



Matemático, Físico, Astrónomo y Astrólogo italiano, a quien se debe la popularización y generalización del Método Científico, basado en la experimentación y la confrontación inductiva deductiva.

Galileo Galilei: Tenacidad y Pasión (Pisa, 1564; Arcetri, Florencia, 1642)

"La Naturaleza y la Biblia derivan de Dios, y es absurdo querer contradecir la Naturaleza que es la expresión directa de la voluntad divina sobre la base de la interpretación humana de las Sagradas Escrituras. Por el contrario, se debe aprender a leer e interpretar las escrituras a través de la Naturaleza".

El párrafo anterior, parte del alegato que pronunciara Galileo ante el tribunal de la inquisición en 1633, ilustra a la perfección la dicotomía que gobernó toda su creación científica, en contraposición con sus creencias católicas y los azarosos avatares que jalonaron su vida particular. Hijo de Vincenzo Galilei, reconocido músico, que renovara en buena medida la escritura musical de la época, y de Guilia Ammanmati, nacida en Pescia; Galileo fue el mayor de siete hermanos, y, desde temprana edad hubo de enfrentar la dureza de una formación rigurosa, en no pocas ocasiones alejado de sus familiares. Así, con ocho años, sus padres se trasladan a Florencia, mientras Galileo permanece en Pisa al cuidado de Muzio Tedaldi, pariente por parte materna. No obstante, a los diez años se reúne con sus padres, quienes confían su educación a Jacopo Borghini. Este lo inscribió pocos años después en el Monasterio camalfolense de Vallombrasa, donde profesa como novicio. Su padre, instado por la tradición de sus ancestros (el nombre de Galileo le fue impuesto al pisano en recuerdo de uno de sus antepasados, médico de gran prestigio), le envía de nuevo con Tedaldi, quien lo matricula en 1581 en la carrera de medicina en la Universidad de Pisa.

En contra de los anhelos paternos, Galileo se interesa intensamente en las enseñanzas que recibe de Filippo Fantoni, titular de la cátedra de Matemáticas en dicha universidad;

enseñanzas que absorben por entero sus estudios durante sus vacaciones en Florencia. Por lo demás, los cursos que impartiera Ostilio Ricci entre 1582 y 1583 sobre los *"Elementos"* de Euclides, decantan por entero la vocación de Galileo, y, en 1585, abandona sus estudios de medicina sin completar su graduación, centrándose por completo en el estudio de los textos de Euclides y Arquímedes, que Ricci había heredado de su mentor Tartaglia, traductor de numerosos tratados grecolatinos.

Comparece por primera vez la tenacidad del pisano, que insiste con denuedo en afianzar su empeño, enfrentando las reticencias y recelos paternos. Ya en 1585-86 se encuentra enseñando matemáticas en Siena, donde escribe su primer libro

"La Balancitta"

, sobre las propiedades y fundamentos de las balanzas. Tras su primer viaje a Roma, donde visita a Clavius, profesor del Colegio Romano de los jesuitas, consigue una plaza en Bolonia (en buena medida por intersección del erudito romano). A partir de entonces, Clavius y Guidobaldo del Monte se convierten en sus mentores, confidentes y amigos, con quienes intercambia numerosa correspondencia y debate sobre sus hallazgos sobre el cálculo del centro de gravedad de los cuerpos. La actividad de Galileo en estos años es frenética, ocupando varios puestos de prestigio en las universidades toscanas y vénetas. En 1589, enseña en Pisa, sucediendo a Fantoni en la cátedra de Matemáticas. Durante su estancia en la ciudad toscana escribe

"De Motu"

, conjunto de ensayos sobre la teoría del movimiento, que nunca llegó a publicar. Sin embargo, los avatares familiares ensombrecen la progresión del inicio de su carrera. En 1591 muere su padre, y Galileo con su sueldo de 60 escudos anuales debe afrontar el sustento de su familia; y, en particular, se ve instado a sufragar los dispendios de las dotes matrimoniales de sus dos hermanas.

Galileo recurre a Del monte, quien lo propone como profesor en la universidad de Padua, en los dominios de la República independiente de Venecia, cobrando un salario tres veces superior del que percibía en Pisa (320 florines anuales). En Padua, transcurre los dieciocho mejores años de su vida, en un ambiente alejado de la férrea censura pontificia, como instructor en la Universidad que años antes acogiera como alumno a Copérnico y ajeno a las penurias económicas precedentes. De nuevo le sonrío la vida y entabla una relación estable con Maria Gamba, con quien no llegaría a formalizar matrimonio, aunque contaron con descendencia: Virginia, nacida en 1600; Livia, en 1601 y Vincenzo en 1606. En esta época Galileo reconoce haber cometido un error relativo a su concepción de la entidad de la gravedad, tras consultar a Paolo Sarpi, matemático asesor del gobierno veneciano, se esfuerza en enmendar el contenido vertido en

"De motu..."

, y comienza a trabajar en 1604 en el movimiento de los cuerpos que se deslizan por planos inclinados y en la ley del péndulo.

De 1609 data la construcción de su telescopio, que irá perfeccionando con perseverancia,

basándose en la concordancia de dos lentes de concavidades contrapuestas. Sus observaciones con estos instrumentos (réplicas mejoradas del ideado por Thomas Harriot) le permite obtener numerosos resultados, desconocidos en esos años. En particular, descubre las irregularidades de la Luna, intuye y demuestra la presencia de satélites en Júpiter y anillos en Saturno, consigue explicar las fases de Venus y la composición estelar de la Vía Láctea, apunta la existencia del movimiento de libración selénico, etc.; un cúmulo de novedosos aspectos astronómicos, que, en parte, recopiló en 1610 en *"El Mensajero de las estrellas"*, y que fuera completando en aportaciones posteriores.

El éxito alcanzado por *"El Mensajero..."*

incrementó el prestigio del pisano, que, en junio de 1610, le lleva a ocupar el máximo rango de profesor en la Universidad de Pisa y a encargarse personalmente del cargo de "Matemático y Filósofo" personal del Gran Duque de Toscana: Cosme II de Médicis. Viaja a Roma en 1611, donde se le recibe con todo tipo de honores, encumbrado por los astrónomos pontificios, y, en particular, por el papa Pablo IV, que no le permite arrodillarse ante su presencia. También se interesa por él el gran defensor de la contrarreforma, el cardenal Belarmino, quien solicita de Clavius un informe detallado de los hallazgos galileanos.

Sigue trabajando intensamente, publicando textos sobre los eclipses: "*Cartas sobre los eclipses*" , de 1613; en relación a la diversidad entre los conceptos de forma, volumen y peso de los cuerpos flotantes: "*Discurso sobre las cosas que flotan en el agua o que en ella se desplazan*" , de 1612; y sobre la física y la astronomía aristotélicas, en "*Cartas a la Gran Duquesa*" , de 1616, remitidas a Cristina de Lorena, auténtica dirigente del estado de Toscana. No obstante, esta actividad frenética, el caudal de reconocimientos que va atesorando y su carácter irascible, pasional, propenso a descalificar a sus oponentes con saña (como ocurriera durante la experimentación sobre la flotación del hielo en el agua ante Cosme II, burlándose de su colega Ludovico Delle Combe); le grajea no pocas enemistades, celosas de sus éxitos y prestas a denunciar cualquiera de sus afirmaciones que se mostraran en contra de la teoría aristotélica, doctrina oficial de la Curia Romana. Recelos que se ven incrementados por su empeño arriesgado en defensa de la visión copernicana del Cosmos, que refrenda en las cartas a Cristina de Lorena, en alegato a favor de un apasionado discurso que pronunciara su pupilo Castelli en la plaza central de la ciudad toscana. Escribe a la gran Duquesa:

"Mantengo que el Sol está localizado en el centro de las revoluciones de las órbitas y no cambia de lugar y que la Tierra rota sobre sí misma y alrededor de él..."

Ya desde 1597, en carta remitida a Johannes Kepler, profesor en Gratz, Galileo abundaba en la idea del heliocentrismo, de la cual también hizo partícipe a Clavius. Clavius, antiguo protector del pisano, se mofa de sus convicciones; mientras que en Europa numerosos científico se adhieren con fervor a sus razones. Destacan, entre otros Marino Mersenne, quien llegó a escribir *"¡Galileo! ¿Quién será capaz de enumerar sus descubrimientos? Tan sólo con su telescopio casi ha descubierto más cosa que las hasta ahora conocidas"* ; Cavalieri, que se consideró a sí mismo discípulo de Galileo, tras conocerlo por intervención del cardenal Borromeo, con quien mantuvo contacto durante largo tiempo buscando, en especial, la aprobación del toscano de la teoría de sus Indivisibles, y quien recibiera su reconocimiento cuando puntualizó:

"...pocos, si no nadie, desde Arquímedes ha avanzado tan lejos y con tanta profundidad en la ciencia de la Geometría"

; o Torricelli, quien a través de Castelli contacta con Galileo en busca de asesoramiento en sus trabajos sobre Matemáticas y Astronomía. Tras el proceso en contra de este último, Torricelli centra su atención en el movimiento parabólico de los proyectiles, mas, no abandona a su maestro y se ofrece como ayudante en la última etapa de su vida en Arcetri y con él comparte los últimos meses de 1641.

En el momento histórico en el que nos encontramos, Galileo parece contar con el apoyo y el respeto del grueso de la comunidad científica continental y de algunos miembros del curato romano y toscano. En particular, figuras de la talla de Sarpi, su antiguo amigo veneciano; Clavius y sus correligionarios del Colegio de los jesuitas romanos; los cardenales Belarmino y Barberini, el último de los cuales fuera ungido con la tiara papal en 1621, bajo el nombre de Urbano VIII; fueron adalides en defensa del pisano. Por el contrario, los matemáticos de Pisa:

Delle Combe y Lorini, entre ellos; y los miembros de la congregación dominica con Caccini como figura más sobresaliente, emprendieron una feroz persecución de la obra galileana. Consciente del peligro que podía suponer este acoso, Galileo acude de nuevo a Roma en 1624, donde se entrevista con el Papa, a quien había dedicado su librito *"El ensayador"*, escrito en 1623 y de quien recibe su pláceme para publicar su nuevo tratado *"Diálogo sobre los dos principales sistemas del mundo"*, que irá redactando bajo el atento seguimiento del mismo Pontífice.

En *"El ensayador"*, Galileo descubre sin ambages su concepción de la Naturaleza y sus posibles tratamientos cognoscitivos. En él aparece citada la célebre proclama, que lo convirtiera en padre y precursor de la Ciencia Moderna:

"La filosofía (la Naturaleza está escrita en ese gran libro que siempre está delante de nuestros ojos -quiero significar el Universo- pero que no podemos entender si no aprendemos primero el lenguaje, y comprendemos los símbolos en los que está escrito. El libro está escrito en lenguaje matemático, y los símbolos son triángulos, circunferencias y otras figuras geométricas, sin cuya ayuda es imposible comprender ni una palabra de él, sin lo cual se deambula en vano a través de un oscuro laberinto" Cita que revela en toda su grandeza la mayor contribución galileana al desarrollo y expansión de la Metodología Científica.

Por el contrario, *"El Diálogo..."* es una obra que presta especial atención a los aspectos filosóficos que dimanan de sus descubrimientos. En ellas tres interlocutores: Sagredo, Simplicio y Salvati, cuyos nombres remiten a personajes reconocibles en el entorno vital y profesional de Galileo (en concreto, Sagredo corresponde al gentilicio de unos de sus amigos vénetos, quien le recomendará no abandonar los aires libres de la República; Simplicio es apelativo que el pisano recupera de la tradición grecolatina en conmemoración del filósofo neoplatónico Simplicio, muerto en el año 500 d. C.; y Salvati es escogido como personaje en reconocimiento a su estimado colega); dialogan sobre numerosas cuestiones relativas a las dos concepciones del Cosmos. La aristotélica oficial va siendo presentada con tosquedad manifiesta por Simplicio, quien no cuestiona las verdades aceptadas como inmutables del sistema aristotélico ptolomeico. Mientras, es refutado con perseverancia por Sagredo, manteniendo Salvati una prudencial actitud de reserva, aunque en puntuales ocasiones es el encargado de abrir el debate con sus preguntas, presuntamente ingenuas. El libro recupera y organiza las teorías de Galileo, quien, prudentemente, elude toda controversia que pudiera incidir en cuestiones cercanas a la religión. Su publicación en 1632, concita el interés desmedido y apasionado de toda la comunidad científica internacional; mas, los detractores del pisano embarbascan la voluntad del Papa Urbano, consiguiendo convencerlo sobre la intención de Galileo de ridiculizar a su Santidad, al identificarlo con ánimo de burla con el personaje de Simplicio. Inmediatamente actúan los ejecutores del Tribunal de la Inquisición, que prohíben la edición y distribución de la obra; y comienza el Proceso contra Galileo.

La historia de dicho Proceso es bien conocida, pues ha sido comentada, discutida y recreada en el teatro y el cine (remitámonos a las obras de Bertold Brecht y de Liliana Cavani); pero, con todo, existen antecedentes previos que conllevan el esclarecimiento del desorbitado ensañamiento de los inquisidores contra un personaje célebre y de reconocida solvencia, incluso en ambientes eclesiales.

Debemos entonces retomar el primer encuentro de Galileo con el cardenal Belarmino. Ya sabemos que este, el 19 de abril de 1611 solicita oficialmente a Clavius opinión oficial del Colegio Romano sobre las observaciones del pisano. Clavius le remitió un informe, confirmando todos los postulados, aunque sin incluir comentario de ningún tipo. En otro orden de cosas, la curia romana, enfrascada en la lucha contra la rebelión luterana y calvinista, encuentra ajenas las ideas copernicanas a la doctrina católica; que estiman injuriosas respecto de las verdades vertidas en la Biblia; y, en consecuencia, condena su difusión bajo pena de persecución en 1616. En ese mismo año, Galileo intenta entrevistarse con Belarmino, quien lo recibe rodeado de los dominicos más renombrados. Así, desde el 26 de febrero de 1616, el pisano conoce que su obra debe ser matizada y maquillada para no hendir la daga de la desobediencia en las mentes del Santo Oficio. Sin embargo, la tozudez que caracterizara la personalidad galileana ya había incidido en el entramado de maquinaciones que lo llevaría a adajar de su concepción heliocéntrica el 22 de junio de 1633 en el Convento de Santa María Sopra Minerva, ante un nutrido tribunal de dominicos abstrusos. El desenlace ya estaba diseñado de ante mano, desde que conociera en 1615 la admonición que le remitiera Barberini, donde le sugería:

"...veros obrar con más prudencia no invocando sobre estos temas más argumentos que los utilizados por Ptolomeo y Copérnico; es decir, sin salirse de los límites de la física y de la matemática. Pues, para los teólogos la explicación de las Escrituras es su coto privado..." G Galileo desoye los consejos de su valedor más influyente, y en una de sus cartas a Roma, responde con contumacia:

"No quiero que hombres de talento piensen que para mí las ideas de Copérnico no son más que una hipótesis matemática sin realidad. Dado que soy uno de los más fervorosos partidario de estas ideas, pensaría que esta opinión es compartida por todos los demás partidarios de Copérnico y que su teoría tiene más posibilidades de llegar a ser falsa que físicamente justa. En mi opinión, esto sería un error". Tras la condena, Galileo y el grueso de la comunidad científica se ven obligados a ocultar sus trabajos o a interesarse en temas ajenos a la interpretación de los Testamentos. J. Kepler se retira a Suecia, y retrasa la publicación de su *"Método"*

hasta 1637; Cavalieri retoma sus estudios de los indivisibles, publicados en 1635, descuidando sus preocupaciones astronómicas, que tanto comentara con el pisano; Torricelli abunda en su análisis sobre las trayectorias de los proyectiles y sus trabajos sobre hidrodinámica, que comienza a editar con su tratado

"De motu gravium"

de 1644; y el propio Galileo, recluido a perpetuidad en su villa de Arcetri, consigue retomar el

espíritu juvenil de Padua para redactar su última obra:

"Discurso sobre dos ciencias nuevas"

; que escribe contando con el apoyo de su confidente Vincenzo Viviani y la ayuda de Torricelli; mientras el pisano, ciego desde 1638 y enfermo desde 48 años atrás, resiste con tenacidad tras la muerte de su hija predilecta Virginia, monja en el convento de San Mateo, hasta su fallecimiento a las cuatro de la madrugada del 9 de enero de 1642.

El manuscrito de los

"Discorsi..."

fue confiado al duque de Noailles, embajador del rey de Francia, Luis XIII, quien los remitió a Leiden, Holanda, donde fue impreso por Elzevir en 1638. Este texto, en buena parte revisión de sus trabajos desarrollados en su estadía en la Corte véneta, presenta el perfil más matemático del autor; bien lejano de otra de sus pasiones: el diseño y construcción de diversosartilugios. Entre ellos se encuentra el perfeccionamiento del telescopio, la invención de una máquina para elevar agua (1593), la construcción del compás de proporción (1597), la mejora en la ergonomía del termómetro (1606), la invención de un método para determinar las longitudes en el mar (1612, que interesó notablemente a los gobernantes hispanos), la construcción de un reloj de péndulo (1641), etc.; instrumentos, que, en opinión de no pocos hagiógrafos insistía en diseñar en busca de recursos extras que le posibilitaran afrontar sus cuantiosos gastos de cortesano. Por lo demás en épocas de penuria, Galileo no excluyó la práctica de la Astrología, ni la enseñanza particular a los hijos de sus ilustres mentores, aunque existen visiones contradictorias sobre la relevancia que podría otorgarse a la práctica galileana de tales actividades.

"Los Discorsi..."

están escritos contando con una metodología similar a sus

"Diálogos..."

, donde, de nuevo Salvati, Sagredo y Simplicio debaten y contraponen sus visiones antagónicas sobre diversas cuestiones de carácter físico-matemático. Así, entre otras cuestiones, tratan sobre el movimiento uniforme y el movimiento uniformemente acelerado de los cuerpos, sobre las trayectorias seguidas por los proyectiles y sobre el infinito y sus paradojas. Los primeros resultados son demostrados por Galileo con ayuda exclusiva de la teoría de las proporciones de Euclides, aunque asume en cierta forma el concepto de velocidad como límite o aproximación hasta el infinito y se adentra en la complejidad del término integral que asume como "massa" de velocidades a "agregatum" de estas. Ya en el análisis del movimiento acelerado y en la trayectoria parabólica de los proyectiles se halla más cerca de las teorías que se iban asentando con firmeza entre sus coetáneos, y, basándose en métodos gráficos, retoma con mayor proximidad la metodología de Arquímedes. Conociendo el método de los indivisibles de Cavalieri (que en 1621 reconociera como teoría con necesidad de precisión rigurosa en sentido de la matemática helénica), se involucra pausadamente en los nuevos métodos, que le conducen en la última jornada de discusión de sus interlocutores a afrontar una novedosa concepción del infinito.

Bibliografía

- C. Azcárate, *Las matemáticas de galileo*. Estudio histórico sobre "La nueva ciencia del movimiento", Seminario de Historia de la Ciencia, Universidad Autónoma de Barcelona, 1984.
- Y. Cheraqui, *Yo Galileo*, Ed. Anaya S. A., Madrid, 1990.
- Galileo Galilei, *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*, Edición de C. Solís y J. Sabada, Editorial Nacional, Madrid, 1976.
- J. P. Maury, *Galileo, el mensajero de las estrellas*, Aguilar Universal, Madrid, 1990.
- J. Montesinos y C. Solís editores, *Largo campo di filosofare*, Proceedings Eurosymposium Galileo 2001, Fundación canaria de Historia de la Ciencia, La Orotava, 2002.
- V. Navarro, *Galileo*, Textos Cardinales, Ediciones Península, Barcelona, 1991.
- A. Rupert Hall, *From Galileo to Newton*, Dover Publ. Inc., New York, 1981.
- Seminario Orotava de Historia de las Ciencias, *Galileo y la gestación de la Ciencia Moderna*, Actas del año IX del Seminario, La Orotava, 1999.