había movido a construir su aparato. Años después, en *El Ensayador* se defendía con un curioso argumento frente a quienes le recriminaban por haberse presentado como inventos del aparato:

«Tal vez alguien me podrá decir que no es pequeña ayuda, para el descubrimiento y resolución de algún problema, el haber conocido de alguna manera, y de antemano, la verdad de la conclusión, y el estar convencido de no buscar un imposible, y que por ello el conocimiento y la certeza de que el anteojo había sido ya hecho me habría servido de tal ayuda, que tal vez sin ella no lo hubiera descubierto... No lo creo; más diré: el encontrar la solución a un problema señalado es labor de mayor ingenio que el encontrarla a uno no pensado ni nombrado, pues en éste puede intervenir en gran parte la casualidad, mientras que en aquél es todo obra del razonamiento. Hoy sabemos que el holandés, primer inventor del telescopio, era un simple maestro de lentes ordinarias, y que casualmente, manejando lentes de diversas clases, acertó a mirar al mismo tiempo por dos, una convexa y otra cóncava, y que de este modo observó el efecto que se derivaba y descubrió el instrumento; pero yo, estimulado por la noticia dada, descubrí lo mismo por medio del razonamiento...».

Realmente el razonamiento de Galileo no va mucho más allá de deducir que se necesitaba una lente cóncava y una convexa. Pero esto ya lo sabía Giovanni Battista



Telescopio de Galileo, 1609.

de la Porta veinte años antes. En el Capítulo 10 de su *Magia Naturalis* (edición de 1589), afirmaba:

«Quien ve mal utiliza lentes según la condición de su vista. Quien supiese disponer correctamente estas cosas obtendría un secreto nada despreciable. Las lentes cóncavas permiten discernir con claridad lo que se halla alejado y las convexas, lo cercano, de modo que puedes aprovecharte de ello en beneficio de la vista. Con la cóncava ves las cosas lejanas pequeñas y claras, mientras que con la convexa ves las cosas cercanas mayores aunque borrosas. Si supieras combinar ambas correctamente, verías mayores y claras tanto las cosas lejanas como las próximas». Pero aunque en su Capítulo 11 reza: «De las lentes, con las que cualquiera puede ver a una distancia mayor que todo lo imaginable», Porta no presenta ningún diseño convincente.

Tampoco Kepler, quien había desarrollado una incipiente teoría óptica de las lentes en sus *Añadidos a Vitelo* de 1604, hizo ningún intento por ponerla en práctica. De modo que Galileo tenía razón probablemente al decir que el «simple maestro de lentes» holandés había llegado a su invención por simple ensayo y error.

Efectivamente, la historia oficial dice que el 25 de septiembre de 1608, Hans Lipperhey, un fabricante de lentes de Middleburg, presentó en La Haya a Mauricio de Nassau un anteojo que permitía ver objetos lejanos. Debido a sus posibles aplicaciones en la guerra naval se le pidió que guardase el secreto de su construcción y solicitase una patente. Esto es lo que hizo el 2 de octubre y cuatro días después se le encargó la construcción de tres aparatos. Lo curioso es que algunos días más tarde, el 14 de octubre, otro fabricante de lentes, Jacob Metius de Alkmaar, presenta ante los Consejeros de Zeeland un instrumento similar y el 17 de octubre se le sugiere que solicite una nueva patente. Por si fuera poco, un tercer holandés, Zacharias Janssen, también de Middleburg, proclama casi al mismo tiempo que también tiene un telescopio, y su hijo afirmará años más tarde que su padre había copiado el diseño de un aparato que había comprado en Italia en 1590, lo que, de ser cierto, adelantaría casi veinte años la invención del telescopio.

En 1999, Colin Roman, entonces Presidente de la Asociación Astronómica Británica, reclamaba el título de inventor del telescopio para Leonard Digges, quien lo describe en su libro *Pantometría* de 1553. (Curiosamente, Digges estuvo exilado en Holanda durante el reinado de María Tudor.) Una descripción más detallada se encuen-

tra en un informe presentado por William Bourne por encargo de Lord Burghley, consejero de Isabel I de Inglaterra, que quería conocer las aplicaciones del instrumento en una posible batalla naval contra España. El telescopio descrito es en realidad un telescopio reflector compuesto de un espejo cóncavo y una lente biconvexa y, según Bourne, sería decisivo en una batalla naval. Sin embargo, otro historiador, Ewen A. Whitaker, ha arrojado dudas sobre la construcción real del instrumento. En efecto, para tener un aumento apreciable el espejo debería tener una distancia focal y un diámetro grandes, lo que haría necesario montarlo en un largo tubo y apoyarlo en una base que permitiera orientarlo con relativa facilidad. Además, el observador debería dar la espalda a lo que quisiera observar, sin interponerse él mismo entre ello y el espejo. Y lo peor era que la imagen aparecería completamente invertida, tanto de arriba a abajo como de izquierda a derecha.

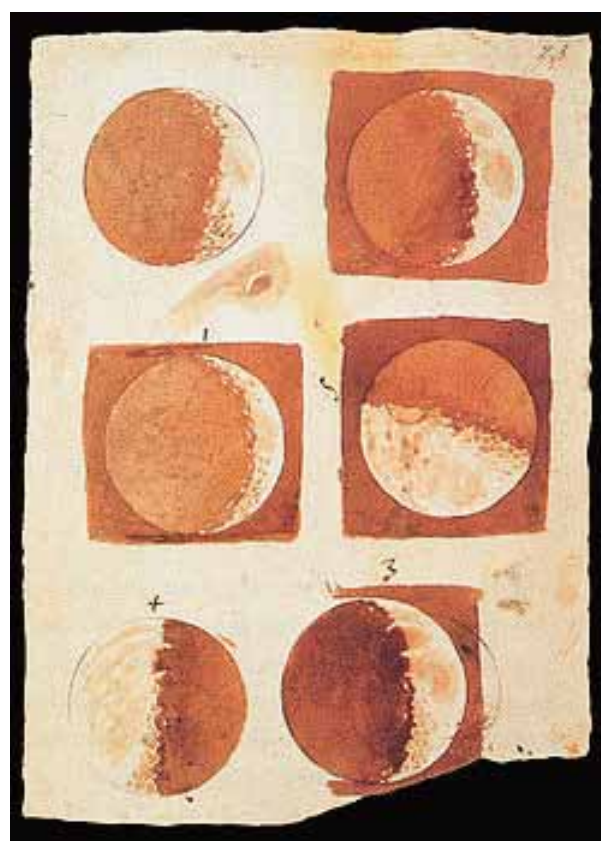
Pero esta historia también tiene una rama española. En un libro de 1618 dedicado a la construcción del telescopio, Girolamo Sirtori afirmaba que había conocido en Gerona al verdadero inventor del instrumento: un anciano pulidor de lentes al que llama Roget de Burgundy. Intrigado por esta cita, un coleccionista de instrumentos ópticos e historiador aficionado, José María Simón de Guilleuma, decide a mediados del siglo pasado investigar en los archivos la historia de la familia Roget. Descubre que el Roget de Sirtori es Juan Roget, cuyos padres eran originarios de Angulema y que debió morir entre 1617 y 1624. Simón de Guilleuma investiga en los registros notariales de la época en busca de documentos en los que se mencione la herencia o venta de «ulleres». Encuentra algunos, en particular uno en el que se registra que un mercader llamado Jaime Galvany había comprado en una subasta de fecha 5 de septiembre de 1608 «una ullera de larga vista por cinco sueldos». (También en un legado de 10 de abril de 1593, y que se repite en 1596, se cita «una ullera larga guarnida de lauto».)

Basado en esto, otro historiador amateur, Nick Pelling, conjetura una historia rocambolesca. Galvany habría acudido a la feria de Frankfurt y mostrado el instrumento a Zacharias Janssen, quien habría intentado reproducirlo y, con ello, también habría puesto sobre la pista a Lipperhey. Pero el propio Pelling arroja más tarde dudas sobre esta historia. En una rápida visita a los Archivos Notariales de Barcelona encuentra discrepancias de 25 años en las fechas en que estuvieron en activo los notarios cuyos documentos cita Simón de Guilleuma.



Pero si Galileo no fue el inventor del telescopio, sí fue el constructor más aventajado. Galileo tenía gran habilidad manual. Ya desde sus tiempos de profesor en Pisa había instalado un taller en su casa, y en Padua construyó varios ejemplares de su compás geométrico-militar, que le dieron gran fama y reconocimiento. Así, en cuanto tuvo conocimiento de la existencia del telescopio holandés se puso manos a la obra y, aunque es difícil creer que tan solo un día después ya había construido uno propio, lo cierto es que en poco tiempo fue construyendo telescopios cada vez mejores. En agosto disponía de uno de 8 aumentos, con el que hizo su demostración en Venecia, y en noviembre ya tenía uno de un poder doble.

Es en esta época en la que «desestimando las cosas terrenales, me entregué a la contemplación de las celestes». Parece realmente extraño que nadie lo hubiera hecho antes. (En particular resulta extraño que si Zacharias Janssen tenía un antejo en 1604 no lo hubiera apuntado a la «estrella nueva» que apareció ese año en el cielo y que despertó el interés y la curiosidad de todos, ya fueran astrónomos o no.) Cuando Galileo lo apunta al cielo una noche de noviembre de 1609, queda asombrado. Las aproximadamente 1000 estrellas registradas por



Tycho Brahe se multiplican por diez; lo que a simple vista parecían nebulosas ahora se presentan como conjuntos de estrellas. La superficie lunar aparece rugosa: la línea que separa la parte iluminada de la oscura en los cuartos es una línea irregular. Además, en la parte oscura se ven puntos brillantes mientras que en la iluminada aparecen puntos oscuros. Galileo interpreta estos puntos brillantes como el reflejo de cimas montañosas iluminadas por el Sol y los puntos oscuros como sombras que arrojan las montañas en la zona iluminada. Midiendo la distancia máxima de los puntos brillantes al límite de la zona oscura estima la altura que deben tener las montañas lunares, que son mayores que las montañas más altas conocidas en la Tierra. (Para Galileo la montaña más alta de la Tierra era el Mont Blanc.)

Entre las muchas «estrellas» nuevas que permite ver el telescopio, Galileo observa el 7 de enero de 2010 tres estrellas alineadas con Júpiter. Al día siguiente, «por azar», vuelve a apuntar a Júpiter y observa que las tres estrellas se han movido, aunque siguen estando alineadas. Ello despierta su curiosidad y desde ese día hasta el 2 de marzo dedicará todas las noches a observarlas, salvo media docena de noches en que el cielo aparece nublado. Los días 10 y 11 de enero solo ve dos estrellas, y

supone que la tercera está detrás de Júpiter. Pero el día 13 aparece una cuarta estrella. Ya a mediados de enero se ha convencido de que estas estrellas son en realidad satélites de Júpiter. Los astros más cercanos son más veloces, pues las estrellas más próximas a Júpiter se ven más a menudo al oriente después de haber aparecido el día anterior a occidente.

Todo esto son pruebas en contra de la cosmología aceptada. Desde este momento, Galileo deja de lado sus investigaciones sobre el movimiento, que le habían ocupado la mayor parte de su tiempo en Padua, y fija su atención en la astronomía. Pero sus obligaciones docentes, tanto públicas como privadas, en Padua no le dejan tiempo para sus investigaciones. Galileo es consciente de que «la República no puede eximirme de mis obligaciones y seguir pagándome... Eso solo lo puedo esperar de un príncipe absoluto». Así que decide ofrecerse al Gran Duque Cosme II de Medicis, quien diez años antes había sido alumno suyo. Galileo llevaba algunos años pensando en ello. Ahora, los nuevos descubrimientos le brindan una oportunidad de oro. Galileo bautiza a los satélites de Júpiter como «astros mediceos» y publica sus descubrimientos en un libro dedicado al Gran Duque Cosme. (Parece que en principio pensó en llamar a los satélites «astros cósmicos», lo que hubiera sido un bonito juego de palabras, pero alguien le hizo ver que era mejor homenajear a los Medicis en general y no particularizar demasiado). El libro *Sidereus Nuncius* (*El Mensaje Sideral* o *El Mensajero Sideral*, que ambos significados tiene la palabra) se publica el 12 de marzo de 1610. (Si tenemos en cuenta que la última observación registrada es de 2 de marzo, la rapidez de la publicación sería la envidia de muchas revistas actuales. Es cierto que entonces no tenía que pasar la revisión por pares, pero si necesitaba el imprimatur eclesiástico.) El prólogo es un magnífico ejemplo de literatura adulatoria: «Pues apenas han comenzado a aparecer en la Tierra tus magnificencias, aparecieron en el cielo unas estrellas brillantes que cual lenguas expresarán y celebrarán en todo tiempo tus nobilísimas virtudes». Pero con ello Galileo cumple un doble objetivo. En primer lugar reclama la prioridad del descubrimiento: «¿Por qué, si fui el primero en observarlas, me habría de

disputar alguien el derecho a imponerles incluso un nombre, llamándolas astros mediceos, confiando en que gracias a esta denominación reciban esas estrellas tanta dignidad cuanto confirieron las otras a los demás héroes?». Esta reclamación de prioridad es importante, pues no sería extraño que para entonces la idea de apuntar al cielo ya se le hubiera ocurrido a otros. De hecho, parece que

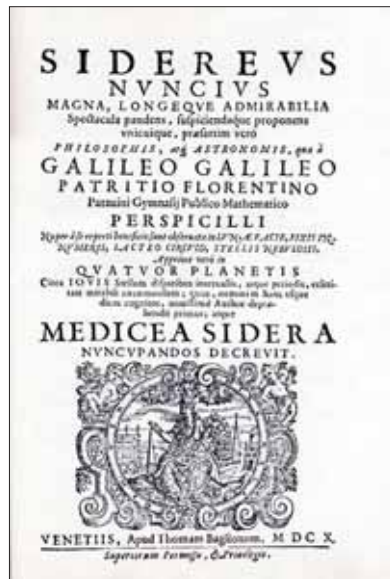
Thomas Harriot en Inglaterra ya había observado la Luna con un telescopio y la había dibujado el 26 de julio de 1609, aunque sin sacar las conclusiones de Galileo. Y años más tarde, Simon Mayr pretenderá haber observado los satélites de Júpiter ya en noviembre de 1609, aunque Galileo lo refutará diciendo que en esa fecha no podrían tener la apariencia que cita Mayr. (Finalmente, sin embargo, los astros mediceos terminarían llevando los nombres de Simon Mayr sugirió a Kepler: Io, Calixto, Europa y Ganímedes.)

En segundo lugar, Galileo hace ya en el prólogo la primera declaración pública de heliocentrismo: «las cuatro

estrellas reservadas a tu inclito nombre...realizan sus cursos y órbitas en torno a la estrella Júpiter,..., a la vez que todas juntas realizan en doce años, con unánime acuerdo, grandes revoluciones en torno al centro del mundo, esto es, en torno al mismo Sol». Vinculando sus ideas al esplendor de los Medicis se asegura una gran resonancia para ellas. Pues, como dirá Kepler más tarde: «¿Es una fruslería tomar el pelo a la familia de los Grandes Duques de Toscana, otorgando el nombre de los Medici a sus ficciones que ofrecería como genuinos planetas?»

Y, por supuesto, el 25 de junio de 1610, Galileo es nombrado «Primer Matemático del Studio de Pisa y Filósofo de Su Alteza Serenísima el Gran Duque sin obligación de dar clase ni de residir en el Studio ni en la ciudad de Pisa, y con el estipendio de mil escudos al año, en moneda florentina.»

Las reacciones al libro son diversas. Algunos, como Cesare Cremonini, colega de Galileo en Padua y firme defensor del sistema ptolemaico, se niegan a mirar siquiera por el telescopio, alegando que le da dolor de cabeza. (Curiosamente, Cremonini había sido investigado un año antes por la Inquisición por defender el aristotelismo averroista, lo que muestra la amplitud de miras de



la santa institución.) Pero quienes así reaccionan son los mínimos. Era difícil esperar que la gente se resistiese a observar tales maravillas. El problema está en cómo interpretarlas.

Galileo sabe que debe ganarse la anuencia de Kepler y Clavius, los astrónomos más respetados de la época. Por ello, envía un ejemplar al embajador toscano ante el Sacro Imperio con el ruego de que se lo haga llegar a Kepler y le pida un comentario sobre el libro. Ya en 1597 Galileo había mantenido una breve correspondencia con Kepler, iniciada cuando éste le envió un ejemplar de su *Mysterium Cosmographicum*. A los pocos días Galileo le contestaba que aunque de momento tan solo había leído unas pocas páginas, él también era partidario del sistema copernicano y tenía algunas pruebas a su favor. Pero cuando Kepler le pide que le detalle esas pruebas, Galileo da la callada por respuesta. No se sabe a qué pruebas podía estar refiriéndose Galileo, pero el hecho es que durante sus enseñanzas en Padua nunca llegará a manifestarse explícitamente contrario al sistema ptolemaico. Tampoco sabemos siquiera si Galileo llegó a leer por completo el libro de Kepler: una cosa es ser favorable al copernicanismo y otra introducirse en páginas y páginas de elucubraciones cuasi-místicas sobre el tamaño de los orbes de los planetas y su relación con los sólidos platónicos.

Ahora Kepler, que ya había leído el ejemplar de *Sidereus Nuncius* destinado al Emperador Rodolfo II antes de recibir el ejemplar a él destinado, responde inmediatamente en privado; pero ante la insistencia del Emperador y otros notables que le pedían su opinión, hace pública la carta el 3 de mayo en un opúsculo con el título de *Conversación con el Mensajero Sideral*. En éste respalda las afirmaciones de Galileo a partir de lo que él ha podido ver con sus propios ojos. No obstante, no pierde la ocasión de señalar la posibilidad de que el inventor flamenco del telescopio se hubiera inspirado en su libro o en el de Porta. También dice cómo habría construido él su propio telescopio, y que si no lo hizo antes era porque entonces pensaba que el aire era denso y azulado y ocultaría las partes diminutas de los cuerpos. Pero ahora tampoco parece dispuesto a hacerlo y espera ansioso recibir uno construido por el propio Galileo. Con este instrumento, dice, buscaría dos satélites en Marte y seis u ocho de Saturno, que sin duda deberían existir para guardar la proporción. De nuevo, Kepler se embarca en extrañas especulaciones: sin duda los satélites de Júpiter serán muy provechosos para los probables habitantes de ese planeta.

Kepler también había observado las irregularidades de la Luna. No lo había hecho a través de un telescopio sino proyectando la imagen de la Luna en una pantalla colocada tras una hoja en la que había hecho un agujero y montado una lente. Se formaba así una pequeña imagen invertida de la Luna, del tamaño de una moneda. Kepler acepta la existencia de las montañas lunares e incluso sugiere otras construcciones que muy bien podrían servir a los selenitas para protegerse del Sol durante los largos días lunares.

Francesco Magnini, en Bolonia, y Clavius, en Roma, plantean inicialmente algunas reservas respecto a las observaciones de Galileo. No obstante, tras una visita de éste a Bolonia, Magnini acaba por reconocer la veracidad de las observaciones. También las reconocerá Clavius en una carta privada a Galileo en diciembre de 1610.

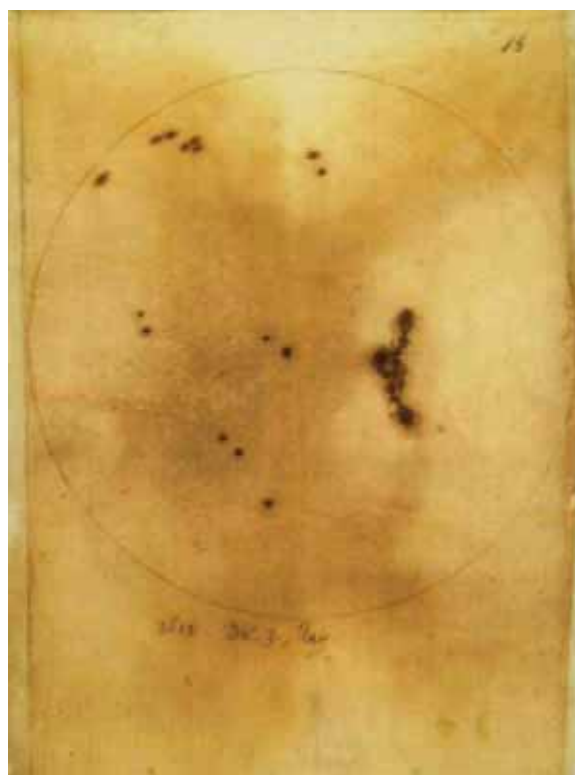
Tras la publicación del *Sidereus Nuncius*, Galileo continúa sus observaciones astronómicas. En mayo, todavía en Padua, observa las manchas solares, aunque no les dedica entonces mucha atención. En julio de 1610 Galileo informa a Sus Altezas Serenísimas de un nuevo descubrimiento. No dice entonces cuál es, aunque para poder reivindicar posteriormente su prioridad lo hace público en forma de anagrama: *Smaismrmilmepoe-taleumibunenugttauiras*. Kepler, en un intento de descifrarlo, lo interpreta como *Salve umbistineum geminatum Martia proles* (Salve, joyas gemelas, marciana prole). Pero la solución correcta, que da Galileo en noviembre, es *Altissimum planetam tergeminum observavi* (Observé que el planeta más alto era triple). Es decir, Saturno no aparece en el telescopio como un astro único, sino que parece tener dos cuerpos más pequeños casi tocándolo. (Años después observará, sin encontrar una explicación plausible, que estos cuerpos desaparecen a veces y otras veces se presentan como elipsoides que contienen en su interior unos triángulos oscuros.) Son las primeras evidencias de lo que con mejores telescopios se revelarían como los anillos de Saturno.

En diciembre anuncia un nuevo descubrimiento, también en forma de anagrama: *Haec inmatuta a me iam frustra leguntur o y* (En vano estoy examinando cosas inmaduras). Una vez más, Kepler trata infructuosamente de descifrarlo. La solución llega en enero de 1611: *Cynthiae figuras aemulatur mater amorum* (La madre de los amores emula las fases de Cintia). Es decir, Venus imita las fases de la Luna. Estas fases solo pueden interpretarse suponiendo que Venus gira alrededor del Sol, una prueba más a favor de la teoría de Copérnico.

Con este bagaje, Galileo hace una visita a Roma en abril de 1611. El recibimiento es triunfal y se suceden los honores. Le recibe el papa Paulo V. Es nombrado miembro de la Academia de los Linceos, fundada por el Príncipe Federico Cesi. (Es precisamente en una reunión de académicos el 14 de abril donde el filólogo Demisani da el nombre de telescopio al instrumento.) Y por si fuera poco, con Galileo como invitado de honor, los jesuitas confirman públicamente sus observaciones en una solemne reunión en el Colegio Romano. No es extraño que un cardenal escribiera al Gran Duque a propósito de Galileo: «estoy convencido de que si estuviéramos en aquella República Romana de la antigüedad le habría sido erigida una estatua en el Campidoglio para rendir honor a la excelencia de su valía».

Poco cabía esperar entonces que Galileo iba a tener enfrentamientos continuos con los jesuitas. En efecto, los jesuitas aceptaban las observaciones pero no su interpretación, que ponía en cuestión algunos dogmas de la cosmología aristotélica. Stillman Drake ha llamado la atención, con acierto, sobre el hecho de que las primeras críticas a las interpretaciones de Galileo no entran directamente en la cuestión del heliocentrismo sino que tratan de defender la perfección de los cuerpos celestes. Las irregularidades de la superficie lunar negaban la perfecta esfericidad atribuida a los cuerpos celestes. Por eso, Clavius hizo suya una sugerencia de Ludovico delle Colombe que afirmaba que la Luna estaba recubierta de una sustancia cristalina con una superficie perfectamente esférica. «Ciertamente es una hermosa fantasía», respondía Galileo, «pero tiene el problema de que no ha sido demostrada ni es demostrable». Por la misma razón se podría decir que «dicha superficie cristalina posee inmensas montañas que nosotros no podemos ver por ser de una sustancia diáfana».

Más seria es la polémica en torno a las manchas solares. Aunque Galileo no había escrito nada cuando las observó inicialmente, habla de ellas durante su estancia en Roma. Esto llega a oídos del jesuita alemán Christoph Scheiner, profesor de matemáticas en la Universidad de Ingolstadt, quien se dedica a observarlas durante varios meses y a finales de 1611 escribe tres cartas sobre el tema a Markus Welser, duunviro de Aubsburgo, quien las publica en enero de 1612 aunque oculta al autor verdadero bajo el pseudónimo de Apeles. Welser, que también es académico linceo, envía a un ejemplar a Galileo pidiéndole una opinión. Galileo responde con otras tres cartas en mayo, agosto y diciembre de 1612, que poste-



riormente serán editadas en un solo volumen en marzo de 1613 por la Academia de los Linceos. La respuesta es bastante crítica. Scheiner afirma que las aparentes manchas no pertenecen realmente al Sol, que debe ser perfectamente esférico como cualquier cuerpo celeste por encima del orbe de la Luna; las manchas son en realidad grupos de astros que rodean al Sol a cierta distancia de su superficie. Galileo, sin embargo, afirma que las manchas están realmente en la superficie solar y su movimiento muestra además que el Sol es esférico y gira alrededor de su eje, «dando enteramente la vuelta en un mes lunar aproximadamente». Por otra parte, «para quienes quisieran que la sustancia del Sol fuera inalterable, viéndose obligados... a situar estas manchas en la parte celeste, creo que ponerlas contiguas al Sol pocas más molestias les dará que ponerlas en otra parte». La polémica se prolongará durante varios años con gran acritud por ambas partes. También da lugar a que en muchos círculos romanos y florentinos se empiece a hablar de las ideas de Copérnico y que Galileo escriba su *Carta a Cristina de Lorena, Gran Duquesa de Toscana*. Finalmente, el Santo Oficio pone fin a estas discusiones incipientes en febrero de 1616, al declarar «formalmente herética» la idea de que el Sol está inmóvil en el centro del universo, y «errónea en la fe» la idea de que la Tierra no está en el centro del mundo y se mueve.

No obstante, ni siquiera los jesuitas podían negar que la existencia de satélites en torno a otros planetas o las fases de Venus, que solo se explican si Venus gira en torno al Sol y no en torno a la Tierra, hacen saltar por los aires el sistema de Ptolomeo. Por ello, como un último recurso para salvar el geocentrismo, adoptan el sistema que había propuesto Tycho Brahe, según el cual los planetas giran alrededor del Sol que, a su vez, gira alrededor de la Tierra, situada en el centro del Universo. En este sentido la obra de Scheiner se inscribía claramente en el esquema tychonico.

Al menos, en su disputa con Scheiner, Galileo llevaba la razón. Sin embargo, en su deseo de atacar el sistema tychonico, Galileo entra en una nueva polémica en la que no tiene reparos en ponerse de lado de la meteorología aristotélica. En el verano de 1618 aparecen tres cometas en el cielo. Orazio Grassi, director del Colegio Romano, publica en 1619 un corto trabajo en el que presenta a los cometas como auténticos cuerpos celestes situados más allá del orbe lunar. Galileo, que no ha podido observar los cometas por encontrarse enfermo, anima a su discípulo Mario Guiducci a publicar una respuesta en contra de Grassi, donde sostiene que los cometas no son realmente cuerpos celestes sino reflejos de emanaciones gaseosas que surgen de la Tierra. Grassi contraataca en junio de 1619 aunque con el pseudónimo de Lotario Sarsi, y no duda en atacar al propio Galileo como inspirador de las ideas de Guiducci. Es entonces cuando Galileo entra en acción con toda su artillería. Que tras Lotario Sarsi se oculta Orazio Grassi es un secreto a voces, pero Galileo finge ignorarlo para que su ataque resulte más demoledor. Continuamente expresa su extrañeza por el hecho de que un discípulo de una persona tan brillante como Grassi pueda decir tales disparates.

Durante 400 páginas Galileo disecciona la obra de Sarsi (Grassi) en sus más mínimos detalles. En definitiva, más que una obra científicamente valiosa, es una obra maestra de la literatura polémica. El libro contiene también agudas observaciones metodoló-



gicas y, en particular, la celebre frase de Galileo de que «el libro de la Naturaleza está escrito en lenguaje matemático, y sus caracteres son triángulos, círculos y otras figuras geométricas». Asimismo contiene su teoría de las cualidades primarias y secundarias.

El Ensayador, que así se llama el libro haciendo referencia al nombre de una balanza de precisión, tuvo una gran difusión. Incluso el Papa Urbano VIII, entonces amigo de Galileo y poco amigo de los jesuitas, disfrutaba con su lectura. Pero la polémica no era simplemente una polémica entre Galileo y Grassi. El libro estaba publicado por la Academia de los Linceos. Era un elemento más en una lucha más general entre la Academia y los jesuitas, en particular el Colegio Romano, que defendían sistemas enfrentados respecto al papel de la religión y la teología en la formación integral que debían recibir las personas.

Entre el sistema ptolemaico y el copernicano hay una diferencia esencial: en el primero, el Sol y los planetas giran en torno a la Tierra, que se encuentra inmóvil en el centro del universo; en el segundo, la Tierra y los demás planetas giran alrededor del Sol. La diferencia entre el sistema copernicano y el tychonico es más sutil: simplemente es un cambio de sistema de referencia. La

única forma de verificar mediante observaciones astronómicas el movimiento orbital de la Tierra sería medir la paralaje de alguna estrella «fija», lo que era impensable en la época de Galileo. Sin embargo, Galileo había afirmado en su breve correspondencia con Kepler en 1597 que tenía pruebas del movimiento de la Tierra. Quizá era una fanfarronada, pero si no lo era, ¿qué prueba podía ser si hasta entonces solo se había ocupado en «física», es decir, en el estudio de los fenómenos en la Tierra? Stillman Drake conjetura con buenas razones que la prueba de Galileo se basaba en las mareas. Galileo pensaba, equivocadamente desde luego, que las mareas eran una consecuencia de la combinación de los movimientos de traslación y rotación de la Tierra: el flujo y reflujo del agua era similar a los vaivenes del agua en una palangana que se mueve con velocidad variable. Por ello, tanto el sistema tychonico como el ptolemaico, con una Tierra en reposo, eran incompatibles con la existencia de mareas. Aunque Galileo no había publicado su teoría, la había comentado con muchas personas y era de sobra conocida. La primera intención de Galileo cuando se puso a escribir lo que sería su *Diálogo sobre los dos Sistemas Máximos* era llamarlo *Tratado de las Mareas*, a lo que la censura eclesiástica se opuso decididamente antes de conocer siquiera el contenido detallado del libro. Galileo acató la prohibición y cambió el título, pero las mareas siguieron ocupando un lugar fundamental en su libro: constituyen el tema de la cuarta y última jornada. Por ello, era difícil de aceptar la supuesta imparcialidad del libro.

A la larga, el enfrentamiento con los jesuitas fue fatal para Galileo. En 1982 Pietro Redondi encontró un documento inédito que contenía una denuncia anónima contra Galileo. El motivo de la denuncia era precisamente las ideas sobre las cualidades primarias y secundarias expresadas en *El Ensayador*, que supuestamente serían contrarias al dogma de la transustanciación aprobado cincuenta años antes en el Concilio de Trento. Redondi atribuía la denuncia al propio Grassi, y sobre este documento elaboró una controvertida hipótesis según la cual el proceso final al que se vio sometido Galileo por defender la teoría copernicana fue en realidad un mal menor que trataba de desviar la atención frente a una acusación más grave desde el punto de vista teológico. Hoy día nadie acepta esta hipótesis, y mucho menos que Grassi fuera el autor real de la denuncia, pero lo cierto es que la denuncia anónima existió. Años más tarde, en

1999, el sacerdote español Mariano Artigas, ya con el beneficio de una mayor permisividad en la consulta de los archivos vaticanos, encontró un nuevo documento que contenía una denuncia similar. Existen buenas razones para pensar que este documento fue redactado poco antes del proceso de 1632 y que su autor era Melchior Inchofer, un jesuita (¡como no!) al que el Santo Oficio había pedido un informe sobre las ideas de Galileo. Así que la animadversión de los jesuitas se mantenía intacta.

El propio Galileo estaba convencido de que los jesuitas tenían mucho que ver en sus cuitas. En una carta a Elio Dodati en julio de 1634, un año después de su condena, decía: «De éste y otros accidentes cuyo relato sería demasiado largo se desprende que la rabia de mis muy poderosos perseguidores va aumentando continuamente. Finalmente han querido manifestarse por sí mismos, dado que, hallándose un buen amigo mío hace unos meses en Roma, hablando con el padre Christoforo Grembergo, jesuita, matemático de este Colegio, dijo el jesuita a mi amigo estas palabras: «Si Galileo hubiera sabido conservar el afecto de los padres de este Colegio, viviría gloriosamente en el mundo y no hubiera habido nada de sus desgracias, y hubiera podido escribir a su arbitrio de cualquier materia, incluso de los movimientos de la Tierra, etc.»; así que V. S. ve que no es tal o cual opinión lo que me ha hecho y me hace la guerra, sino estar en desgracia entre los jesuitas». La misma opinión compartían Descartes, Mersenne y muchos otros. (En descargo de los jesuitas, digamos que el P. Zaragoza S. J. publicó en España en 1675 el primer tratado de astronomía en el que no se hacía ascos a la cosmología copernicana).

Tras su condena, en su reclusión en Arcetri, Galileo volvió a sus investigaciones sobre el movimiento, casi abandonadas desde sus tiempos en Padua, que le llevarían a su obra maestra *Conversaciones y Demostraciones Matemáticas sobre Dos Nuevas Ciencias*, que se publica en Holanda en 1638. No obstante, no abandonó sus observaciones astronómicas, y todavía en 1637 seguía dirigiendo su telescopio a la Luna. La Luna, que había sido el primer objeto de sus observaciones astronómicas, iba a ser también lo último que vería. Poco después quedó definitivamente ciego.

J. Javier García Sanz
Dpto. de Física Fundamental