

Galileo Galilei

david bahena, PhD *

La observación y la experimentación, así como, la descripción de la naturaleza mediante las matemáticas, realizadas por Galileo marcó el inicio de física moderna. Inventor y libre de pensamiento, estudió la caída de los cuerpos, las formas del movimiento, utilizó el telescopio para realizar observaciones astronómicas, observó a la Luna, las manchas solares, a Júpiter y sus satélites, la Vía Láctea y las nebulosas, así como las fases de Venus, confirmando la teoría heliocéntrica de Copérnico.

Nueva etapa del conocimiento

Galileo Galilei nació en Pisa, Italia, el 18 de febrero de 1564. En Florencia estudió medicina, filosofía y matemáticas. En 1589, fue nombrado profesor de matemáticas en la Universidad de Pisa donde enseñó astronomía ptolemaica, la teoría según la cual el Sol y los planetas giran alrededor de la Tierra. En el libro “Sobre el movimiento” refutó las teorías aristotélicas del movimiento.

En 1592 fue nombrado profesor de matemáticas en la Universidad de Padua donde enseñó geometría y astronomía ptolemaica. Escribió el libro “Sobre el movimiento” refutando las teorías aristotélicas del movimiento y adoptando los puntos de vista de Arquímedes. En 1597 inició correspondencia con Johannes Kepler quien tenía ideas copernicanas.

“En los primeros años del siglo XVII, Galileo experimentó con el péndulo y exploró la relación de éste con el fenómeno de la aceleración natural. También empezó a trabajar en un modelo matemático que describía el movimiento de la caída de los cuerpos, que estudió midiendo el tiempo que tardaban unas bolas en rodar diversas distancias a lo largo de planos inclinados” [5].

En 1604, fue observada una supernova en el cielo nocturno de Padua. Esto renovó las dudas de Galileo acerca del modelo aristotélico de un cielo inmutable.

Este fenómeno no fue la primera vez que se observó pues, en 1572, Tycho Brahe había observado una estrella “nueva”, es decir, a una supernova.

Con motivo del acontecimiento de 1604, en lecciones públicas [1], Galileo planteó la hipótesis de que la estrella nueva era producto de las emanaciones terrestres rarificadas a gran distancia de la Tierra y que su esplendor disminuía paulatinamente a causa de su progresivo alejamiento de la Tierra. Estimaba que la “nova” no debía encontrarse en nuestra atmósfera, sino mucho más allá de la órbita lunar, en el cielo de las estrellas fijas.

La nueva mirada al cielo

En 1608, Hans Lipperhey solicitó una patente para un catalejo que permitía ver cercanas a las cosas lejanas. Galileo se propuso mejorar el invento. Al poco tiempo había diseñado un telescopio más potente [2]. Al año siguiente, 1609, apuntó su telescopio hacia el cielo abriendo el firmamento a la humanidad, lo que ha permitido un amplio conocimiento del universo en los últimos cuatro siglos.

En 1610, Galileo publicó sus primeras observaciones en “El mensajero celeste” [6]. Primero, describió la historia del invento del “anteojo”, luego las observaciones de la superficie

de la Luna, observándola “imperfecta”, montañosa y llena de cráteres.

Después, pasó al estudio de la constelación de Orión habiendo encontrado numerosas estrellas jamás antes vistas, así como a Las Pléyades, observando nuevas estrellas además de las visibles a simple vista.

La Vía Láctea fue vista como un conjunto de estrellas separadas que antes parecían nubes luminosas en el cielo. Luego, miró a Júpiter y, mientras estudiaba su superficie y movimiento, descubrió que cuatro lunas giraban alrededor del planeta en órbitas circulares de diversa amplitud.

Después, entró como matemático y filósofo en la corte del gran duque de Toscana dedicándose a las observaciones astronómicas con telescopio. Observó las fases de Venus, confirmando la teoría de Copérnico de que el planeta giraba alrededor del Sol. También observó a Saturno atribuyéndole numerosas lunas sin poder detectar los anillos de este planeta.

Las manchas y el movimiento del Sol

En la cosmología tradicional el Sol era considerado como símbolo de la perfección pero Galileo lo encontró “manchado e impuro”. Las manchas del Sol ya habían sido observadas a simple vista pero habían sido supuestas como satélites del Sol. Galileo realizó sus observaciones proyectando sobre una pantalla blanca, colocada a una distancia conveniente del ocular, la imagen del Sol sobre el cual señalaba cada día las manchas presentes. Hoy se sabe que el otoño de 1610 era de mínima actividad solar pudiendo observarse pocas o ninguna mancha; sin embargo, Galileo las descubrió. En el verano de 1612, la actividad solar era intensa y observó numerosos e importantes grupos de manchas.

Los descubrimientos de Galileo fueron apreciados por la iglesia romana pero ésta expresó su desacuerdo con la interpretación que Galileo les daba. En 1613 publicó las “Cartas sobre las manchas solares”, argumentando que las manchas estaban sobre un Sol en rotación, defendiendo el sistema copernicano de un universo heliocéntrico. Galileo fue atacado y denunciado; la Santa Inquisición tomó nota.

La observación de la apariencia y movimiento de las manchas llevó a Galileo a la conclusión de que estas debían ser cuerpos o materia pertenecientes al propio Sol, el cual gira

2008 energía 8 (119) 57, FTE de México
alrededor de sí mismo en un período determinable por el movimiento aparente de las manchas que giran con él.

Movimiento planetario

En 1610, a Saturno, Galileo lo observó circundado con dos cuerpos menores [3], como dos lunas girando con movimiento rápido, sin poder distinguir la verdadera forma del anillo. Dos años después, vio solitario al planeta. Los supuestos satélites volvieron a aparecer en 1613 y desaparecieron en 1614. Galileo tuvo la certeza de que el fenómeno se repetiría. En 1616 lo volvió a observar y a dibujar, notando como el anillo se iba abriendo poco a poco a medida que la Tierra se alejaba de su plano. En 1659, Christian Huygens dio una explicación correcta del aspecto cambiante de los anillos de Saturno.

Ese año de 1610, anunció la observación de las fases de Venus, semejantes a las de la Luna terrestre, y llegó a la convicción de que giraba en torno al Sol, como debía ser con los demás planetas, sosteniendo abiertamente la doctrina copernicana.

En una carta a Julián de Medicis, en Praga [4], Galileo expresó: “tenemos por sensata y cierta la demostración de dos grandes cuestiones que hasta hoy resultaban dudosas para los mayores ingenios del mundo. Una, que todos los planetas son, por su propia naturaleza, oscuros; la otra, que Venus necesariamente gira alrededor del Sol, como también Mercurio y todos los otros planetas, cosa creída por los pitagóricos, Copérnico, Kepler y yo; pero no probado como ahora por Venus y Mercurio. Podrán así Kepler y los otros copernicanos ufanarse de haber creído y filosofado bien, aunque nos ha sucedido y nos sucederá aún ser reputados por la generalidad de los filósofos *in libris*, por gente que entiende poco y poco menos que estultos”.

Juicio y abjuración de Galileo

En 1616, Galileo publicó una teoría de las mareas para intentar demostrar el movimiento de la Tierra mediante una equivocada interpretación sobre el flujo y reflujo del mar. Entonces fue llamado a Roma y advertido de que las teorías copernicanas eran contrarias a las Escrituras. Esa vez no fue condenado oficialmente pero se le pidió que tratara a la teoría copernicana solo como una hipótesis y no como una verdad.

2008 energía 8 (119) 58, FTE de México

Durante los siguientes años, Galileo trabajó en su libro “Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo”. En este libro, Galileo “presenta la forma de una polémica entre un partidario de Aristóteles y Ptolomeo y uno de Copérnico, que intentan ganar para sus respectivas filosofías a un hombre ilustrado corriente” [5].

El libro fue escrito en italiano, no en latín, por lo que fue accesible a un amplio público. El “diálogo” se presenta como una discusión entre tres amigos, Salviati, que habla por Galileo; Sagredo, un hombre de buen sentido que tiende a estar de acuerdo con Salviati; y, Simplicio, comentarista aristotélico. “En la polémica, la cosmología aristotélica es defendida débilmente por su ingenuo partidario y es atacada vigorosamente por el poderoso y persuasivo copernicano” [5].

La publicación del libro enfureció a los seguidores de Ptolomeo y al propio Papa Urbano VIII, que se sintió reflejado en Simplicio. En 1632, la iglesia ordenó suspender la publicación del libro. Galileo fue convocado a Roma para defenderse. Este rehusó viajar alegando una enfermedad pero el Papa amenazó con llevarlo encadenado. Once meses más tarde, en 1633, llegó para el juicio y fue procesado por “sospecha grave de herejía”, siendo obligado a abjurar de la teoría copernicana, y sentenciado a prisión perpetua, que fue conmutada por un arresto domiciliario en Siena y luego en Florencia.

Y, sin embargo, se mueve

Durante el juicio, Galileo fue obligado a firmar una retracción manuscrita y de abjurar públicamente de sus creencias. De rodillas y con las manos sobre la Biblia, pronunció su abjuración en latín.

Galileo admitió que quizá había ido demasiado lejos en sus argumentos a favor del sistema copernicano, a pesar de los avisos previos de la iglesia católica romana. La mayoría de los cardenales del tribunal le hallaron “vehemente sospechoso de herejía” por apoyar y enseñar la idea de que la Tierra está en movimiento y no es el centro del universo.

Por siglos se ha divulgado el mito de que, al levantarse, Galileo susurró en voz baja la expresión “Sin embargo, se mueve”. Ciertamente o no, lo que se dice corresponde al carácter de Galileo “al haber cedido solo verbalmente a las exigencias de la Iglesia en su abjuración, y haber vuelto después a

sus estudios cinéticos, correspondieran o no a principios copernicanos” [5].

La publicación de “los dos máximos sistemas del mundo” representó un desafío frontal al edicto eclesiástico de 1616 que prohibía enseñar la teoría copernicana de la Tierra en movimiento alrededor del Sol más que como una hipótesis.

La nueva ciencia

Durante ese tiempo, Galileo escribió su libro “Diálogo sobre dos nuevas ciencias”, referida a sus descubrimientos en física, libro que no le fue autorizado a publicar. En 1638, fuera de Italia, en Leiden, Países Bajos, fue publicado. En este libro, Galileo “estableció las leyes del movimiento acelerado que rigen la caída de los cuerpos”, y “revisó y afinó sus estudios anteriores del movimiento, así como los principios de la mecánica. Las dos nuevas ciencias en que se concentra Galileo son el estudio de la resistencia de materiales (una rama de la ingeniería), y el estudio del movimiento (la cinemática, una rama de las matemáticas)” [5].

En la primera parte, Galileo describió sus experimentos con planos inclinados sobre el movimiento uniformemente acelerado y, en la segunda, abordó el cálculo de la trayectoria de un proyectil disparado por un cañón. Galileo demostró que “la trayectoria es resultado de la combinación de un movimiento vertical, producido por la gravedad, que tira del proyectil hacia abajo, y uno horizontal gobernado por el principio de la inercia” [5]. La combinación de estos dos movimientos independientes determina el recorrido del proyectil a la largo de una curva que se puede describir matemáticamente.

El libro se anticipó las leyes del movimiento de Newton. Cuando fue publicado, Galileo había perdido la vista. En las “Operaciones astronómicas” Galileo escribió que todo lo que fue hecho por los antiguos, y por los predecesores, antes del invento del telescopio, “habrá que rehacerlo”, previó la astronomía de alta precisión y el desarrollo de la astrofísica.

Renacimiento y emancipación

La obra de Galileo fue posible realizarla en un contexto en que, tras la tenebrosa noche de la Edad Media, la producción hizo renacer a las ciencias. Con Galileo comenzó la ciencia experimental verdaderamente sistemática. Los descubrimientos

geográficos, con fines de lucro, al servicio de la producción hicieron accesible un enorme material. Ayudó también la existencia de la imprenta y de las Universidades. Al venirse abajo el feudalismo la ciencia se mostró revolucionaria. Lo más importante fue la emancipación de la investigación respecto de la religión.

Sin embargo, la valentía de Galileo (y de Kepler) al promover la hipótesis heliocéntrica no se hizo evidente de inmediato en las acciones de otros, ni siquiera quienes residían en lugares europeos de menor fanatismo doctrinal [7]. No obstante, las aportaciones de Galileo significaron la base de posteriores desarrollo científicos que al día de hoy han permitido descubrimientos de enorme trascendencia para la humanidad.

El 8 de enero de 1642, Galileo murió en Arcetri, Italia.

- [1] Abetti G. 1992, *Historia de la Astronomía*, FCE, México.
- [2] Galilei G. 1609, *Carta de Galileo a Benedetto Landucci*, 29 de agosto de 1609, en Abetti G., *Historia de la Astronomía*, FCE, México.
- [3] Galilei G. 1610, *Carta de Galileo a Vinta*, 30 de julio de 1610, en Abetti G., *Historia de la Astronomía*, FCE, México.
- [4] Galilei G. 1610, *Carta a Julián de Médicis*, en Abetti G., *Historia de la Astronomía*, FCE, México.
- [5] Hawking S. 2004, *Galileo Galilei*, en *A Hombros de Gigantes*, Crítica, Barcelona.
- [6] Hoskin M. 1997, *The Cambridge Illustrated History of Astronomy*, Cambridge.
- [7] Sagan C. 1982, *Cosmos*, Planeta.

* doctor en física teórica, astronomía y astrofísica.

Fuentes: 2009, kosmos 1 (2) 1.
2009, elektron 9 (16) 1.
kosmosmexiko.blogspot.com



El juicio de Galileo Galilei, óleo de Robert Fleury