

Introducción

Galileo Galilei (1564-1642) pasó a la historia por cuatro cosas: 1. Pusó las bases de una nueva física, disciplina que será conocida como físico-matemáticas; 2. la utilización del telescopio para investigar a los astros; 3. buscó pruebas físicas para demostrar la realidad física del heliocentrismo; 4. un conflicto con la Iglesia por lo anterior. Dicho conflicto será conocido como el “caso Galileo”.

Con relación al cuarto punto, por mucho tiempo se ha manejado una visión maniquea del caso Galileo, dicha visión -como toda visión maniquea- distingue y separa dos mundos: el de los buenos y el de lo malos. Resumiendo dicha visión maniquea tendríamos que: la Iglesia representaría el mundo del dogmatismo, de la intolerancia, del autoritarismo, de la fe supersticiosa que tendría a la razón científica en la oscuridad; por el otro lado, Galileo representaría el mundo de la libre investigación científica, antidogmática, la racionalidad Moderna incipiente. Ambos mundos habrían chocado previamente en 1616 y definitivamente en 1633, cuando Galileo argumentando en pro del heliocentrismo, refuta y destruye el dogma católico geocentrista. Empero, la Iglesia Católica ante la incompetencia de argumentar racionalmente y científicamente, se valió de la fuerza déspota de la Santa Inquisición para destruir a la racionalidad científica que atentaba en contra de la cosmovisión que la Iglesia sustentaba. Lo anterior, representa en resumidas cuentas, la visión maniquea del caso Galileo.

Sin embargo, ciertos hechos cuestionan dicha visión maniquea como son:

a) Galileo jamás renegó de la Religión Católica o de la Iglesia. Más bien en 1616 lamentó que algunos teólogos no supieran de astronomía y en 1633 se sintió víctima de una mala política eclesial que lo llevó a ser juzgado injustamente.

b) Galileo siempre se consideró un fiel católico y según su biógrafo Vincenzo Viviani que escribió su biografía en 1654, murió filosófica y cristianamente.

1. Galileo Galilei antes del enfrentamiento con la Iglesia Católica

Galileo nace el 15 de febrero de 1564, apenas habían transcurrido 4 semanas desde que el Papa Pío IV, por la Bula *Benedictus Deus*, aprobaba el Concilio de Trento. En 1581 Galileo ingresa a la Universidad de Pisa para estudiar Medicina, sin embargo, le atraen las matemáticas. Conoce el pensamiento de Euclides, Arquímedes y Pitágoras. En 1583 hace observaciones con relación a los movimientos del Péndulo, y aquí entra en polémica con pensadores de corte aristotélico, por lo siguiente, según Aristóteles los cuerpos poseen 3 movimientos naturales: arriba, en razón del fuego y del aire; abajo en razón de la tierra y del agua, y finalmente, el movimiento circular que es propio de los astros. Si lo anterior es así, entonces el movimiento pendular sería, siguiendo el pensamiento de Aristóteles, antinatural. Empero, Galileo ha descubierto que el movimiento del péndulo obedece un orden, en efecto, Galileo razona de la siguiente manera: si se construye un péndulo, al hacerlo oscilar, se observa que el tiempo de cada período de oscilación será siempre el mismo, aunque las oscilaciones vayan disminuyendo en amplitud; por tanto, ¿cómo un movimiento antinatural, según Aristóteles, puede poseer un orden matemático? Más bien, piensa Galileo, la distinción aristotélica sobre movimientos naturales de arriba, abajo y el movimiento circular es insuficiente.

En 1585 Galileo escribe en latín: “*Teoremas sobre el centro de gravedad de los sólidos*”, en donde hace estudios sobre el peso específico de los cuerpos. En 1586 escribe “*La Balancita*” en donde plantea lo relacionado con la balanza hidrostática. En 1589 consigue una cátedra de Matemáticas en la Universidad de Pisa.

En su estancia en Pisa, Galileo comienza a realizar observaciones en relación con la *caída libre de los cuerpos* y de nueva cuenta entra en polémica con Aristóteles, pues según el estagirita, era un hecho evi-

dente que al caer dos cuerpos con distintos pesos, el cuerpo más pesado debería caer con más velocidad que el cuerpo menos pesado, por ejemplo, un trozo de metal debería caer con mayor velocidad que un pedazo de papel. Ante lo anterior Galileo razona, el hecho evidente de que el cuerpo más pesado llegue primero al suelo y después lo haga el menos pesado, no significa necesariamente que caigan con distinta velocidad, en efecto, el cuerpo más pesado puede romper más fácilmente la resistencia del aire y por ello llega primero al suelo, en cambio, al cuerpo menos pesado le es más difícil romper la resistencia del aire y por ello llega después, luego si ignoramos la resistencia del aire, todos los cuerpos caen con la misma velocidad. Los experimentos que Galileo realiza con la caída libre de los cuerpos le dan la razón y desmienten a Aristóteles.

En 1590 escribe un tratado sobre el movimiento intitulado *De Motu*. En 1592 se traslada a la universidad de Padua para enseñar matemáticas, ahí permanecerá 18 años. Para 1595 Galileo conoce muy bien el sistema astronómico de Ptolomeo, pues hace un comentario al *Almagesto*. Se puede decir que Galileo desde finales del siglo XVI y principios del siglo XVII, comienza a conocer el sistema Copernicano como un sistema matemático y geométrico menos complejo que el Ptolemaico para describir los movimientos astrales.

En 1604 apareció una nueva estrella que en realidad fue una supernova. Tal fenómeno ponía en tela de juicio la idea aristotélica sobre la inmutabilidad de los cielos. En razón de lo anterior se desató la polémica de, si el fenómeno celeste observado era realmente fenómeno celestial, lo cual contradecía la idea aristotélica de los cielos, o bien dicho fenómeno habría que interpretarlo como ubicado en las altas capas de la atmósfera terrestre, con lo cual se salvaba la inmutabilidad aristotélica de los cielos.

2. La astronomía a la luz del telescopio

Desde finales del siglo XVI habían aparecido unos instrumentos con lentes para mirar a lo lejos pues aumentaban de tamaño los objetos distantes, dichos instrumentos eran utilizados por el ejército, o bien en las ferias como objetos curiosos. Al parecer entre 1608 y 1609 Galileo tiene noticia de estos instrumentos y perfeccionando a uno de aquellos instrumentos, logra diseñar un telescopio. He aquí lo inédito en Galileo, utilizar con fines científicos un instrumento que era utilizado con fines de utilidad práctica.

En 1609 durante el otoño y el invierno realiza las primeras observaciones telescópicas las cuáles pueden ser sintetizadas de la siguientes manera:

- *Observación de la existencia de nuevas estrellas nunca antes vistas.* El universo es más grande de lo que se piensa. En un sistema heliocéntrico el universo es más grande que en un sistema geocéntrico, en razón de que en un sistema heliocéntrico las estrellas fijas tienen que estar más alejadas de la tierra para explicar los movimientos y posiciones de los astros. Lo cual refuta la idea ptolemaica de que las estrellas fijas están inmediatamente detrás del planeta saturno. Ahora bien, con esta observación Galileo apoya la idea de la posible realidad física del heliocentrismo.

- *La luna tiene una superficie semejante a la tierra.* Con lo cual se desbarra la idea de influencia aristotélica de que la luna tiene una superficie tan lisa que permite reflejar la luz del sol.

- *La galaxia es un conjunto de estrellas.* Por tanto no son nubes astrales.

- *Júpiter posee cuatro lunas.* Lo cual prueba contundentemente que la idea de que un planeta gire, seguido por su o sus satélites, alrededor de un centro, no puede ser considerada falsa, ya sea en un sistema geocéntrico o heliocéntrico.

De este modo para Marzo de 1610 Galileo publica la obra intitulada "*Sidereus Nuncius*" (el Mensajero Celeste). Primera obra en la historia humana en la cual se habla de los astros tomando en cuenta observaciones telescópicas.

Entre 1611 y 1615 Galileo realiza nuevas observaciones:

- El aspecto tricorpóreo de Saturno.
- La presencia de fases en Venus. Es decir, el planeta Venus presenta fases iluminadas por el sol, a semejanza de la Luna. El asunto aquí, consiste en que según el sistema geocéntrico, Venus no debería presentar fases, pero en un sistema heliocéntrico las fases de Venus son perfectamente compatibles con él.
- El sol presenta manchas periódicas. Por tanto, en el sol existen cambios cualitativos, lo cual no está previsto por Aristóteles.

3. La controversia: geocentrismo X heliocentrismo

En 1612 Galileo publica: "*Discurso sobre los cuerpos que flotan en el agua o se mueven en ella*". Lo que motivó la aparición del escrito fue una polémica que se realizó durante la noche del 2 de octubre de 1611 en una cena. La explicación, siguiendo a Aristóteles, con relación a la flotación de los cuerpos, apelaba a la forma o figura de los cuerpos, es decir, si un cuerpo flotaba era porque poseía una forma o figura

determinada, en concreto, la explicación siguiendo a Aristóteles de la flotación del hielo era la siguiente: El hielo es más pesado que el agua, empero, los trozos de hielo flotan a causa de su forma ancha y aplastada, lo cual impide al hielo atravesar la superficie del líquido y por ello no se hunde.

Galileo, siguiendo a Arquímedes, sabía que el hielo era menos denso que el agua, y por tanto, más ligero, de modo que flotaba siempre sin importar su forma o figura. Lo demostró sumergiendo un trozo y soltándolo bajo el agua para dejarlo subir a la superficie.

En 1613 Publica: “*Carta sobre las manchas Solares*”

Ya en Florencia prosigue sus investigaciones astronómicas, pero al mismo tiempo su adhesión al copernicanismo junto con sus pruebas físicas de él como eran, el descubrimiento de las 4 lunas de Júpiter y las fases de Venus, le provocan serias dificultades con aquellos teólogos que defendían al sistema Ptolemaico.

La controversia entre heliocentrismo y Geocentrismo ofrecía tres aspectos:

a) *El Físico*: Las principales objeciones al heliocentrismo se centraban en los problemas con la gravedad. Aunque Galileo respondía a ellas aduciendo buenos ejemplos, como el movimiento de un barco y el comportamiento que en él tenían los cuerpos, tenía la deficiencia de no contar con una teoría de la gravedad. Cosa que lo hará Isaac Newton con la *Teoría de la Gravitación Universal* más tarde en 1687 en su obra “*Principios Matemáticos de Filosofía Natural*”. Dada esta limitación, Galileo llegó a argumentar que las mareas <alta-mar y baja-mar> eran consecuencia del movimiento de rotación y traslación de la tierra, lo cual como se demostró posteriormente era falso.

b) *El matemático*: Los movimientos de los planetas, como se sabe, es de carácter elíptico, Galileo en cambio todavía pensaba que los planetas seguían un movimiento circular, esto le representaba dificultades para justificar matemática y geoméricamente el heliocentrismo. Galileo consideró, muy soberbiamente, que Johannes Kepler estaba errado en su idea de las órbitas elípticas.

c) *El Teológico*. Existen ciertos pasajes de la S. Escritura que apuntan hacia un geocentrismo como son: 1. Salmo 104, 5 (Tierra inmóvil); 2. Salmo 95,5 (Tierra inmóvil); 3. I Crónicas 16,30 (Tierra inmóvil); 4. Eclesiastés 1,5 (Sol se mueve); 5. Génesis 1, 16-18 (Tierra centro); 6. Josué 10, 12-13 (Movimiento del sol y luna).

Así pues, la controversia Heliocentrismo vs. Geocentrismo, ofrecía una polémica física, matemática y teológica. Galileo entre 1613 y 1615 escribe las cuatro cartas copernicanas, en donde expone sus puntos de vista sobre la controversia teológica. A grosso modo en dichas cartas Galileo expone:

a) La S. Escritura no puede equivocarse y que los decretos contenidos en ellas son absolutamente ciertos e inviolables.

b) La S. Escritura “*Nos enseña como ir al cielo, no cómo marcha el cielo*”. Para Galileo la controversia heliocentrismo geocentrismo no es cuestión religiosa, sino netamente cosmológica. La S. Escritura es incompetente para resolver tal controversia.

c) Si la S. Escritura no tiene como finalidad enseñarnos “*cómo marcha el cielo*”, Galileo con lo anterior comienza a afirmar la autonomía de la astronomía con respecto a la Teología, la cual era considerada por el pensamiento medieval la reina de las ciencias.

d) Galileo piensa que los pasajes bíblicos de tipo geocéntrico hay que interpretarlos simbólicamente, no literalmente, y de este modo Galileo argumenta que si para interpretar la Biblia siempre hay que basarse en el sentido literal -al “*pie de la letra*”-, se caería en muchas contradicciones, incluso en graves herejías y blasfemias puesto que sería necesario dar a Dios manos, pies, ojos y sentimientos humanos y corporales tales como la ira, el dolor, el odio e incluso el olvido más absoluto del pasado y la completa ignorancia del futuro. Con lo anterior Galileo comienza a decirle a los teólogos cómo deben interpretar la Biblia con relación a los pasajes geocentristas, es decir, hay que hacerlo de modo simbólico.

f) Galileo expone que la verdad no contradice verdad, la verdad de la S. Escritura no contradice la verdad de la astronomía, pues la S. escritura proviene del Espíritu Santo que es Dios y el estudio de la astronomía proviene de la naturaleza que es obra de Dios.

g) Si hay error, entonces los que fallan son los teólogos o los astrónomos.

En esta polémica destacó una figura eclesiástica conocida como el cardenal Roberto Bellarmino (1542–1621) quien al advertir que la polémica entre aristotélicos y Galileo aumentaba de tono advirtió a Galileo lo siguiente:

1. Cambiar el sentido literal de algunos pasajes de la Biblia por una interpretación simbólica es un asunto muy delicado, porque en los pasajes bíblicos en cuestión, la tradición de los santos padres y la interpretación actual coinciden en exponer literalmente dichos pasajes.

2. Aunque el geocentrismo de dichos pasajes no es dogma de fe a como lo son la Encarnación o la Resurrección de Cristo, por ejemplo; no deja de ser con relación a la fe, *ex parte dicentis*, algo que se dice a partir de la fe o se deriva de la fe.

3. En caso de que hubiese una demostración contundente del heliocentrismo, entonces, eso exige

ría una reinterpretación de las Escrituras, pero sólo a condición de que hubiese dicha demostración.

4. La filosofía y la astronomía tradicional afirman la verdad geocentrista.

5. Propone interpretar al heliocentrismo de manera exclusivamente matemática, dejando de lado su aspecto físico.

4. El enfrentamiento con la Iglesia en 1616

El 7 de febrero de 1615 el dominico Niccolo Lorini denuncia a Galileo ante el Santo oficio enviando una copia de una de las cartas copernicanas, específicamente, la de Benedetto Castelli, llamando la atención sobre algunas proposiciones peligrosas como podrían ser:

- Galileo afirma que ciertos modos de hablar de la Santa Escritura no son válidos.
- Galileo afirma que las S. Escrituras ocupan el último lugar en lo referente al conocimiento de las cosas naturales.
- Galileo afirma que las S. Escrituras sólo se refieren a la fe y no enseñan sobre la creación.
- Galileo afirma que en las cosas naturales es superior la argumentación matemática que la S. Escritura.

El 19 de febrero de 1616 Galileo es investigado por el tribunal del santo oficio por un posible delito de herejía en razón de la siguientes dos tesis:

- Que el Sol sea centro del mundo, y por consiguiente, carente de movimiento local.
- Que la Tierra no esté en el centro del mundo ni inmóvil, sino que se mueva toda ella en sí misma con un movimiento diurno.

El 24 de febrero de 1616 seis teólogos examinaron las anteriores dos tesis y llegaron de manera unánime a las siguientes resoluciones:

- La primera tesis: Era necia y absurda en filosofía, y formalmente herética en la medida en que contradecía las sentencias de la Sagrada Escritura en su significado literal y de acuerdo con el comentario general de los santos Padres y doctores de la Iglesia.
- La segunda tesis: Era necia y absurda en filosofía, y teológicamente, por lo menos, era errónea en lo que se refiere a la fe.

El 26 de febrero de 1616 el Cardenal Bellarmino envía a Galileo una amonestación por parte del Sto. Oficio y del Santo Padre. Igualmente, se le prohíbe a Galileo enseñar el heliocentrismo sea de palabra o por escrito y se le exhorta a abandonar la teoría heliocéntrica bajo pena de ser procesado en caso de reincidencia. A continuación se hizo constar una acta

oficial en donde Galileo se compromete a no enseñar el heliocentrismo.

El 3 de marzo de 1616 el Santo Oficio trasladó su sentencia a la *Congregación del Índice* y dicha congregación emitió una condena del sistema Copernicano porque atentaría contra la S. Escritura. Tal condena enunciaba textualmente que el copernicanismo era “*contrario a las Sagradas Escrituras*”.

En 1623 Galileo publica una obra conocida como “*El Ensayador*” a propósito de la naturaleza de los cometas, que por cierto Galileo los considera fenómenos atmosféricos y por tanto no celestiales, además, una obra en donde trata cuestiones relativas a la nueva física y da pautas metodológicas para dicha física. En tal obra Galileo escribe: “el lenguaje en que está escrito el libro de la naturaleza es el lenguaje de las figuras geométricas y de los números, por lo cual, sin comprender este lenguaje, es humanamente imposible entender este libro”.

El 6 de agosto de 1623 es elegido Papa Maffeo Barberini con el nombre de Urbano VIII, amigo de Galileo y en abril de 1624 Galileo tiene seis audiencias privadas con el Papa Urbano VIII, hombre interesado en cuestiones científicas y en el mismo heliocentrismo.

5. El diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo

De 1624 a 1639 Galileo seguirá investigando en privado para argumentar mejor sus ideas heliocéntricas y preparando una obra que publicará en 1632 intitulada: “*Diálogo de Galileo Galilei, Linceo, matemático honorífico de la Universidad de Pisa y filósofo y maestro matemático de su alteza serenísima el gran duque de Toscana. Donde en el transcurso de cuatro jornadas se discute sobre los dos máximos sistemas del Mundo: Ptolemaico y Copernicano, y se exponen sin conclusión definitiva las razones físicas y filosóficas tanto de una parte como de otra*”.

Las características de dicho diálogos son:

- Escrito en Italiano no en latín. Con lo cual Galileo buscaba llegar no sólo al público culto, sino al público en general
- Escrito con base a diálogos y tres personajes.
- Los tres personajes son: Salviati, Sagredo y Simplicio. Salviati, representa el científico copernicano, cauteloso pero resuelto, paciente y tenaz, en el fondo es el mismo Galileo argumentando. Sagredo, es el público abierto a las novedades, pero que quiere conocer las razones de una y otra parte. Simplicio, representa al filósofo aristotélico, defensor del saber tradicional de tipo geocentrista.

En el Proemio de la obra, Galileo anuncia un debate objetivo en donde se pone en tela de juicio la teoría de Copérnico como hipótesis matemática. Sin embargo, al leer el cuerpo de la obra –especialmente en las jornadas tercera y cuarta– es fácilmente advertir que es una obra en favor del heliocentrismo resaltando los méritos de Copérnico y los defectos de Ptolomeo.

El diálogo transcurre a lo largo de cuatro jornadas de coloquios en donde se critica la distinción de la doble física aristotélica, mundo celestial y mundo terreno, concluyéndose que sólo existe una física. Se pone en confrontación argumentos a favor del geocentrismo y en contra del heliocentrismo, de tal modo, que muestra la debilidad de los argumentos a favor del geocentrismo y hacer ver que los argumentos en contra del heliocentrismo no tienen sentido.

En la conclusión termina diciendo que tal vez el heliocentrismo sea falso como realidad física, con la finalidad de que el libro no fuese rechazado por la revisión eclesiástica que concedía el *imprimatur*.

6. El juicio sobre Galileo en 1633

A principios de 1632 el libro comienza a imprimirse y a ser vendido. En mayo de 1632 el libro se empieza a confiscar en Roma debido a que:

1. Galileo propone como verdad física el movimiento de la tierra y la inmovilidad del Sol.
2. El faltar a su compromiso de 1616 en donde se comprometía a no divulgar el heliocentrismo.
3. El escribir en lengua vulgar y no en latín, con lo cual se difundía el error.

En Roma hubo incluso una división entre los mismos eclesiásticos: unos estaban de acuerdo con el contenido del libro y otros no. La polémica a favor o en contra de Galileo y de su libro fue tan importante en Roma, que incluso el Papa Urbano VIII designó una Comisión para investigar el problema en agosto de 1632. La comisión ratificó las tres razones anteriores, más una cuarta, que consistió detectar ciertas irregularidades para conceder el *imprimatur* del libro, en donde el señor Galileo se había comprometido a hacer ciertas correcciones que nunca hizo. El Papa Urbano VIII pasó los resultados al Tribunal del Santo Oficio y para el 3 de octubre de 1632 el tribunal cita a Galileo para ser juzgado como divulgador de herejías.

El 13 de febrero de 1633 Galileo llega a Roma para ser juzgado. De Febrero a Junio Galileo fue sometido a 4 interrogatorios para que finalmente el 22 de junio de 1633 se diera a conocer el dictamen final. Tres de los 10 jueces mencionaron que Galileo no era culpable. La pena merecía cárcel, pero debido

a que Galileo era de edad avanzada se le conmutó por arresto domiciliario en su villa de Florencia en donde pasaría el resto de su vida, donde no podía recibir a nadie ni escribir nada sin previa autorización. Dicha villa estaba junto al Monasterio de San Mateo, en donde estaba su hija Sor María Celeste.

7. La última etapa de Galileo

Después del segundo proceso y de su abjuración, Galileo escribe Discursos y demostraciones matemáticas en torno a dos nuevas ciencias, que versan sobre la mecánica y los movimientos locales.

Los Discursos también están redactados en forma de diálogo y en ellos encontramos los mismos protagonistas del Diálogo sobre los dos sistemas máximos: Salviati, Sagredo y Simplicio. Asimismo, los Discursos se desarrollan en cuatro jornadas.

En las primeras dos jornadas se discute sobre la resistencia de los materiales, asimismo, Galileo hace un recuento y busca fundamentar con más precisión todas sus investigaciones en física: vacío, caída libre, leyes del péndulo. También desarrolla cuestiones de estática - la primera nueva ciencia.

Las jornadas tercera y cuarta se dedican a la segunda nueva ciencia, la dinámica. Se habla del movimiento uniforme, el movimiento naturalmente acelerado y el movimiento uniformemente acelerado, por otra parte, se establece que la trayectoria de los proyectiles posee forma parabólica.

Los Discursos fueron impresos en Holanda, a donde habían llegado en forma clandestina y aparecen en 1638. Representan la contribución más madura y más original realizada por Galileo en donde pone las bases de la física moderna que será fundamentada y desarrollada por Newton.

Bibliografía

- Dava Sobel. *La Hija de Galileo*. Una nueva visión de la vida y obra de Galileo. Madrid: Debate, 1999.
- Klaus Fischer. *Galileo Galilei*. Barcelona: Herder, 1986.
- Walter Brandmuller. *Galileo y la Iglesia*. Madrid: Ed. Rialp, 1992.
- Giovanni Reale Darío Antiseri. *Historia del Pensamiento Filosófico y Científico*. T. II Barcelona: Herder, 1988.

Notas

- * Lic. en Filosofía por la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (Upaep), Mexico. Maestro en Filosofía por la Universidad del Valle de Atemajac. Escribió: *Introducción a la cosmovisión náhuatl* (Ed. Upaep).