



GALILEO GALILEI

Más que ninguna de las figuras que hemos visto hasta ahora, el nombre y la obra de Galileo se han identificado con el nacimiento de la ciencia moderna. Se le presenta como la persona que logró un rompimiento entre el mundo aristotélico y el mundo moderno, cuestionando la autoridad, la superstición y la fe, para darle paso a la razón y al experimento como el fundamento de la ciencia que se basa no en la autoridad sino en los hechos. A través de elegantes experimentos y novedosas observaciones con planos inclinados, péndulos e instrumentos como el telescopio, se ha dicho que Galileo construyó los fundamentos de una nueva física para una nueva cosmología.

Esta imagen responde al interés que a lo largo del siglo XIX y XX desarrollaron muchos físicos, filósofos e historiadores, que encontraron en la obra de Galileo la naturaleza y el origen de la ciencia moderna. Galileo ha sido presentado como una figura heroica, como un mártir del nuevo conocimiento que a pesar de múltiples presiones sociales pudo superar los prejuicios de su época y a través de la experimentación y el análisis matemático, construyó una nueva ciencia que nos permitió conocer la verdad sobre el movimiento. Este tipo de estudios responde, en parte, a

la búsqueda de un mito de origen que permitiera legitimar históricamente la ciencia moderna como una práctica objetiva, neutra y fuente de verdad. Lo complicado y a la vez interesante es que hoy tenemos múltiples interpretaciones de Galileo y por lo tanto de la naturaleza de la ciencia moderna.

A finales del siglo XIX, en 1881, con la publicación de los Cuadernos de Leonardo da Vinci, la imagen de Galileo como padre fundador de la ciencia moderna empieza a encontrarse con algunos problemas, ya que este libro contenía algunas de las ideas que se habían atribuido a Galileo. Poco a poco será evidente que las ideas galileanas son parte de una tradición y no descubrimientos de un individuo. A finales de los años 30, Alexander Koyré publicaría varios trabajos, que le restarían importancia a la observación y los experimentos como el fundamento de la obra de Galileo y por lo tanto lo ve, no como un experimentalista sino como un racionalista, por lo que sugiere que la ciencia moderna tiene más de la filosofía de Platón que de empirismo. Otra contribución importante en el debate sobre la Revolución Científica la daría el francés Pierre Duhem quien encuentra que muchas de las críticas fundamentales a la física de Aristóteles, atribuidas a Galileo, ya habían sido planteadas en la Universidad de París y Oxford entre los siglos XIII y XIV ([ver Cuantificación y representación matemática del movimiento](#)).

Galileo Galilei

Galileo nace en 1564 en Pisa. Aunque ingresa a la universidad a estudiar medicina, su interés por las matemáticas lo llevó a abandonar su carrera sin graduarse. En 1589, después de escribir un trabajo sobre Arquímedes que le da cierto reconocimiento, comienza a dar clases de matemáticas en la Universidad de Pisa; allí escribiría su primera obra de importancia, Sobre el movimiento. En 1592 abandona Pisa para trabajar en la Universidad de Padua, entonces uno de los centros académicos más importantes de Europa. A lo largo de los 18 años que estuvo en Padua, cambia sus ideas sobre el movimiento y cuando la abandona en 1610 había recopilado gran parte del material de lo que más tarde se conocería como los Discursos y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias.

Así mismo durante sus años en Padua, Galileo se familiarizó con el trabajo de los artesanos y aprendería de ellos; esto le permitió más adelante construir un artefacto para medir la temperatura y un cierto tipo de compás que le sería de gran utilidad para hacer cálculos.

Existe muy poca evidencia de que Galileo haya adoptado y defendido el sistema copernicano durante su estadía en Padua. Aunque ya estaba familiarizado con algunos textos Keplerianos, sería sólo hasta 1609, cuando oye del telescopio, que su visión del universo empezaría a cambiar. Las diferentes observaciones hechas con este artefacto lo llevarían a convencerse de la veracidad de la teoría de Copérnico y sus resultados los publicaría en marzo de 1610 en un libro titulado El mensajero estelar.

De ahí en adelante su vida cambiaría radicalmente. En ese mismo año el Gran Duque de Florencia le propuso ser su matemático y filósofo de cabecera. A pesar de que su amigo Giovanfrancesco Sagredo le recomendó no aceptar la propuesta, entre otras porque dejaría el ambiente libre de la República Veneciana para estar bajo la intriga de la corte de los Medici y la autoridad de la Iglesia, Galileo abandonó su trabajo en Padua y se radicó en Florencia. Muy pronto Galileo se encontró en disputas sobre la relación entre sus visiones astronómicas y la religión. En 1616 la Iglesia le prohibió a Galileo enseñar o defender el copernicanismo.

Aunque Galileo sostuvo que de ahí en adelante sólo habló del sistema copernicano como una teoría, la Iglesia tuvo fuertes dudas al respecto. En 1630 Galileo completó su más importante obra astronómica, el Diálogo sobre los dos principales sistemas del mundo, Este trabajo pondría en escena a tres personajes ya famosos en la historia de la ciencia. En primer lugar está "Sagredo", un hombre inteligente y de mente abierta quien está en capacidad de entender los argumentos que presenta "Salviati", personaje que representa claramente la voz de Galileo; por otro lado está "Simplicio", que como su nombre lo indica, es un hombre simple, no muy brillante y aferrado al sistema aristotélico y a un aparente ingenuo sentido común. Aunque el libro fue aprobado por las autoridades eclesiásticas y fue publicado en 1632, en 1633 Galileo fue llamado a juicio por la inquisición. La sentencia final dictó que el Diálogo fuera prohibido y Galileo fue condenado a cadena perpetua en su propia villa cerca de Florencia, donde moriría el 8 de enero de 1642.

Quizás la mejor manera de introducir la importancia e influencia de Galileo en el surgimiento de la ciencia moderna, es mencionar lo que hoy en día se considera que fueron sus grandes contribuciones. En primer lugar encontramos el principio de la inercia, principio que se convertiría posteriormente en un aspecto fundamental de la física newtoniana, y que plantea la idea de que cualquier cuerpo continúa en estado de reposo o movimiento rectilíneo a menos que una fuerza externa actúe sobre él. Un segundo punto que se acepta sin cuestionarse hoy en día, son las llamadas "leyes de la caída libre" las cuales concluyen, contradiciendo los principios aristotélicos, que la velocidad y aceleración de un cuerpo en caída libre son independientes de su constitución y que todos los cuerpos, independientemente de su composición y peso, caen a la misma velocidad, por lo menos en el vacío. Así mismo, Galileo haría numerosas observaciones astronómicas a través del telescopio que ayudarían a corroborar la teoría Copernicana, y por último, y en términos metodológicos, se lo toma como el primer gran experimentalista y el primero en ver el valor del análisis matemático en problemas físicos.

El problema del movimiento

La cosmología, el orden del universo y la naturaleza del movimiento son problemas inseparables. El [sistema copernicano](#) presentaba un universo que no era posible dentro de la tradición física aristotélica. Para que la idea de una Tierra con movimiento de rotación y

traslación fuera aceptada se necesitaba de una nueva física que explicara fenómenos que de otra manera serían absurdos para el sentido común. Galileo es en gran medida el responsable de crear la física que necesita una cosmología heliocéntrica.

Habíamos descrito la física de Aristóteles como una física del sentido común, y en primera instancia nuestra experiencia del mundo parece aristotélica: la Tierra parece estable (de manera que es natural que pensemos que el movimiento es un proceso y no un estado), los cuerpos pesados parecen caer más rápido que los livianos (la velocidad de la caída libre es proporcional a la cantidad de tierra y agua que componen el cuerpo), la existencia del vacío es una contradicción y el movimiento en el vacío es desde luego impensable. Esta noción cualitativa del movimiento estaba aún vigente para finales del XVI y principios del XVII, e inclusive el mismo Galileo en sus primeros escritos tendría más de aristotélico que de moderno. Por ejemplo, en un pasaje de su libro Sobre el movimiento dice, "Todos los días observamos con nuestros sentidos que el lugar de los objetos pesados está cerca del centro del universo y el lugar de lo liviano lejos de éste. De manera que no tenemos razón para dudar que estos lugares han sido determinados para dichos objetos por naturaleza". Sin embargo, es innegable que varias de sus primeras conclusiones diferían del sistema aristotélico. Por ejemplo, para Galileo no existe la cualidad de liviano, sólo existen diferentes grados de lo pesado. De esta manera, el fuego no se movería hacia arriba por tener la característica de ser liviano, sino porque el aire a través del cual se mueve es más pesado.

Es preciso acordarnos de que desde el final de la Edad Media los estudiosos del Merton College y de la Universidad de París habían empezado a transformar la noción de movimiento aristotélico. Conceptos como la resistencia interna, el ímpetu, así como la cuantificación de las diferentes cualidades, ya habían traído alternativas e innovaciones en el estudio de la locomoción. Galileo, pues, está lejos de ser el único innovador en el problema del movimiento, y gran parte de las ideas que se le atribuyen ya tenían una raíz en el pensamiento medieval.

Galileo propone que la velocidad a la cual se mueve un cuerpo a través de un medio es proporcional a la diferencia entre la densidad del cuerpo y la del medio. Esta conclusión implicaría que, entre otras cosas, cuerpos de densidad diferente caerán a velocidades distintas, pero cuerpos de la misma densidad (misma composición pero peso distinto) caerán a la misma velocidad.

Pero las conclusiones más importantes a las que llegaría Galileo en el tema de movimiento, las desarrollaría durante sus años en Padua y las plasmaría en su libro Dos nuevas ciencias. Dentro de éstas, podemos destacar las dos más celebradas hoy en día. La primera nos dice que la distancia que recorre un cuerpo en caída libre es proporcional al cuadrado del tiempo, y la segunda que todos los cuerpos caen a la misma velocidad en el vacío. Así mismo, definiría el movimiento uniformemente acelerado como un movimiento que partiendo del reposo adquiere incrementos de velocidad iguales en

tiempos iguales, y enunciaría de nuevo la ley de la velocidad media, que como vimos anteriormente ya había sido enunciada por los estudiosos del Merton College, y que plantea que el tiempo en que una distancia es recorrida por un cuerpo con velocidad uniformemente acelerada, es igual al tiempo en que el mismo espacio sería recorrido por el mismo objeto a velocidad uniforme igual a la velocidad media.

Una pregunta que se han hecho los filósofos de la ciencia es ¿cómo llegó Galileo a estas conclusiones? Existen respuestas con implicaciones distintas. Algunos sostienen que Galileo tuvo acceso a las ideas de pensadores medievales, en especial de la Universidad de París y de la tradición Mertoniana, y a partir de aquí sacó conclusiones propias. Para otros, los experimentos con péndulos y planos inclinados, a pesar de las dificultades técnicas, fueron el método empírico que le permitiría a Galileo corroborar todas sus conjeturas. El uso de péndulos, sostendrían, le permitiría a Galileo refutar una vez más la idea de que la velocidad es proporcional al peso e inversamente proporcional a la resistencia. Sin embargo, este tipo de experimentos en donde se asumen conceptos como el vacío y la falta de resistencia, difícilmente se pueden hacer y responden a modelos matemáticos, cuya verificación empírica está sujeta a fuertes supuestos teóricos.

Antes de continuar con nuestro último tema, es preciso mencionar brevemente que existen varios relatos sobre experimentos geniales que en teoría llevarían a Galileo a concluir sus proposiciones sobre el

movimiento, pero que en realidad nunca ocurrieron. El más común nos habla de cómo Galileo se subió a la torre inclinada de Pisa y, en contra de las expectativas de todos los observadores, al lanzar dos objetos de distinto peso y ver que caían al mismo tiempo, concluía una de sus más famosas leyes. En este orden de ideas se podría argumentar que Galileo llegó a su teoría de cuerpos en caída libre por puro razonamiento teórico.

Galileo y el plano inclinado

Por lo general, Galileo no fue un hombre dado a realizar sus experimentos en público y prefería convencer mediante escritos. Para esto, escribiría en lengua vernácula, lo cual le permitía tener una difusión mucho más grande, llegando a todo tipo de personas. Entre los experimentos más conocidos de Galileo están los que realizó con el plano inclinado. Galileo estaba convencido de que en un espacio completamente libre de aire, dos cuerpos en caída libre recorrerían distancias iguales en tiempos iguales sin importar su peso. Este supuesto, que asumía la existencia del vacío, era algo absurdo e impensable dentro del pensamiento aristotélico, en el cual la creación de un espacio sin aire era una absoluta contradicción. Sin embargo, aunque Galileo tendría que admitir la resistencia del aire al formular sus teorías sobre la caída libre de cuerpos, insistiría en que en un espacio ideal los cuerpos caerían al mismo tiempo si eran soltados desde una misma altura.

Para corroborar su hipótesis, y ya que la caída de un cuerpo ocurría de

manera muy rápida y por lo tanto no se podía medir con los instrumentos de la época, Galileo recurriría a experimentos con planos inclinados en donde podría controlar la velocidad de caída de esferas de plomo con sólo ajustar el ángulo del plano. Con el uso de relojes hidráulicos Galileo trataría de calcular los tiempos en los cuales rodaban esferas de distintos pesos.

Se cree que de esta manera Galileo concluiría su ley sobre cuerpos en caída libre y descubriría que este es uniformemente acelerado. También se argumenta que el plano inclinado llevaría a que Galileo pensara el movimiento parabólico como la suma de un movimiento horizontal y uno vertical totalmente independientes.

Sin embargo es importante decir una palabra sobre el papel que jugaron los experimentos en las conclusiones de Galileo. Para varios historiadores de la ciencia, muchos de los experimentos que se le atribuyen a Galileo parece que nunca ocurrieron en realidad, y aquéllos que sí se hicieron no tendrían un carácter inductivo desde el punto de vista empírico. Los experimentos de Galileo deben entenderse en la mayoría de los casos como "experimentos mentales" que sólo se realizaron en el ámbito teórico. Es decir, son experimentos que desde un principio buscaban coincidir con la razón. Es así como las ideas que sugieren que el trabajo experimental de Galileo fue un pilar fundamental para el surgimiento de la ciencia moderna, deben ser estudiadas con cuidado desde una perspectiva mucho más crítica.

La controversia sobre la manera como Galileo llega a sus conclusiones tiene implicaciones sobre la idea de ciencia moderna.

La posición según la cual las ideas son transmitidas a Galileo desde una tradición medieval, sugieren que no hubo una “revolución científica”; por el contrario la ciencia moderna surge como una continuación de la tradición antigua y medieval. El Galileo de los experimentos, o el platónico, suponen, respectivamente, la interpretación empirista y racionalista de la ciencia moderna.

Inercia

Se cree que Galileo, junto con Descartes, sería uno de los pioneros en el desarrollo del concepto de inercia. Sin embargo, debemos tener cuidado y evitar confundir la visión galileana de la inercia con aquella que desarrollaría posteriormente Isaac Newton, que es en gran parte la visión que tenemos hoy en día, y que plantea que sin importar la causa, es perpetuo a menos que sea afectado por una causa exterior, es rectilíneo, es uniforme y puede ocurrir en cualquier dirección. Aunque algunos de los planteamientos de Galileo se acercan a esta visión moderna de inercia, existen otros que se alejan considerablemente y que no podemos pasar por alto.

Para Galileo, el “movimiento inercial” sólo podía ocurrir en objetos que se movieran distancias relativamente cortas cerca de la superficie de la Tierra. En la física galileana, los objetos ganan o pierden velocidad a medida que se acercan o se alejan del centro de la Tierra; esto es, si descienden o ascienden. De esta manera, en distancias horizontales cortas, como en sus experimentos sobre movimiento de proyectiles, se podía considerar que un cuerpo se

mantenía a la misma distancia de la superficie de la Tierra con movimiento uniforme, y por lo tanto nuestra visión de inercia se podría aplicar en esos casos. Sin embargo, Galileo no estaba dispuesto a aceptar esto como un principio universal. Asumir un movimiento rectilíneo uniforme indefinido implicaría pensar en un universo infinito, lo cual era totalmente inconsistente con el orden observado del cosmos (ver [Copérnico](#) y [Digges](#)). Si algún movimiento en la naturaleza era uniforme y perpetuo, diría Galileo, éste sería el movimiento circular. Para Galileo, el movimiento rectilíneo es un movimiento violento o forzado y por lo tanto debe tener un final que busca restaurar el orden natural del mundo.

Sin embargo no se debe pensar que Galileo aún conservaba la noción aristotélica de un movimiento rectilíneo en la zona terrestre y un movimiento circular perfecto en la zona celeste. Para Galileo, el movimiento circular uniforme es el movimiento natural de *todos* los objetos; todo movimiento natural es circular, eterno y uniforme. Según su principio de inercia, si la superficie terrestre fuera perfectamente lisa y no ejerciera resistencia, una esfera a la cual se le imprimiera movimiento rodaría alrededor de la Tierra indefinidamente. De la misma manera, si soltáramos una piedra desde la punta del mástil de un barco en movimiento, y no hubiera resistencia del viento, la piedra caería en la base del mismo.

Es interesante mencionar que estas ideas de Galileo sobre el movimiento circular aparecerían 20 años después de que Kepler publicara su [Astronomía Nova](#) y sus [leyes de movimiento planetario](#)

con órbitas elípticas. El rechazo de Galileo por este tipo de ideas muestra la dificultad de abandonar la idea de movimiento circular.

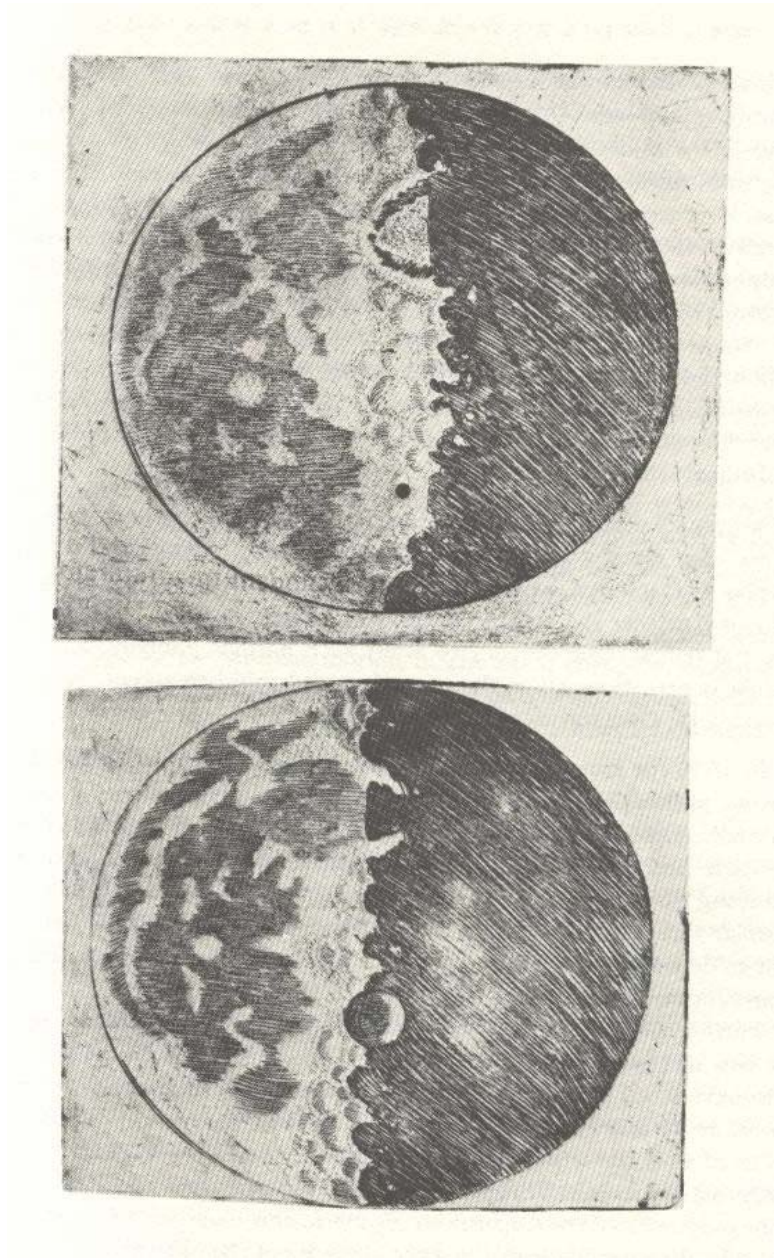
Observaciones telescópicas

En 1609, mientras Galileo se ocupaba del problema del movimiento, un nuevo aparato lo distraería de sus asuntos. Galileo oye rumores de un artefacto que permitía ver hasta tres veces más cerca los objetos lejanos; naturalmente estas noticias fascinarían a Galileo quien en cuestión de días lograría construir uno para sí mismo, y en pocos meses lo mejoraría.

Ubicar la fecha y el inventor del telescopio no es algo que se pueda hacer con certeza. En 1623 Galileo escribía: "Estamos seguros que el primer inventor del telescopio fue un simple fabricante de anteojos quien al manejar por casualidad diferentes lentes, miró, también por casualidad, a través de dos de ellos, uno convexo y el otro cóncavo, sosteniéndolos a diferentes distancias del ojo; al mirar vio y notó un resultado inesperado y así descubrió este instrumento." La historia más conocida, y probablemente la más corroborada, nos dice que fue un fabricante de anteojos en Holanda llamado Hans Lippershey quien cerca del año 1600 halló una combinación correcta de un lente cóncavo y uno convexo que permitía aumentar el tamaño de los objetos lejanos. En todo caso, aunque Galileo no fue el inventor del telescopio como se afirma en algunos textos, probablemente sí sería el primero en darle un uso específico para resolver problemas astronómicos.

Se cree que fue en Enero de 1610 la primera vez que Galileo miró con el telescopio el firmamento. Aunque hoy en día este acto no requeriría ni de imaginación ni de coraje, en esa época la realidad era otra. No era nada obvio y la sola idea de tener que usar un artefacto para ver la realidad era algo difícil de concebir. Además ¿por qué Dios nos daría una visión imperfecta de manera que tuviéramos que usar un instrumento para ver su obra?

Veamos algunas de las observaciones astronómicas que realizó con este artefacto, así como las implicaciones que esto pudo tener en su momento. Para Galileo, las observaciones hechas a través de su telescopio demostraban que el firmamento y los cuerpos celestes no eran bajo ningún motivo más perfectos y superiores que la Tierra, como la visión tradicional aristotélica lo argumentaba. Galileo encontró [manchas en el Sol](#) así como [valles y montañas en la Luna](#), cuyas alturas calculó tomando en cuenta la sombra que producían. Así mismo encontró que la vía láctea consistía de muchas estrellas fijas y observó la presencia de la nebulosa de Andrómeda. En cuanto a los planetas, Galileo detectó cambio de fases en Venus, al igual que satélites en Júpiter.



Ilustraciones de Galileo de la Luna, en: *Sidereus Nuncius* (1610).¹

Sin embargo, este tipo de conclusiones fue fuertemente debatido en su época. Para muchos, en donde Galileo veía manchas solares, montañas Lunares y satélites, ellos solo veían

¹ Tomado de: Debus, Allen. *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge University Press, 1988, p. 97

imperfecciones del telescopio. En su momento, ver la obra de Dios a través de un objeto creado por el hombre traía deformaciones. La manera correcta de ver el mundo seguiría siendo, durante muchos años, el ojo humano.

De cualquier manera, las observaciones astronómicas hechas por Galileo reforzarían su copernicanismo y lo convertirían en un decidido defensor de la teoría heliocéntrica, punto neurálgico de su dramatizado conflicto con la iglesia.

Galileo y la Iglesia

La idea de que la vida de Galileo fue una lucha trágica entre la "razón iluminada" contra la fe ciega y el dogmatismo, ha sido parte de nuestra visión de la ciencia moderna y sus fundadores. Galileo no es el rebelde marginado que se nos ha presentado generalmente. Por el contrario, Galileo no sólo tendría el respaldo de los Medici en Florencia, sino que tendría la admiración y el respeto de importantes miembros de la Iglesia, entre ellos, el mismo Papa Urbano VIII. Así mismo, la idea de que la iglesia estaba completamente en contra del sistema Copernicano también debe mirarse con un poco más de cuidado. Algunos de sus miembros reconocían las virtudes del sistema como un modelo interpretativo y los jesuitas serían importantes divulgadores del sistema de [Copérnico](#) y [Brahe](#) en oposición al de [Ptolomeo](#).

Es así como quienes atacarían a Galileo, no son únicamente defensores del dogma cristiano, sino de manera especial los aristotélicos de las universidades. Arthur Koestler en su libro Los Sonámbulos, diría al respecto que la resistencia de nuevas ideas no es, como uno esperaría, de los más ignorantes sino de los académicos que tienen el monopolio del conocimiento. Los profesores universitarios serían quienes utilizarían las sagradas escrituras para defender a Aristóteles y quienes acusarían a Galileo de herejía, obligando a la Iglesia a tomar partido.

Galileo empezaría una defensa del sistema copernicano desarrollando argumentos que ya habían sido usados por Kepler; sostenía que ciertos pasajes de la Biblia no deberían ser tomados literalmente porque ésta había sido escrita en un lenguaje para la gente común y sin educación. De esta manera, Galileo llevaría su discusión astronómica al terreno de la teología y comenzaría a hacer serias afirmaciones como, por ejemplo, que nadie podría decir que la Biblia contiene más conocimiento en geometría, astronomía, música y medicina que los libros de Arquímedes, Ptolomeo o Galeno. Así mismo Galileo pondría a los teólogos en una situación difícil al afirmar que para condenar una proposición debe mostrarse que no ha sido demostrada. De esta manera, Galileo no debería demostrar la veracidad del sistema Copernicano pero retaría a los teólogos a que mostraran su falsedad.

Un ejemplo de uno de los pasajes Bíblicos más discutidos sería el milagro que hizo Josué al detener el movimiento del Sol. Aunque

para muchos teólogos era un fuerte argumento del movimiento del Sol alrededor de la Tierra, Galileo argumentaría que al decir que el Sol se detiene, realmente se está diciendo que la Tierra detuvo su rotación alrededor de él.

En todo caso, aunque Galileo parece subestimar a sus contendores y los considera "simplicios", la propuesta heliocéntrica de Galileo también presenta objeciones difíciles de superar. La ausencia de exactitud en el sistema de epiciclos y órbitas excéntricas de Copérnico, la falsedad del argumento de que las mareas demostraban el movimiento de la Tierra y la ausencia de paralaje, eran razones fuertes para pensar que el sistema heliocéntrico de Galileo carecía de argumentos válidos.

En febrero 23 de 1616 el Santo Oficio decretó en contra del sistema copernicano prohibiendo la defensa de dos puntos en particular. En primer lugar, que el Sol es inmóvil y está en el centro del universo y, en segundo lugar, que la Tierra se mueve alrededor de éste y tiene rotación diaria sobre su eje. Este tipo de tesis, diría la Inquisición, sólo podría ser discutido de manera hipotética. Aunque de ahí en adelante Galileo trató de presentar sus teorías como hipótesis, el santo oficio consideró lo contrario y lo sentenció aduciendo que, al igual que Platón, Galileo no se interesaba por la naturaleza de las cosas sino por un mundo matemáticamente perfecto fuera de la realidad.

La influencia estética en la obra de Galileo

Galileo fue también un ferviente defensor de los ideales estéticos y religiosos expuestos al principio del capítulo. “La naturaleza es inexorable y actúa únicamente bajo leyes inmutables que ella nunca quiebra”. “La filosofía está escrita en ese grandioso libro que siempre está frente a nosotros - me refiero al universo - pero no lo podemos entender si no aprendemos su lenguaje y comprendemos los símbolos en que está escrito. Este libro está escrito en el lenguaje de las matemáticas y los símbolos son triángulos, círculos y otras figuras geométricas, sin los cuales sería imposible entender una sola palabra, sin los cuales daríamos vueltas en vano dentro de un oscuro laberinto”.

Si Galileo conoció la obra de Kepler, algunos historiadores se preguntan por qué no aceptó que el movimiento de los planetas y la Tierra alrededor del Sol tuvieran una forma elíptica. Para Galileo, un cosmos de forma elíptica podría parecer la obra de un artista manierista. El historiador de la arquitectura Panofsky, encuentra en algunos comentarios de Galileo una crítica radical al manierismo, el cual encuentra despreciable por alejarse del ideal estético donde el equilibrio, la armonía y la unidad son fundamentales. Refiriéndose a la obra de Torcuato Tasso, Jerusalén Libertada, Galileo comenta: “Este libro es una fábrica hecha de diversas chatarras recogidas de mil ruinas de otros edificios, entre las cuales se encuentran a veces algún pedazo bello de cornisa, un capitel u otro fragmento que

colocado en su lugar haría un bello efecto, pero puesto, como aquí, fuera de orden y sin propósito, rompe con las órdenes de la arquitectura y en suma deja el edificio desarreglado y mal compuesto."²

Para muchos ha sido difícil explicarse cómo es posible que el fundador de la física moderna y quien provee todos los argumentos y experimentos mentales que nos permiten entender la idea de *inercia* sobre un plano horizontal, no pueda concebir un movimiento rectilíneo e infinito. Horizontal, para Galileo, quiere decir perpendicular a la dirección de caída de los objetos, y el cuerpo que se mueve sobre dicho plano no describe una línea recta sino un círculo. "El movimiento en línea recta", escribe Galileo, "no puede servir de uso alguno en las partes del mundo bien ordenadas... no sucede lo mismo con los movimientos circulares, de los cuales aquél que es hecho por el móvil en sí mismo lo conserva siempre en el mismo lugar, y aquél que conduce al móvil por la circunferencia del círculo, en torno a su centro estable y fijo, no desordena a sí mismo ni a sus circunvecinos."³

La inercia circular es otra manifestación de su visión platónica del cosmos, pues es la perfección del círculo la que garantiza la armonía y el equilibrio del universo. "Si la armonía del mundo fue un sueño fantástico, sus símbolos habrían sido compartidos por toda una cultura fantástica y soñadora" ⁴ que fue el Renacimiento.

² Carlos Augusto Hernández, p.632.

³ Hernández

⁴ Koestler, Arthur. *The sleepwalkers: a history of man's changing vision of the universe*. New York, MacMillan, 1959, p. 394.

Galileo muere en 1642, a los 78 años, ciego y preso en su propia villa en Florencia. Para entonces, solamente una pequeña minoría de astrónomos aceptaría el sistema heliocéntrico.

Galileo hace parte, sin lugar a duda, de una época en la cual el pensamiento científico ha empezado a cambiar y la tradición aristotélica está siendo fuertemente cuestionada. Las preguntas sobre el mundo están cambiando. Una manera de describir los cambios, y si se quiere los nuevos paradigmas, es que la física moderna abandona la pregunta sobre las causas y se limita a describir el movimiento de forma matemática.

Sin embargo, las teorías y explicaciones de Galileo aún conservan un fuerte componente aristotélico y, aunque es un pilar fundamental en el surgimiento de la ciencia moderna, sería un error presentarlo como un opositor radical de la tradición antigua.

El verdadero interés de Galileo es propagar la revolución intelectual inaugurada por Copérnico así como darle un sustento físico que la hiciera plausible. Esto nos explica por qué Galileo, a diferencia de Kepler, no sólo se interesa por el análisis matemático de la astronomía y se ocupa de hacer observaciones cualitativas con su telescopio. Cualquier persona podía "ver" las Lunas de Júpiter, las fases de Venus y las montañas de la Luna con un telescopio, pero sólo unos pocos matemáticos especializados verían en los hallazgos de Kepler la prueba de la teoría

heliocéntrica. Además, el hecho de que sus obras fueran escritas en italiano en vez de latín y que explicaran sus ideas en forma de diálogo, las hacían accesibles a un público mucho más amplio. De esta manera Galileo se convertiría en un medio efectivo, mucho más que cualquiera de sus contemporáneos, a la hora de propagar el sistema copernicano entre los hombres de su época; Galileo trajo pruebas simples a un público amplio.

Bibliografía sobre la Revolución Científica

Debus, Allen. *Man and Nature in the Renaissance*. Cambridge University Press, 1988.

Kuhn, Thomas S. *La Revolución copernicana*. Barcelona, Ariel, 1996.

Kuhn, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*. Fondo de cultura económica, 1971.

Lindberg, David. *The Beginnings of Western Science*. The University of Chicago Press, 1992.

Olby, R.C. et al. (Eds.) *Companion to the history of modern science*. Routledge, 1993.

Rossi, Paolo. *El nacimiento de la Ciencia Moderna en Europa*. Barcelona, Crítica, 1997.

Shapin, Steven. *The Scientific Revolution*. The University of Chicago Press, 1996.

Webster, Charles. *De Paracelso a Newton: la magia en la creación de la ciencia moderna*. Fondo de Cultura Económica, 1982.

Westfall, Richard. *The construction of modern science*. Cambridge University Press, 1977.

Woolgar, Steve. *Ciencia: abriendo la caja negra*. Anthropos 1991.