

GALILEO GALILEI



Edgar Serna M., José Marquiná F., Eugenio Fernández R.

Colombia, México, España

edgar.sernamo@amigo.edu.co

Vincenzo Galilei nació en Santa María del Monte, cerca de Florencia, en 1520. Famoso intérprete del laúd, además de compositor y teórico musical, contribuyó significativamente al progreso y evolución de la música en el siglo XVI. En un aparte de su obra *“Dialogo della musica antica e della moderna”*, escribió:

Me parece que quienes confían sin más en la autoridad como prueba de una cosa cualquiera y no tratan de aducir alguna razón válida, proceden de forma ridícula... Yo deseo... que se me permita plantear cuestiones libremente, así como responder sin ningún tipo de adulación, pues esto es lo que verdaderamente conviene a quienes buscan la verdad de las cosas.

Su primer hijo, nombrado Galileo, nació el 15 de febrero de 1564 en Pisa. A la edad de 17 años, Galileo ingresó a la Universidad de Pisa a estudiar medicina, la que abandonó cuatro años más tarde sin haber obtenido un título. Por cuatro años se dedicó a practicar diversas actividades, con lo que enriqueció sus conocimientos en matemáticas, filosofía y literatura. En 1589 regresó a la universidad como catedrático de matemáticas. Dos años más tarde murió su padre, por lo que Galileo tuvo que hacerse cargo de la familia e ingeniar la forma de conseguir un trabajo con mejor remuneración que el de la universidad, pero sobre todo con un futuro más prometedor; así en 1592 logró obtener la cátedra de matemáticas en Padua, en la que trabajó durante 18 años. En este tiempo

construyó su física y se casó con Marina Gamba, con quien tuvo tres hijos. Por esta misma época leyó el *“Mysterium cosmographicum”* de Kepler, con cuyas ideas estuvo de acuerdo, y gracias al cual pudo acercarse al pensamiento de Copérnico, del cual adoptó su doctrina, aunque no pudo esgrimirla públicamente

[...] temeroso de la suerte que corrió el propio Copérnico... quien, aunque adquirió fama inmortal, es para una multitud infinita de otros –que tan grande es el número de necios– objeto de burla y escarnio.

En 1609, mientras seguía sus estudios del movimiento, se enteró que en los Países Bajos se había inventado un aparato con el cual era posible ver de cerca a los objetos distantes. De este descubrimiento tomó Galileo la idea de construir el suyo; idea que presentó al Senado de Venecia con el ánimo de obtener ayuda económica, la cual consiguió en 1611, y con él apuntó al espacio para comenzar las observaciones que posteriormente plasmaría en su libro *“Sidereus nuncius”*. El contenido de este texto relaciona todo su trabajo acerca de la superficie lunar, y el descubrimiento de los satélites de Júpiter: Io, Europa, Ganimedes y Calixto, a los que llamó *“astros mediceos”* debido a que el libro lo dedicó al conde Cosme de Médicis.

Aunque al comienzo recibió duras críticas por utilizar el telescopio para observar el

espacio, Galileo y el *Sidereus* fueron el comienzo de una nueva era en la astronomía, al punto que ese mismo año fue recibido en Roma por el mayor astrónomo de la iglesia, el padre Clavius, quien reconoció y valoró las virtudes del instrumento y recalcó su utilidad en la observación astronómica; también fue recibido por Pablo V, y fue nombrado miembro de la *Accademia dei Lincei* por el príncipe Federico Cesi, gran científico romano. Además, fue nombrado “Gran Matemático y Filósofo de la Corte de los Médicis”, por lo que se trasladó a Florencia desde donde continuó observando el espacio.

Sus reportes, en forma de anagramas, incluyeron datos como que Saturno tenía dos satélites —con los que confundió sus anillos—, y que Venus tenía fases como la Luna. En 1613, con el patrocinio de la *Accademia dei Lincei*, publicó un nuevo libro, *Historia e dimostrazioni intorno alle macchie solari*, en el que apoya abiertamente “*el gran sistema copernicano, a favor de cuya revelación universal soplan ahora propicias brisas que nos disipan todo temor de nubarrones o vientos cruzados*”.

Ese mismo año, en una reunión entre la duquesa Cristina de Lorena, madre de Cosme de Médicis, el padre Castelli, amigo de Galileo, y el doctor Boscaglia, profesor de filosofía, se presentó una discusión entre estos últimos acerca del problema teológico de aceptar la teoría del heliocentrismo. Castelli recurrió a Galileo para comentarle los resultados de la anécdota, por lo que inmediatamente redactó una *Lettera* a Castelli —posteriormente la convirtió en la *Lettera a Madama Cristina de Lorena, Granduchessa di Toscana*—, en la que decía: “[...] *es costumbre de las Escrituras decir muchas cosas que son diferentes de la verdad absoluta*” y que

[...] las conclusiones físicas, las cuales han demostrado ser verdaderas, no se les debe dar un lugar más bajo que a los pasajes escriturales, sino que uno debe aclarar cómo dichos pasajes no son contradictorios con tales conclusiones...

Por el contenido de estas aseveraciones pareciera que Galileo no conocía las resoluciones del Concilio de Trento —1545-1563— en las que se prohibía interpretar libremente las escrituras, aunque en el contenido de la misma argumentaba, acerca

de las resoluciones, que se referían a “*aquellas proposiciones que son artículo de fe o involucran a la moral...*” y que “*el movimiento o reposo de la Tierra o del Sol no son artículo de fe y no están en contra de la moral*”, por lo que se consideraba en libertad de ofrecer una interpretación a las escrituras y, además, explicar cómo interpretar las mismas resoluciones. Galileo también referenció en la misma carta, con una visión copernicana, el milagro de Josué en la Biblia, como ejemplo para aquellos que mantenían la idea de que el heliocentrismo contrariaba las escrituras.

El cruce de cartas que se originó desde ese momento culminó con la acusación de Galileo ante el tribunal del Santo Oficio. Fue un proceso oculto, sin la participación de Galileo, pero del que se mantenía enterado gracias a sus amigos romanos. Entre las personas más influyentes se contaba el cardenal Bellarmino, un influyente teólogo del catolicismo y consultor directo del Santo Oficio.

En su carta de 1615 al padre Foscarini, quien había escrito un texto con el objetivo de reconciliar la visión copernicana con la Biblia, Bellarmino exponía: “*me parece que vuestra reverencia y el señor Galileo obráis prudentemente cuando os contentáis con hablar de manera hipotética y no absoluta...*”, y luego señalaba

[...] de contarse con una prueba real de que el Sol está en el centro del Universo, y la Tierra en la tercera esfera... deberíamos proceder en tal caso con gran circunspección para explicar pasajes de las Escrituras que parecen enseñar lo contrario... Pero no creo que exista tal prueba, puesto que nadie me la ha mostrado.... Y, en caso de duda, no puede uno abandonar las Sagradas Escrituras tal como las expusieron los Santos Padres.

Ese mismo año Galileo acudió a Roma para entablar su defensa personalmente, pero no pudo entrevistarse con las personas influyentes, por lo que debió tratar con intermediarios. En 1616 envió al cardenal Orsini un texto explicando su teoría de las mareas, y que consideraba la prueba definitiva del movimiento terrestre. La respuesta del Santo Oficio fue un veredicto acerca del heliocentrismo que decía: “*necia y absurda... desde el punto de vista filosófico, a la vez que formalmente*

herética”, y acerca del movimiento de la Tierra “*merece idéntica censura... desde el punto de vista filosófico, mientras que desde el punto de vista teológico es cuando menos errónea por lo que respecta a la fe*”. Tras lo que el Papa solicitó a Bellarmino que le notificara a Galileo que, en adelante, le estaba prohibido sostener y defender lo que quedaba censurado, y que en caso contrario la Inquisición procedería en su contra.

Para hacer énfasis en estas resoluciones prohibitivas, la Congregación General del Index decretó que la doctrina en la que se planteaba que el Sol está inmóvil y que es la Tierra la que se mueve era falsa y que se oponía a las sagradas escrituras, por tanto [...] para que esta opinión no continúe difundándose para perjuicio de la verdad católica, la Santa Congregación ha decretado que la obra *De revolutionibus orbium coelestium*, del citado Nicolás Copérnico, y *Sobre Job*, de Diego de Zúñiga, queden suspendidas hasta que se les corrija.

Galileo se alejó de la astronomía hasta 1618, cuando fueron visibles tres cometas; hecho que fue relacionado por Oratio Grassi en su tratado sobre los cometas, un escrito muy alineado con las ideas de Tycho Brahe. Mario Guiducci, amigo de Galileo, respondió a este escrito con otro, el *Discorso delle comete*, en el que contrariaba la posición de Grassi. Como era de esperarse, los jesuitas encontraron la influencia de Galileo en esta obra, y publicaron la *Libra astronomica ac philosophica*, de Lotario Sarsi Sigensano contrario a Grassi. En tal libro, olvidándose de Guiducci, el ataque personal a Galileo fue evidente, por lo que éste se dio a la tarea de redactar su respuesta; en 1623 la publicó como *Il saggiatore*, en la que describe, mediante un extraordinario discurso, la concepción metodológica galileana.

En el período antes de la publicación se eligió un nuevo Papa en Roma. El elegido fue Maffeo Barberini —Urbano VIII—, florentino y con fama de intelectual, por lo que Galileo le dedicó su libro. Consideró que el arribo del nuevo pontífice podría cambiar un poco las doctrinas promulgadas hasta entonces, por lo que se dedicó a redactar su obra más famosa, el *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*. Y, aunque no le fue fácil lograrlo, finalmente lo publicó en 1632, sólo para terminar confiscado por la

Inquisición casi de inmediato. En octubre de ese mismo año, Galileo fue citado a comparecer en Roma, a lo que se negó aduciendo problemas de salud; esta disculpa incrementó el enojo de las autoridades eclesiásticas, y dio origen a una misiva al inquisidor en Florencia en la que se señalaba que

[...] Congregación del Santo Oficio se ha comentado desfavorablemente que Galileo no haya obedecido prontamente al mandato de acudir a Roma... por tanto... si no obedece en seguida se enviará ahí un Comisario con medios para detenerlo y conducirlo a las cárceles de este supremo Tribunal, ligado con hierros si es preciso.

El 12 de abril de 1633 Galileo compareció ante el tribunal del Santo Oficio, y desde ese momento, mientras se desarrollaban los interrogatorios, fue mantenido en calidad de prisionero, aunque no en la cárcel sino en la casa del fiscal. En el segundo interrogatorio declaró reconocer que la idea central en su libro, “*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*”, parecía ser la defensa del copernicanismo, pero que esa no era su intención; este hecho lo liberó como prisionero, por lo que se hospedó con su amigo, el embajador Nicolini.

Para la tercera convocatoria ante el tribunal, Galileo presentó una defensa escrita en la que pedía clemencia ante el trato al que lo sometían. Luego de comparecer por cuarta vez, fue sometido a un examen riguroso, al final del cual declaró no tener ni haber tenido “*esta opinión de Copérnico desde que me fue ordenado que la abandonara; por lo demás, estoy aquí en sus manos, hagan lo que les plazca*”. Finalmente fue sentenciado: se le encontró “*vehementemente sospechoso de herejía*”, por lo que fue sentenciado a prisión formal, se prohibió su libro, y se le impusieron algunas “*saludables penitencias*”.

Luego de la sentencia, y de rodillas en la sala del convento de Santa María de Minerva, Galileo debió pronunciar una abjuración pública:

Yo Galileo Galilei, hijo del difunto Vincenzo Galilei, florentino, de setenta años de edad, constituido personalmente en juicio y arrodillado ante vosotros, eminentísimos y reverendísimos cardenales de la Iglesia Universal Cristiana, inquisidores generales contra la malicia herética, teniendo ante mis ojos los Santos y Sagrados Evangelios que toco

con mis manos, juro que he creído siempre, que creo ahora y que, Dios mediante, creeré en el futuro todo lo que sostiene, practica y enseña la santa Iglesia Católica Apostólica Romana... Yo Galileo Galilei, supraescrito, he abjurado, jurado, prometido y me he obligado como figura más arriba; y en testimonio de la verdad he escrito la presente cédula de abjuración y la he recitado palabra por palabra en Roma, en el convento de Minerva, este 22 de junio de 1633.

Confinado a su villa en Arcetri, Galileo regresó a la que había sido su pasión de juventud: la física terrestre. En 1638 publicó los *Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze, attinenti alla meccanica e i movimenti locali*, en los que se esgrimió como precursor de la física de materiales, y fundó la para entonces moderna ciencia del movimiento al detallar su cinemática.

A los 77 años, la noche del 8 de enero de 1642, murió en Arcetri, y su cuerpo fue enterrado en la iglesia de la *Santa Croce* en Florencia, junto a Miguel Ángel. Algunas de las palabras de su padre parecen resumir la vida de Galileo: *“Yo deseo... que se me permita plantear cuestiones libremente... pues esto es lo que verdaderamente conviene a quienes buscan la verdad de las cosas”*.

LA HERENCIA DE GALILEO

En 2009 se conmemoraron cuatrocientos años desde que Galileo utilizó por primera vez el telescopio para observación astronómica, al cual, posteriormente usó para observar los cráteres de la Luna, los satélites de Júpiter, y las fases de Venus. Además, fue una ocasión que permitió reflexionar acerca de los aspectos de su actividad astronómica, que marcaron con una profunda huella la forma como se ha hecho, en el transcurso del tiempo, la investigación científica. Las siguientes son las lecciones y las enseñanzas que nos heredó Galileo.

1. Hasta sus 45 años, Galileo se había dedicado primordialmente a estudiar la física, pero con un interés pequeño por la astronomía. En el primer campo del conocimiento había hecho aportes como que, en condiciones de vacío, los cuerpos caen, influenciados por la gravedad, con igual velocidad; o su deducción de que usando un péndulo era posible medir el tiempo. Su primera investigación en

astronomía la realizó en 1605, en torno del descubrimiento de Kepler, al discutir la distancia a la supernova 1604. Para 1609 se enteró, como se mencionó antes, que en los Países Bajos se había construido un aparato que permitía ver las cosas lejanas como si estuvieran cerca. Entonces se dedicó a la astronomía; y por varios años dedicó todo su esfuerzo a estudiar lo que él mismo llamaría *“grandes y muy admirables maravillas”*, que podían observarse en el espacio. Aprovechar las oportunidades que aparecen en un momento dado, es la primera lección que Galileo dejó a la humanidad.

2. Debido a que necesitaba ayuda económica para financiar sus observaciones, diseñó y construyó para los militares, ayudado por artesanos de la región, un compás geométrico que aquellos utilizaban para calcular las distancias de la artillería; además de comercializarlo, Galileo capacitaba en su manejo. Mantener contacto con los artesanos de su entorno le facilitó la construcción del aparato descubierto en los Países Bajos, y al que denominó *“telescopio”*. Dado que la óptica no estaba ampliamente desarrollada, tuvo que aplicar un proceso de prueba y error para mejorar el diseño original, con lo que amplió los aumentos de su aparato de 3 a 30 en sus mejores versiones. Con estos adelantos, pudo realizar muchos de sus descubrimientos en los cuerpos celestes. Aprovechar las experiencias ganadas es otra de las lecciones que dejó Galileo para la posteridad.

3. La tercera lección que Galileo nos heredó es que es necesario escribir todo lo que se encuentra en el área de interés, pero hacerlo de la mejor forma posible. Se aprovechó del hecho de que escribía muy bien para no sólo consolidar el concepto de que se deben publicar las contribuciones científicas realizadas, sino para hacerlo con maestría ejemplar. Algunas de sus publicaciones fueron escritas en italiano y otras en latín, el lenguaje científico de entonces. Gracias a sus publicaciones en italiano, esta lengua avanzó en el propósito de divulgación científica, algo parecido a lo que ya Maquiavelo había provocado con sus escritos en la filosofía política.

4. La última lección aprendida en este análisis a Galileo, es que fue el primero en lograr conjugar la investigación básica, la investigación aplicada, la tecnología, y la innovación para lograr los objetivos que se trazaba en cada proyecto iniciado. Hace cuatrocientos años, Galileo ya sabía que estos elementos tienen que estar presentes simultáneamente si la idea es buscar el desarrollo de una sociedad. Algo que hoy parece olvidarse, ya que el interés se enfoca sólo en uno de ellos, por lo que las cifras acerca de la investigación se presentan de forma dispareja en todo el mundo. En algunos países, por ejemplo, la investigación en desarrollo industrial se incrementa, lo que hace que tecnología e innovación también se incrementen; pero no se presenta de la misma forma el incremento en investigación básica y formación especializada desde las universidades, llamadas a responder por este elemento, lo que ofrece una conclusión preocupante: la concepción de que es posible sobrevivir sólo con personas que investiguen en tecnología e innovación. Esta concepción es errada, ya que no es posible progresar sólo con estos elementos: es necesario conjugar los cuatro elementos primordiales, ya mencionados, de forma amplia e incluyente, en un complejo mosaico que permita el verdadero desarrollo científico y tecnológico, antes de que la humanidad pueda decir que ha aprendido de esta lección de Galileo.

CRONOLOGÍA DE LA VIDA DE GALILEO

Hombre dedicado a la investigación y realizador de grandes descubrimientos, es

considerado el primer observador de la ciencia. En la siguiente lista se enumeran sus más sobresalientes descubrimientos:

- **Isocronía del Péndulo.** Sin importar cuál es el espacio de oscilación de un péndulo, siempre tendrá el mismo ritmo.
- **Compás Geométrico.** Con este aparato fue capaz de resolver problemas matemáticos y geométricos, como raíces cuadradas y cúbicas.
- **Perfeccionó el Telescopio.** Aunque no fue su inventor, Galileo tomó los planos originales y los perfeccionó de tal manera que alcanzó sus más grandes descubrimientos con su uso.
- **Primer Termómetro.** Era una ampolla, que contenía aire y agua, con un tubo que terminaba en un recipiente con agua.
- **Aumenta la fuerza del imán.** Principio con el que perfeccionó las agujas magnéticas para la navegación.
- **Fases Lunares en Venus.** Lo que constituyó uno de los más poderosos argumentos entre los que posteriormente acabarían con el sistema geocéntrico del universo.
- **Manchas Solares.** Sus estudios del Sol lo llevaron a concluir que es un cuerpo esférico que gira sobre sí mismo.
- **Creador de la Mecánica.** Fue el pionero del estudio del movimiento de los cuerpos, con su relación causa-efecto, que se expresa en las siguientes leyes: 1) el principio de la inercia; 2) la independencia de movimientos diferentes; y 3) la tendencia de un cuerpo a caer es igual a la menor resistencia necesaria para sostenerlo.

Tabla 1. El entorno de la época de Galileo

Momento	Política y sociedad	Ciencia y pensamiento	Artes y letras
1564 Nace en Pisa el 15 de febrero.	Juramento del Clero al Concilio de Trento. Pío IV crea el <i>Index librorum prohibitorum</i> . Maximiliano II Emperador	Muere Juan Calvino en Ginebra. Muere Andrés Vesalio, médico de Carlos V. Primera imprenta en Rusia.	Muere Miguel Ángel. Nace William Shakespeare.
1581 Observa el movimiento ondulatorio de una lámpara en la catedral de Pisa.	Manifiesto de La Haya. Primera misión jesuita en China.	Francisco Sánchez "El Brocense": <i>La Ciencia de la que nada sabe</i> . Guillermo de Orange: <i>Apología</i> . Construcción de aparatos automáticos con forma viviente.	A. Colin: <i>Sepulcro de Philippine Welser</i> . Baltasar de Beaujoyeux: <i>Ballet Cómico de la reina</i> .
1586 Inventa la balanza hidrostática.	Fábrica de tabacos en Virginia, USA. Abbas II, Sha de Persia.	Anchieta: <i>Historia brasileña de la Compañía de Jesús</i> .	El Greco: <i>El entierro del Conde Orgaz</i> . Osiander: <i>50 canciones espirituales</i> .

1588 Escribe un tratado sobre el centro de gravedad de los cuerpos sólidos.	Destrucción de la Armada Invencible. Asesinato del duque de Guisa.	Nace Thomas Hobbes. Luis de Molina: <i>Concordia liberi arbitri cum gratiae donis</i> .	Tintoretto: <i>Paraíso</i> . Marlowe: <i>El doctor Fausto</i> .
1590 Realiza un experimento inspirado en la torre de Pisa y escribe <i>Del movimiento</i> en latín.	Comienza la extracción de carbón en el Ruhr. Los turcos consiguen territorios en el Cáucaso.	Zacharias Jansen inventa el microscopio. Acosta: <i>Historia natural y moral de las Indias</i> . Theodor de Bry: <i>Grandes viajes</i> .	M. Caravaggio: <i>Baco adolescente</i> . Guarino: <i>El pastor Fido</i> .
1594 Establece la “Regla de Oro” de la mecánica con el principio de conservación de la energía.	Los franceses llegan al Canadá. La guarnición española se retira de París.	Muere Gerhard Mercator.	Jacopo Peris: <i>Dafnis</i> , primera ópera auténtica, según texto de Octavio Rinuccini.
1597 Construye el compás geométrico y militar; escribe una carta a Kepler.	Maximiliano I, duque de Baviera. Flota española lanzada contra Inglaterra es destruida por las tormentas.	Francis Bacon: <i>Ensayos</i> . F. Suarez: <i>Disputaciones metafísicas</i> .	G. Gabrieli: <i>Sinfonías sacras</i> . Muere Juan Herrera.
1602 Establece las leyes de la caída de los cuerpos.	Los holandeses fundan la colonia de El Cabo en Sudáfrica.	Santorio: <i>Método para evitar los errores que se dan en el arte de la medicina</i> .	Lope de Vega: <i>La hermosura de Angélica</i> .
1609 Construye el anteojó (<i>occhiale</i>).	Expulsión de los moros de España. Tregua de los doce años entre Holanda y España.	Primer periódico regular en Europa (semanal, en Augsburgo y Estrasburgo).	Quevedo: <i>Problemática de las cotorreras</i> . Inca Garcilaso: <i>Comentarios reales</i> .

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- Biagioli, M. (2007). *Galileo's Instruments of Credit: Telescopes, Images, Secrecy*. USA: University Of Chicago Press. 316 p.
- Blackwell, R J. (1992). *Galileo, Bellarmine, and the Bible*. USA: University of Notre Dame Press. 291 p.
- Fano, F. (1581). *Vicenzo Galilei, Dialogo della musica antica e della moderna*. Milano: Alessandro Minuziano (Ed.).
- Galilei, G. (1967). *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems, Ptolemaic & Copernican*. Los Ángeles: University of California Press. 495 p.
- Galilei, G. (1977). *Galileo on the World Systems: A New Abridged Translation and Guide*. USA: University of California Press. 387 p.
- Galilei, G. (1981). *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos nuevas ciencias*. Madrid: Editora Nacional. 450 p.
- Galilei, G. (1999). *Dialogues Concerning Two New Sciences -Great Minds Series*. London: Prometheus Books. 303 p.
- Galilei, G. (2003). *The Essential Galileo*. London: Hackett Publisher Co. 384 p.
- Newton, R. G. (2004). *Galileo's Pendulum: From the Rhythm of Time to the Making of Matter*. USA: Harvard University Press. 176 p.
- Reeves, E. (2008). *Galileo's Glassworks: The Telescope and the Mirror*. Usa: Harvard University Press. 240 p.
- Robinson, K. S. (2000). *Galileo's Dream*. London: Spectra. 544 p.
- Segre, M. (1997). *Light on the Galileo Case? ISIS, Vol. 88, No. 3, pp. 484-504*.
- Shea, W. R. and Artigas M. (2004). *Galileo in Rome: The Rise and Fall of a Troublesome Genius*. USA: Oxford University Press. 272 p.
- Sobel, D. (2000). *Galileo's Daughter: A Historical Memoir of Science, Faith, and Love*. USA: Penguin. 432 p.