
HISTORIA

Sección a cargo de

Antonio J. Durán¹

Galileo en el *largo campo di filosofare*

por

Antonio J. Durán

A Dios rogando y con el mazo dando

Dicho popular

Va ya para once años desde que un grupo canario de enseñantes de Secundaria y Universidad encabezados por José Montesinos Sirera pusiera en marcha una iniciativa poco frecuente en nuestro país: la creación de un centro de estudios dedicado a la historia de la ciencia en general y de las matemáticas en particular. El proyecto alcanzó su mayoría de edad en 1999 cuando la iniciativa fue acogida bajo el amparo del Gobierno Canario, el Cabildo Insular de Tenerife, el Ayuntamiento de La Orotava y la Universidad de La Laguna, creando la Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

De su ingente actividad da buena cuenta la colección de actas de sus seminarios anuales: desde el inaugural *Historia de la geometría griega*, hasta el que actualmente se desarrolla sobre los *Orígenes de la ciencia moderna* – en colaboración con el grupo de investigación sobre la revolución científica moderna del *Centre Alexandre Koyré* de París– pasando por *De Arquímedes a Leibniz: tras los pasos del infinito matemático, teológico, físico y cosmológico*, o *La Ciencia en el siglo XX*, por poner sólo unos cuantos ejemplos significativos de los doce hasta ahora celebrados.

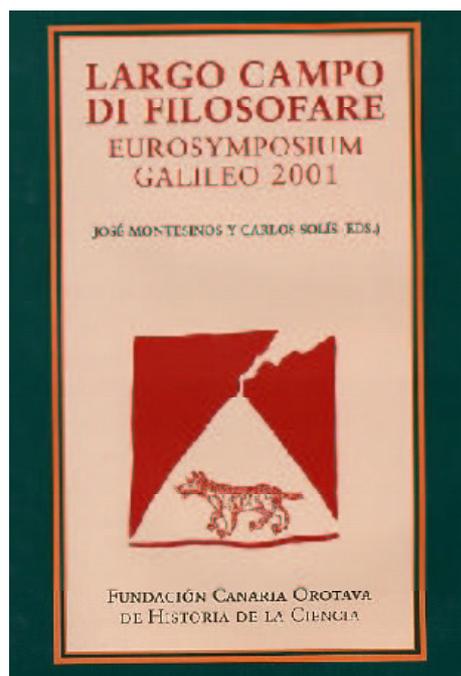
Del prestigio alcanzado por la Fundación en estos once años y de las conexiones internacionales establecidas son buena muestra los varios proyectos eu-

¹Los interesados en colaborar con esta sección pueden dirigir sus contribuciones a la siguiente dirección: Antonio J. Durán; Sección Historia Gaceta RSME; Departamento de Análisis Matemático; Facultad de Matemáticas; Universidad de Sevilla; Apto. 1160; 41080-Sevilla; duran@us.es

ropeos en los que, junto con historiadores y profesores de Italia, Portugal, Francia, Inglaterra, Alemania, ..., ha participado — e. g., el proyecto Nereida sobre *La navegación marítima entre 1400 y 1600*, el Penélope sobre *La enseñanza interdisciplinar de la historia de la ciencia en los países europeos*—. Pero, sobre todo, cabe destacar el Eurosymposium sobre Galileo que tuvo lugar del 19 al 23 de febrero de 2001 en el Puerto de la Cruz y del que acaban de publicarse

las actas²: un volumen magníficamente editado con casi mil páginas donde se recogen 54 artículos que cubren prácticamente todos los aspectos de la producción científica de Galileo, sus repercusiones históricas y un análisis actualizado del conflicto que Galileo mantuvo con la Iglesia católica y de la brutal condena que esta le infligió. El Eurosymposium Galileo 2001 contó con el apoyo y colaboración científica del *Istituto e Museo di Storia della Scienza* de Florencia, del *Centre Alexandre Koyré* de París y del *Max Planck Institut* de Berlín.

Largo campo di filosofare es el sugerente título elegido por los dos editores —José Montesinos y Carlos Solís— para estas actas: son las palabras iniciales de Salviati que abren los *Discorsi*. Galileo alude con ellas al interés científico —filosófico, escribió él— que encierran las máquinas construidas y usadas por los artesanos del Arsenal de Venecia, esto es, Galileo señala la *tradición consistente en hacer partir las teorías científicas del examen de los*



Portada de *Largo campo di Filosofare*, actas del Eurosymposium “Galileo 2001”

*descubrimientos empíricos acumulados por la tradición de los talleres artesanales*³. Al frente de estas actas esas palabras simbolizan una tendencia creciente en historia de la ciencia: estudiar los productos de la ciencia teórica en conexión con la ciencia práctica, o si se quiere, con el saber y usos técnicos de la época.

²*Largo campo di filosofare*, actas del Eurosymposium Galileo 2001, editado por José Montesinos y Carlos Solís, Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia, Madrid, 2002.

³La cita es de Carlos Solís: *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, edición de Javier Sádaba y Carlos Solís, Editora Nacional, Madrid, 1976, p. 67

Muchos han sido los estudios dedicados al sabio de Pisa desde que, a finales del siglo XIX, Antonio Favaro publicara la edición canónica de sus obras completas. Autores como A. Carugo, P. Duhem, A. Koyré, A. Crombie o Stillman Drake han aportado nuevas y sólidas perspectivas, aunque no siempre coincidentes. El estado de las investigaciones ya adelantado el tercer cuarto del siglo XX quedó recogido en *Novità celeste i crisi del sapere* (Florenca, 1984), que recopila las actas del congreso internacional celebrado en Italia en 1983. Desde entonces, la apertura de los archivos de la Congregación de la Doctrina de la Fe, la publicación de los documentos relativos a la admonición de 1616 y al proceso de 1632-33, así como la aparición de nuevas ediciones críticas de algunas obras y nuevos enfoques —la incidencia sobre el trabajo de Galileo de avatares políticos de ámbito europeo; la relevancia del mecenazgo y patrocinio; la existencia de grupos e intereses diversos en la República de las Letras; las relaciones del pisano con sabios del mundo protestante y con los jesuitas— justificaban un nuevo encuentro de la comunidad galileana.

La mitad de las intervenciones recogidas en las actas versan sobre cuestiones científicas y la otra mitad acerca de cuestiones relativas al proceso judicial y a la influencia y difusión de la obra galileana.

El libro se estructura en tres secciones:

- **La ciencia de Galileo**, que se ocupa del Galileo matemático y filósofo de la Naturaleza, de la mecánica, de la cosmología y las leyes del movimiento;
- **Galileo y la Iglesia**, que trata sobre el proceso judicial, la teología de la época y las revisiones posteriores del *affaire*;
- **Galileo y la cultura europea**, dedicado a las relaciones de éste con sus discípulos y adversarios.

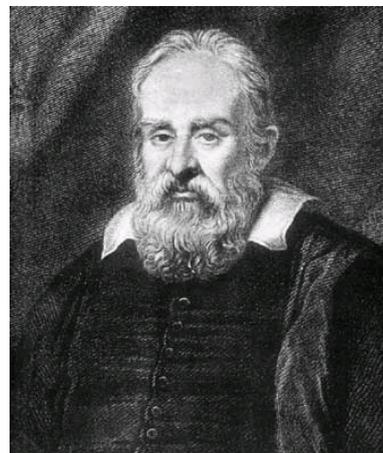
Al hilo de unos escuetos apuntes biográficos sobre Galileo⁴ procuraré desgarnar el contenido de las actas: sin ánimo de ser exhaustivo, lo que sigue pretende ser un viaje de exploración que dé cuenta al lector de las riquezas y complejidades de ese vasto territorio que conforma la obra y circunstancias de Galileo Galilei tal y como quedan reflejadas en este *Largo campo di filosofare*⁵.

Digamos que la carrera científica de Galileo empezó, y fue todo un presagio, dentro de una iglesia: en la catedral de su Pisa natal. Fue hacia 1582; contaba Galileo por entonces 18 años y cursaba estudios de medicina en la Universidad de Pisa. Probablemente aburrido por algún sermón soso, Galileo observó el movimiento de vaivén de una lámpara y determinó, usando como reloj

⁴Corresponden a la sección *Galileo Galilei* del capítulo *De cómo la astronomía cambió el mundo* que escribí para *El legado de las matemáticas* —el catálogo de la exposición de obras maestras de las matemáticas celebrada en los Reales Alcázares de Sevilla en las Navidades de 2000—, editado por la Real Sociedad Matemática Española et al., Sevilla 2000.

⁵Aprovecho aquí para agradecer a Sergio Toledo la colaboración prestada en la elaboración de esta reseña

los latidos de su corazón, que la duración de las oscilaciones no dependía de su amplitud. Comprobaría más tarde que no era esta propiedad exclusiva de las sagradas lámparas de la catedral, sino de cualquier objeto que oscilara a manera de péndulo. Este incidente, unido a la atracción que sintió ante una clase de matemáticas escuchada casi sin querer —un auténtico canto de sirena—, le llevaron a abandonar los estudios de medicina para abrazar los de ciencias y matemáticas; tampoco los pudo acabar pues, por razones económicas, abandonó la Universidad en 1585. De todas formas en 1589 conseguía una plaza de profesor en Pisa, que dejó a los tres años debido al mísero salario, para ocupar otra



Galileo Galilei

plaza mejor remunerada en la Universidad de Padua. Allí estaría durante 18 años hasta que la abandonó para ocupar, tras sus descubrimientos con el telescopio, el puesto de primer filósofo y matemático ofrecido por el Gran Duque de Toscana. Para entonces ya había realizado sus importantes estudios sobre la caída de los graves, mostrando que, contra lo que Aristóteles afirmaba, los cuerpos caen en el mismo tiempo no importa su tamaño o peso. No parece cierto que llegara a esta conclusión despeñando objetos desde la torre inclinada de Pisa —aquí se ve la mano de la infinita capacidad de promoción turística de los italianos—; usó, por el contrario, planos inclinados que le permitían una medida más precisa de los tiempos de caída. También encontró la ley de aceleración uniforme que rige la caída, y reconoció la trayectoria parabólica que seguían los proyectiles. Su forma de hacer ciencia, junto con la brillantez de las críticas a sus opositores, le granjeó la enemistad de los aristotélicos, que entonces todavía eran plaga en las universidades del mundo. Frente a la defensa dogmática de las doctrinas aristotélicas, frente a una ciencia lógico-verbal sin sitio para la experimentación que aquellos defendían, Galileo propugnaba un nuevo concepto de ciencia basado en una combinación de experimentación con racionalismo matemático, sintetizada magistralmente en su célebre frase: “*el libro de la naturaleza está escrito en lenguaje matemático*”.

La mayor parte de la producción científica de este periodo de juventud se conserva en forma manuscrita —*De Motu Antichiora, Le mecaniche, ...*—. Al análisis crítico de estas obras, su contenido y sus implicaciones se dedican una buena parte de las conferencias englobadas en el capítulo de *Largo campo di filosofare* titulado *La mecánica* —también algunas de *La cosmología y las leyes del movimiento* y *El siglo de Galileo*—. Así, Raymond Fredette, que

acaba de traducir la obra inédita de Galileo *De Motu Antichiora*⁶ propone una nueva ordenación cronológica de los textos que componen el manuscrito, bastante diferente del orden canónico de Favaro en su edición de las obras completas de Galileo. Fredette, contra la opinión tradicional, que la considera una obra juvenil menor e incompleta, expone que *De Motu* alberga muchas de las ideas sobre mecánica que Galileo usó en obras posteriores, y que ya se notaba su insatisfacción con la física aristotélica. Por otra parte, Jürgen Renn et al., en su contribución a las actas, insiste en la importancia de estos tratados tempranos de Galileo —incluidos naturalmente el propio *De Motu* y otros manuscritos inéditos del período 1585-1600—, para comprender los presupuestos físicos y el rumbo posterior de su investigación sobre diversos fenómenos naturales directamente relacionados con el movimiento: péndulo, plano inclinado, caída de graves, tiro parabólico. Renn trata de demostrar la importancia que ya tenía para el joven Galileo la matematización de la ciencia física. En esa misma onda, Thomas Settle explica cómo desde los inicios de su carrera académica (1585-95) Galileo había adquirido una notable intuición y capacidad técnica para la investigación experimental, acostumbrándose a tratar problemas empíricos en términos matemáticos. Analiza los esquemas y cálculos de Galileo sobre las formas y dimensiones del Infierno en *La Divina Comedia* de Dante, así como sus teorías sobre la armonía musical, basadas en la obra de Zarlino. Apoyándose en manuscritos de dicho período Settle muestra cómo el trato de Galileo con ingenieros y artesanos —nos encontramos otra vez con ese *largo campo di filosofare*— le sirvió para fabricar diversos artilugios con los que realizar experimentos para confirmar sus teorías. Michel Blay relata el itinerario que, mediante pasos sucesivos y conexos de científicos del XVII, lleva desde el *De Motu* de Galileo, a través de las obras de Descartes y Huygens, hasta los *Principia Mathematica* de Newton.

Como es bien sabido, Galileo culminó sus estudios sobre mecánica al final de su vida —después de la condena de la Iglesia católica que se tratará más adelante— en una de sus obras maestras: *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica* publicado en Leiden, en 1638, cuando ya llevaba un año ciego y 4 años antes de su muerte en 1642. Entre otras cosas, allí se recogen y depuran sus primeros estudios sobre cinemática: caída de los cuerpos, trayectoria de proyectiles, etc.

Volviendo a las actas, encontramos varias contribuciones que contemplan la mecánica galileana en su conjunto. Así, Matthias Schemmel efectúa un análisis comparado de los estudios de Galileo y Harriot sobre el lanzamiento de proyectiles, su doble descubrimiento de las trayectorias parabólicas y sus dificultades para teorizar la combinación de movimientos no perpendiculares entre sí. Julio Vasconcelos defiende que no hay una ley de inercia en la obra de Galileo, ni siquiera en los *Discorsi*, sino solamente un teorema de inercia, que usa en sus estudios sobre teoría de proyectiles y caída de graves. También se

⁶La versión inglesa está disponible en Internet en la web del Max Planck Institut.

trata en las actas la importancia del aparato matemático en la mecánica —y en la ciencia en general— galileana. En ese sentido Silvio Maracchia exhibe las huellas del espíritu y del sentido de las matemáticas de Arquímedes en la obra del pisano, desde la época inicial de Padua hasta sus trabajos finales en su forzado encierro de Arcetri, lo que demuestra trayendo a colación algunos teoremas usados por Galileo en los *Discorsi*. Mario Barra, en su contribución, expone algunas cuestiones concernientes al cálculo de probabilidades que aparecen en el corpus galileano, en especial, la ley de los grandes números y la distribución de los errores de las mediciones, que Galileo analiza en relación con problemas empíricos, como el juego de dados y las estimaciones de un valor.

En 1611 era recibido Galileo, casi agasajado podríamos decir, por el Papa Pablo V; el recién nombrado primer filósofo y matemático de la Toscana había dejado mudos de asombro a buena parte de los astrónomos jesuitas del Colegio Romano al mostrarles lo que se podía hacer con un curioso instrumento de formas inequívocamente fálicas, que tenía la portentosa propiedad de aumentar de tamaño, no él mismo, sino los objetos vistos a su través. Aquel aparato aportaba pruebas muy convincentes a favor de las tesis copernicanas, o por lo menos, en contra de las ptolemaicas; además y, aún más importante, no hacía falta ser un versado geómetra para comprenderlas, bastaba aplicar el ojo a uno de los extremos del artilugio y dejar que el primer filósofo y matemático de la Toscana nos interpretara, con su musical italiano, lo que estábamos viendo. El asunto del telescopio había aumentado la cierta fama que Galileo ya tenía de excelente científico y algo más; conviene aquí recoger la reflexión que hace Thomas Kuhn: “*Con el telescopio hace su aparición un nuevo género literario. Tanto los orígenes de la divulgación científica como los de la ciencia-ficción se remontan al siglo XVII, siendo los principales temas de su primera etapa el telescopio y los descubrimientos con él efectuados. Ahí reside la verdadera importancia de la obra astronómica de Galileo: su popularización de la astronomía*”⁷.

Ese artilugio que permitía ver aumentados los objetos lejanos pudo interesar a Galileo, en principio, por las ventajas que le podía otorgar a la Armada veneciana —Padua pertenecía entonces a la República de Venecia—. Se puso manos a la obra y después de varias mejoras logró construir un telescopio cercano a los 30 aumentos. Entonces hizo lo que nadie antes había hecho, apuntarlo hacia el cielo. Eran los últimos meses de 1609. Hasta ese momento Galileo no se había adscrito a ningún bando en la disputa entre copernicanos y ptolemaicos. En cartas que intercambiara con Kepler a finales del siglo XVI muestra cierta simpatía por el copernicanismo, por su mayor sencillez y cohesión, aunque rehusa defenderlo públicamente por miedo al ridículo. Lo que verá a través del telescopio le hará cambiar de opinión. Debemos decir, sin embargo, que aunque Galileo sería a lo largo del resto de su vida un defensor

⁷Thomas S. Kuhn, *La revolución copernicana*, Ariel, Barcelona 1978, p. 291.

de las doctrinas de Copérnico, no así de las mejoras que Kepler introdujo con las leyes del movimiento planetario: Kepler siempre le pareció a Galileo algo místico, sus elipses demasiado sofisticadas, y sus fuerzas motrices actuando a distancia más cosa de magia que de ciencia.

La figura de Galileo como filósofo de la naturaleza la trata Maurice Clavelin en su contribución a las actas. Siguiendo las tesis de su conocida obra *La filosofía natural de Galileo*, estudia las relaciones de éste con Copérnico, mostrando cómo no sólo toma de él su sistema heliocéntrico, sino que también adopta el papel de astrónomo filósofo, algo muy innovador. Hasta entonces los astrónomos se limitaban a elaborar modelos matemáticos hipotéticos, sin pretensiones de realidad, pero Copérnico y Galileo —también Kepler— se arrogan la función de filósofos de la Naturaleza, con capacidad para exponer teorías sobre la verdadera constitución del universo. Clavelin señala cómo Galileo se empeña en usar sus descubrimientos astronómicos de 1610 para demostrar la verdad del heliocentrismo y de paso demoler la física aristotélica: mientras Copérnico concibe aún el mundo como un cosmos centrado en el Sol, Galileo se proyecta hacia un universo infinito.

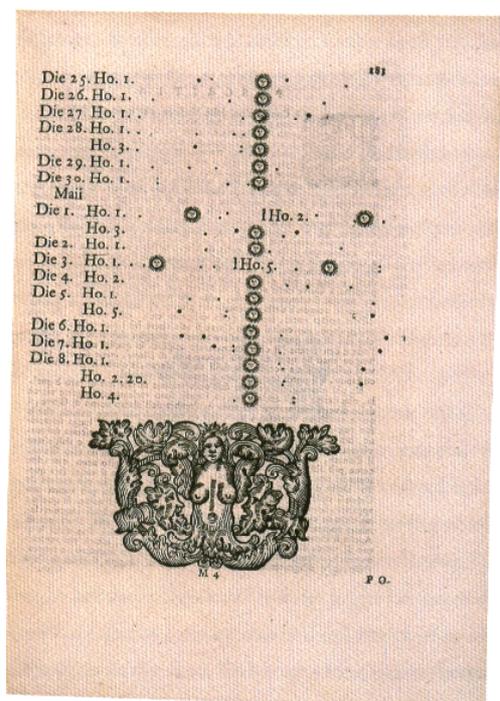
¿Qué vio Galileo cuando apuntó su telescopio al cielo? Todavía más interesante que lo visto, que lo fue y mucho, fueron las interpretaciones que fue dando. Lo primero que llamó su atención fue la ingente cantidad de nuevas estrellas que aparecían al otro lado del aparato. Concluyó que su lejanía las hacía invisibles a simple vista, en consecuencia las estrellas no parecían estar colocadas a igual distancia de la Tierra sobre una esfera que gira, más bien se diseminan a distintas y enormes distancias en un universo que, como aseguraba Giordano Bruno, se extendía sin límites —quedaba así aniquilada la varias veces milenaria esfera de las estrellas, presente, como una reliquia del pasado, en Copérnico y, también, en Kepler, aunque este último admitiera que las estrellas se distribuían en ella a distancias variables, pero no demasiado, de la Tierra—. Ante ese panorama era más sensato pensar que era la Tierra, y no el universo infinito, la que giraba sobre su eje.

También observó Galileo que, mientras los planetas aumentaban de tamaño al ser observados con el telescopio hasta convertirse en pequeñas esferas, no sucedía lo mismo con las estrellas que seguían siendo sólo puntos de luz. Conclusión: las estrellas debían de estar muchísimo más alejadas de la Tierra que estos, tal como aseguraba Copérnico en su *De revolutionibus*; tanto como para que fuera imposible observar su paralaje.

Galileo dirigió su aparato hacia la Luna. Allí observó lo que parecían ser montañas, valles y cráteres —llegó a medir la altura de algunos atendiendo a la sombra proyectada por sus paredes—. La superficie lunar, concluyó, se parece sospechosamente a la terrestre; demasiado, teniendo en cuenta que de hacer caso a la división aristotélica del universo, la Luna pertenecía ya al mundo de lo perfecto e inmutable.

Y sobre el Sol, además, se veían manchas —la prioridad del descubrimiento de las manchas solares le costaría una agria pelea con el jesuita Scheiner y la retirada posterior del apoyo de la Compañía al completo, que de amigos

pasaron a ser sus más fieros perseguidores—. Galileo concluyó, mediante un brillante razonamiento, que las manchas estaban realmente sobre la superficie solar, no eran producidas por la interposición de ningún planeta como pensaba Kepler —que fue, quizá, el primero en observarlas, usando una cámara oscura, aunque pensó que las producía la interposición de Mercurio—; además, ¡giraban! Y, dado que estaban sobre la superficie solar, esto sólo podía significar una cosa: el Sol giraba sobre sí mismo. ¿Por qué no iba la Tierra, pues, a hacer lo mismo?



Dibujo de Galileo mostrando sus predicciones para las posiciones relativas de Júpiter y sus lunas, tomado de las *Opere di Galileo Galilei*, Florencia 1718.

La frecuente aparición y desaparición de las lunas tras el planeta podría servir de reloj astronómico que permitiera medir la longitud en el mar. Sería cuestión de elaborar unas precisas efemérides que sirvieran para calcular la diferencia entre el tiempo local y el del lugar de elaboración de las tablas, lo que daría la longitud local. Galileo propuso su idea a la Corte de Felipe III, quien había ofrecido 2.000 ducados, más otros 1.000 para gastos, a quién resolviera el problema; ante la falta de reacción de Madrid, acabó ofreciendo la idea a los holandeses, que tampoco la pusieron en práctica.

La observación de Saturno le dio no pocos quebraderos de cabeza. En unas ocasiones el planeta parecía compuesto por tres esferas, mientras en otras era

Galileo también observó los planetas con su telescopio. Vio alrededor de Júpiter una alineación de cuatro estrellas de distinto brillo. En noches sucesivas la alineación fue cambiando. Parecían un sistema de lunas girando alrededor de Júpiter. Luego no todos los orbes giraban en torno a la Tierra, como aseguraban los ptolemaicos. Galileo bautizaría con el nombre de planetas medicos a las lunas de Júpiter —el término satélites sería acuñado por Kepler—: era una muestra de agradecimiento a Cósimo II de Médici, Gran Duque de Toscana, que, tras sus primeras observaciones con el telescopio, lo acababa de nombrar primer filósofo y matemático. Las lunas de Júpiter le permitieron a Galileo proponer una posible forma de calcular la longitud geográfica. La frecuente aparición y desaparición de las lunas tras el planeta podría servir de reloj astronómico que permitiera medir la longitud en el mar. Sería cuestión de elaborar unas precisas efemérides que sirvieran para calcular la diferen-

perfectamente esférico, como el resto de planetas. No llegó nunca a resolver esta extravagancia de Saturno: como es bien sabido, quedó tal honor para el holandés Christian Huygens.

Finalmente Galileo apuntó a Venus. Copérnico ya había adelantado en su *De revolutionibus* que si el aspecto de Venus pudiera verse con más detalle podría apoyar la validez de su sistema astronómico frente al ptolemaico. En efecto, según el ptolemaico, Venus gira en un epiciclo cuyo centro, alineado entre la Tierra y el Sol, orbita alrededor de la Tierra por debajo de la órbita solar; dado que la luz de Venus es reflejo de la solar, su posición respecto al Sol permitiría ver a lo más una media esfera iluminada. En cambio, según el sistema copernicano, al girar Venus y la Tierra alrededor del Sol con distinto periodo, podríamos ver un conjunto completo de fases, desde una esfera totalmente iluminada —cuando Venus está en oposición a la Tierra— hasta un delgadísimo gajo —cuando está en conjunción—; además, cuando Venus esté llena, la esfera será más pequeña al estar mucho más alejada de la Tierra, mientras que el delgado gajo que se verá en la conjunción será de mayor diámetro al estar Venus, en ese momento, más cerca de la Tierra. Imaginemos ahora a Galileo en la terraza de su casa de Florencia, donde se había mudado tras entrar al servicio de Cósimo de Médici. Estamos en octubre de 1610; noche tras noche Galileo apunta a Venus con su telescopio intentado averiguar que forma adopta al reflejar la luz del Sol. Los días se suceden, se harán interminables aquellos cuando las nubes, frecuentes por esas fechas en la Toscana, impidan la observación nocturna del planeta que, poco a poco, se va alejando de la Tierra mientras reduce su tamaño y crece, progresivamente, la zona iluminada por el Sol; ésta aumenta, aumenta, hasta llegar a ser, en los primeros noches de aquel diciembre, una esfera casi completa. Era la prueba definitiva: Copérnico, y no Ptolomeo, tenía razón.

Específicamente sobre los descubrimientos astronómicos de 1610 que acaban de ser narrados se centran varias contribuciones de las actas. William Shea basándose en los dibujos de Galileo sobre sus observaciones astronómicas, tanto de la superficie lunar, como de los satélites de Júpiter, señala su precisión y la agudeza en su interpretación, comparándolo con otros astrónomos del momento, como Harriot, que había realizado observaciones semejantes. Shea manifiesta, sin embargo, que una nueva teoría sobre la estructura del universo no podía fundarse exclusivamente sobre los resultados de un dispositivo óptico, por lo que Galileo se vio obligado a participar en una larga batalla en favor de sus "novedades celestes" y del heliocentrismo que de ellas deducía. Jesús Sánchez Navarro se ocupa de los intentos galileanos por resolver el problema de la determinación de la longitud geográfica usando los satélites de Júpiter, asunto del mayor interés para las potencias coloniales por su utilidad para la navegación. Revisa las propuestas de Galileo, primero a la corona española y luego a los Países Bajos, intentando precisar qué había de técnicamente factible en los mecanismos ideados y qué aspectos sólo pueden ser considerados como experimentos mentales. Paolo Palmieri, basándose en la reconstrucción

de las fases de Venus en 1610, defiende que fueron un genuino descubrimiento de Galileo, no tomado de su discípulo Castelli, como sostuvo Westfall.

Prácticamente sin haber digerido sus descubrimientos, sin haber sacado las conclusiones en pro del copernicanismo, Galileo enfundó su instrumento y se fue a Roma a mostrar a sus todavía amigos los jesuitas lo que se veía mirando a través de aquel tubo. Como ya se dijo, incluso el Santo Padre, lo recibió. Los jesuitas quedaron encantados ante las maravillas que Galileo les mostró —llegaron incluso a rezar en alabanza al *Sidereus Nuncius*, la obra que Galileo había publicado en 1610 comunicando al mundo los resultados de sus observaciones con el telescopio—. Sólo el padre Clavius, que había comandado la reforma del calendario, se mostró algo escéptico; el viejo jesuita, tenía 72 años de edad y moriría al año siguiente, dudaba sobre si se veían realmente cráteres y valles en la Luna o era más bien lo que Galileo quería que se viera. Algo tenía de razón, la calidad del telescopio de Galileo hacía necesaria una interpretación de lo visto. Otra fue su opinión cuando consiguió disponer de su propio telescopio —ya se sabe, no hay mejores manos para los objetos diabólicos que las de los santos varones—: le tuvo que dar la razón a Galileo reconociendo que había lunas moviéndose alrededor de Júpiter. Añadió, desde luego, que esas lunas, o el resto de nuevos objetos celestes, no implicaban que la Tierra se moviese, aunque solicitó una revisión a fondo de la astronomía. La visita a Roma se cerró con un gran banquete donde se le nombró académico de la Academia dei Lincei.

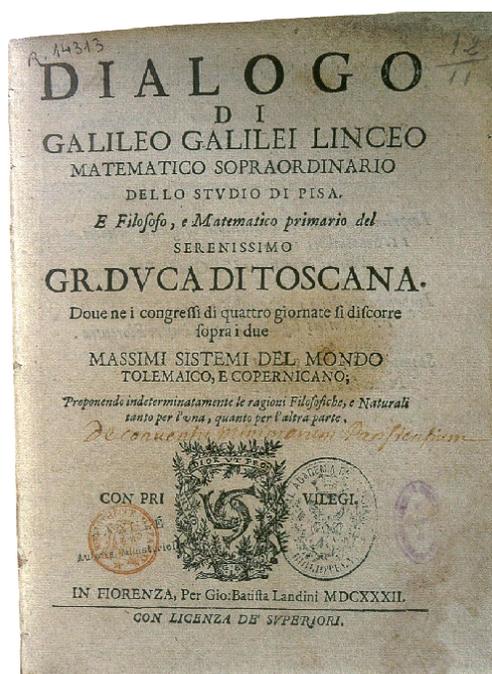
Sus éxitos romanos le llevaron, cuatro años después, a traspasar los límites que el poder de la Iglesia había marcado para la ciencia. En 1615 hizo circular profusamente en forma manuscrita su célebre Carta a Cristina de Lorena, Gran Duquesa de Toscana, —finalmente impresa en 1636— donde, entre otras cosas, concluía que, si bien sus últimos descubrimientos con el telescopio no probaban que la Tierra se moviera, sí hacían que el peso de la prueba correspondiera a los que aseguraban la falsedad de la doctrina copernicana; en consecuencia, recomendó a los teólogos que ante asuntos de la Naturaleza como este, no se pronunciasen hasta que los científicos hubieran establecido con garantías la verdad de un sistema sobre el otro. Galileo demandaba así, un espacio de libertad para la ciencia por encima de lo religioso: no supeditar la verdad razonada a la verdad revelada; o dicho con las palabras que Galileo atribuyera al cardenal Baronio: “*la intención del Espíritu Santo era enseñarnos cómo se va al cielo, no cómo va el cielo*”.

Las opiniones de Galileo fueron inmediatamente denunciadas a la Inquisición. La denuncia no prosperó pero, recibido en audiencia por el cardenal Bellarmino, se le ordenó no sostener, enseñar ni defender nunca más la doctrina copernicana. A la vez Bellarmino impulsó, frente a los consejos de Galileo de no opinar sobre un problema exclusivamente científico, que la Iglesia católica incluyera el *De revolutionibus* de Copérnico en el índice de libros prohibidos y, más tarde, condenara al copernicanismo al rango de hipótesis matemática, absurda y errónea en tanto que realidad física. Según la Encyclopaedia Britan-

nica, Bellarmino fue uno de los más poderosos defensores de la Iglesia católica en aquellos tiempos de herejías: tal vez por eso la Iglesia lo hizo santo en 1930.

La situación para Galileo pareció mejorar cuando el Espíritu Santo decidió hacer Papa a su amigo Mafeo Barberini, o Urbano VIII como entonces pasó a llamarse. Para regocijo del nuevo Papa, Galileo le dedicó su *Il saggiaiore*, donde distingue entre las propiedades de un cuerpo susceptibles de ser medidas —la velocidad con que cae, su peso, etc.— y, por tanto, estudiadas por la ciencia, de las otras —olor, sabor, etc.—. Galileo visitó a su amigo en 1624 y le insistió en la revocación de la condena del copernicanismo. No lo consiguió, aunque sí obtuvo permiso papal para escribir sobre los dos sistemas del mundo, el ptolemaico y le copernicano.

El resultado fue el *Dialogo supra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*. El libro, con todos los permisos de los censores, se publicó en Florencia en 1632. Entre otras novedades introduce la noción de inercia, esencial para la comprensión de la mecánica del sistema solar y que Newton, como veremos más adelante, eligió como su primera ley de la física. La inercia explicaría por qué un cuerpo arrojado desde una torre cae al pie de ésta, aunque la Tierra se esté moviendo de oeste a este; pone como ejemplo que una piedra arrojada desde el mástil de un barco en movimiento cae en su base —sin embargo Galileo nunca realizará este sencillo experimento: quien primero lo hizo fue Pierre Gassendi. Gassendi querría haber sido copernicano, aunque según reconoce, al ir el movimiento de la Tierra contra las Sagradas Escrituras se vio forzado, más por miedo que por fe, a ser tychonico—. El caso opuesto lo representa su errónea teoría de las mareas tratada en la última de las cuatro jornadas en que divide el libro: según Galileo se debían, no al influjo del Sol y la Luna, sino a los movimientos de la Tierra. Nada más aparecer el *Diálogo*, Galileo fue, otra vez, inmediatamente denunciado a la Inquisición —los jesuitas velaban la prohibición sobre el copernicanismo, doctrina que consideraban más peligrosa que Lutero y Calvino juntos—.



Página inicial de la primera edición del *Dialogo*, Florencia 1632

A Galileo se le acusó de no haber respetado la orden del, ya desaparecido, Bellarmino: no sostener, enseñar ni defender nunca la doctrina de Copérnico, ni siquiera como Galileo afirmaba en el prólogo, aunque luego no cumpliera en el texto, como hipótesis sin validez real. Se llegó a mostrar un documento firmado por Galileo aceptando las órdenes del cardenal —documento sobre el que, una vez estudiado por los historiadores a partir de que en 1877 se hiciera público, pesan serias sospechas de falsedad—. Galileo fue forzado a desplazarse a Roma, a pesar de su edad —65 años— y estado de salud; allí fue tratado con cierta indulgencia. Aunque no llegó a sufrir más torturas que las psicológicas —es muy probable que la intervención a su favor del cardenal Francesco Barberini, un sobrino del Papa que estudió en Pisa bajo la dirección del mismo Galileo, le eximiera de las torturas físicas: potro, hierros candentes, y otras maravillas— fue, finalmente, condenado —tres de los diez cardenales que le juzgaron no firmaron la sentencia condenatoria: Francesco Barberini fue uno ellos; otro fue Gaspar Borgia quien, consciente de la importancia de la propuesta galileana a la corte española para calcular la longitud usando los satélites de Júpiter, quiso apoyar, de esta forma, al viejo científico—: se prohibió su libro, se le obligó, arrodillado, a abjurar, maldecir y detestar sus opiniones sobre el movimiento de la Tierra, se le decretó prisión de por vida —conmutada por su amigo el Papa a reclusión en su casa—, se le prohibió escribir o recibir a nadie sin permiso; la condena también incluía la obligación semanal, durante tres años, de recitar los siete salmos de penitencia.

A la relación de Galileo con la Iglesia, incluyendo su juicio y posterior condena se le dedican tres capítulos en las actas: *El caso Galileo, Galileo y la teología y Revisiones históricas del caso Galileo*.

Comienzan con una polémica contribución de Antonio Beltrán sosteniendo la hipótesis de que Galileo fue engañado por altas autoridades de la Iglesia en el proceso de 1633, según una trama urdida por el clan Barberini, consistente en ofrecerle un trato extrajudicial benigno —luego no cumplido— a cambio de la confesión de haber defendido el copernicanismo de modo contrario a las instrucciones que le dio el cardenal Bellarmino en 1616. De esa manera la Iglesia podía presentar la condena de Galileo como el resultado inexorable de la mecánica judicial. Beltrán fundamenta su posición en el célebre manual de inquisidores *Directorium inquisitorum* —de Eymerich y Peña— ejemplificando los procedimientos habituales de los tribunales del Santo Oficio.

Francesco Beretta pone de relieve el protagonismo del Papa Urbano VIII en la condena, obligando a Galileo a abjurar públicamente del copernicanismo y ordenando que la sentencia fuera comunicada a todos los filósofos y matemáticos de los países católicos. El cambio de actitud del Papa, que en su época de cardenal había sido amigo del sabio, se debió a su política profrancesa, que motivó diversos enfrentamientos con el bando favorable a una política proespañola. Urbano VIII, en pleno fervor de la Contrarreforma, quería demostrar que la Iglesia católica no pensaba aceptar desviaciones de la ortodoxia ni permitir que los científicos pusieran en duda las verdades de fe de las Sagradas Escrituras. Michel Lerner, en su contribución a las actas, analiza las

posibles causas de que en Francia se ignorara deliberadamente la orden de Urbano VIII según la cual todos los Inquisidores y Nuncios debían propagar la sentencia de Galileo en las universidades. Ni entonces ni en los años siguientes hubo ninguna condena del copernicanismo por parte de la Facultad de Teología de la Sorbona, ni la subsecuente ratificación por el Parlamento. Según Lerner, aunque la condena de Galileo se difundió en Francia a través de libros y periódicos, el poder político pudo tomar ciertas iniciativas como contrapeso a la decisión de Roma. En otro artículo de las actas, Luca Bianchi expone que Urbano VIII había sido proclive a la censura de los debates filosóficos desde su época como legado pontificio en Bolonia y señala el importante papel que tuvo en la condena de Galileo el teólogo personal del Papa, Agostino Oreggi, que consideraba el Génesis como si fuera un auténtico tratado de cosmología interpretable literalmente. Aceptaba introducir ciertos cambios en el modelo cosmológico de Aristóteles siguiendo las propuestas de Bellarmino, Biancani, Scheiner y otros científicos jesuitas. Para Oreggi la Biblia marcaba los límites del debate científico.

Respecto a las cuestiones que tienen que ver directamente con la teología, Mauro Pesce expone la posición de Galileo sobre la hermenéutica bíblica y su relación con las investigaciones sobre la Naturaleza, tal como la refleja su Carta a la Gran Duquesa Cristina de Lorena. Galileo no mantiene una postura concordista y trata de separar el ámbito científico de las interpretaciones religiosas, no sólo en el dominio astronómico. La condena del copernicanismo en 1616 tuvo efectos fatales sobre el desarrollo posterior de la hermenéutica católica. Los teólogos y el propio Galileo eran conscientes del vasto cambio teológico que comportaría la aceptación del heliocentrismo, mudanza intelectual peligrosa en pleno auge de la Contrarreforma.

Franco Motta expone los problemas de censura eclesiástica con que se vieron enfrentados los astrónomos italianos tras la condena a Galileo y las consecuencias de ésta sobre el debate en torno a la física aristotélica. Explicita los caminos que durante los siglos XVII y XVIII sirvieron en Italia para propagar el copernicanismo de forma disimulada, no sólo entre los discípulos de Galileo, sino en el seno de la propia Orden jesuita.

Como es bien sabido la Iglesia católica, a través de su último Sumo Pontífice —por ahora— Juan Pablo II, ha sabido rectificar a tiempo —se ve ahí la mano del Espíritu Santo—: sólo 360 años después de la condena a Galileo lo ha rehabilitado. Sobre esta rehabilitación Annibale Fantoli, en su contribución a las actas, critica la posición del cardenal Poupard, director de la comisión papal para la rehabilitación de Galileo en 1992, a quien acusa de cometer graves errores respecto a la postura del cardenal Bellarmino sobre la cuestión del copernicanismo y sobre la secuencia histórica y el significado de las medidas tomadas posteriormente por la Iglesia para la gradual aceptación del heliocentrismo. Asimismo critica la posición del Papa Juan Pablo II al limitar las responsabilidades de la Iglesia en el caso Galileo a errores de teólogos no especificados, sin admitir la responsabilidad de los organismos de la Iglesia, realizando así un cierre en falso del caso Galileo. Maurice Finocchiaro enumera

las diversas perspectivas sobre el caso Galileo, desde la reacción de Descartes hasta la llamada rehabilitación de Juan Pablo II. Intentando situarse deliberadamente fuera de los bandos proeclesiástico y progalileano, Finocchiaro presenta un panorama de conjunto acerca de temas como la interacción entre ciencia y religión, entre conservadurismo y progresismo, entre mitos culturales y hechos documentados, cuyo objetivo es revisar críticamente las distintas imágenes culturales de Galileo, depurándolas de estereotipos ideológicos hoy inaceptables en función de nuestros conocimientos históricos. Al presunto interés del Juan Pablo II por establecer un diálogo con las ciencias y al análisis de su decisión de rehabilitar la figura de Galileo expresada explícitamente en 1979 en una alocución a la Pontificia Academia de Ciencias con motivo del centenario de Einstein dedica Manuel G. Doncel su contribución en la actas.

Los estudios sobre la época y repercusiones de la obra de Galileo, que cierran las actas, se abren con un trabajo de Maurizio Torrini, que describe el impacto que tuvieron en la cultura europea los descubrimientos astronómicos de 1610, que convirtieron a la astronomía, gracias al uso del telescopio, de un saber hipotético en un saber sobre hechos. Se hacía posible el proyecto de elaborar una nueva filosofía de la Naturaleza fundada en sus propios principios, que utiliza procedimientos metódicos, experimentos e instrumentos, para demostrar tesis verdaderas acerca de la realidad.

Alessandro Ottaviani refiere la recepción de la obra de Galileo en los ambientes cultos de Roma a partir de la publicación del *Sidereus Nuncius*, prestando especial atención a las relaciones de Galileo con la Academia dei Lincei del príncipe Cesi y con la obra *Tesoro Mexicano*, cuya edición fue dirigida por Cassiano del Pozzo, y que divulga una parte de los textos e imágenes de la investigación botánica, farmacológica y médica del español Francisco Hernández durante su expedición a México a finales del siglo XVI. Federica Favino analiza los motivos y el significado de la caída en desgracia de G. B. Ciampoli, alto dignatario de la Curia romana, ante Urbano VIII. Ciampoli, amigo y valedor de Galileo en Roma, fue enviado a un exilio honorable, con ocasión de la convocatoria a Galileo para presentarse ante el Santo Oficio, limitando así las huestes del bando progalileano ante la vecindad crucial del proceso.

Nicholas Kollerstrom refiere los trabajos astrológicos de Galileo, primero en Padua y luego en la corte de los Medici. Analiza los efectos de la prohibición (1604) de realizar horóscopos y cartas astrales por el Santo Oficio en Venecia, y trata de refutar la opinión común sobre el pretendido escepticismo de Galileo respecto a la influencia de los astros sobre la vida humana.

Massimo Bucciantini explica cómo, después de la promulgación del edicto de 1596, la Congregación del índice de Libros Prohibidos se convirtió en una institución de control y censura de la cultura, no sólo en el ámbito político y religioso, sino también en el dominio de la filosofía, la ciencia y la literatura. Profundiza en las relaciones entre copernicanismo y censura en el marco de la astronomía de los científicos católicos y protestantes, remitiéndose en particular a la admonición a Galileo de 1616, que concluyó con la condena del copernicanismo.

De la relación de Galileo con España y Portugal tratan las contribuciones de Víctor Navarro Brotons y Henrique Leitao respectivamente. Navarro Brotons analiza la influencia española en la vida de Galileo —centrada principalmente en la cuestión de la determinación de las longitudes geográficas— y la influencia de Galileo en la actividad científica desarrollada en España, especialmente durante el siglo XVII y primeras décadas del XVIII. Leitao expone la difusión de las ideas galileanas en Portugal en la década 1610-20 a través de jesuitas como G. P. Lembo, profesor de matemáticas en Lisboa, iluminando las relaciones, primero favorables y luego críticas, de la Orden de Jesús con Galileo, así como la adopción del sistema astronómico de Tycho Brahe, a partir de la publicación por G. Brancani de su obra *Sphaera Mundi seu Cosmographia*.

En fin, que se puede concluir afirmando que *Largo campo di filosofare* presenta un panorama completísimo de los estudios galileanos, lo que incluye críticas, refutaciones y matizaciones de ciertos tópicos sobre la vida, obra e influencia del científico pisano, así como el inicio de nuevas vías de exploración respecto a cuestiones que siguen abiertas; por ello, estoy convencido de que este libro permanecerá como texto de referencia durante muchos años.

Antonio J. Durán
Departamento de Análisis Matemático
Facultad de Matemáticas
Apto. 1160; Universidad de Sevilla; 41080-Sevilla
Correo electrónico: duran@us.es