



GALILEO GALILEI: DESCUBRIMIENTOS Y LOGROS

Carlos Quiñones López*

El año 2010 se iniciaron los actos de conmemoración de los 400 años transcurridos desde que Galileo inició sus observaciones del firmamento a través de su telescopio. En este artículo se resumen los aspectos de su vida como profesor, investigador, inventor y científico.

La fama imperecedera de Galileo se debe a sus descubrimientos astronómicos, sus meditaciones acerca de la ciencia publicadas en "El Mensajero", sus argumentaciones en el "Diálogo" a favor de Copérnico y en contra de Aristóteles y su Mecánica publicada en "Las dos nuevas Ciencias", pero por sobre todas ellas, está su condena por la Iglesia, constituyendo el evento más trascendental en la historia de la ciencia, perteneciente a su época y que hasta hoy permanece vigente. Cada vez que se presenta un conflicto, o una contradicción entre Ciencia y Religión, entre el Raciocinio y la Fe, entre lo Natural y lo Sobrenatural, vuelve a recordarse al sabio naturalista Galileo.

El año 2010 se dio inicio a la conmemoración, con numerosos y variados eventos, de los 400 años de los descubrimientos efectuados por Galileo con su telescopio. La abundante literatura publicada sobre el tema, supera a la lograda por muchos otros científicos. (Sus competidores más cercanos son Einstein y Darwin, seguidos por Newton), una docena de otros investigadores merecen ser considerados por sus relevantes contribuciones, porque algunos trabajos de Galileo adolecen de errores, algunos reconocidos por él mismo. Pese a ello, su vida de científico y la trascendencia de sus investigaciones, siguen destacándose en la historia de la ciencia y en la ciencia misma.

Galileo Galilei nació el año 1564, hijo de Vincenzo Galilei, un Florentino Mercader de telas y destacado músico, conocido por sus escritos de teoría de la música antigua y de la moderna, y

por sus investigaciones en acústica y en física de vibraciones de cuerdas. Vincenzo enseñó a su hijo a cantar y tocar el laúd, a descubrir los fenómenos por observación y experiencia propia y a ser escéptico: de los personajes conocidos como autoridad en determinadas materias y de lo cultural.

Su padre pretendía que estudiara medicina y con ese propósito lo envió a la Universidad de Pisa. Pero su máxima vocación y capacidades estaban en las matemáticas, que estudió en la misma ciudad, tomando las clases que dictaba Ostilio Ricci, matemático de la corte de los Medici (1540-1603). Junto con asistir al curso de medicina, en su tiempo libre estudiaba matemáticas con Ricci. En 1585 dejó sus estudios de medicina, sin obtener grado alguno. Los cuatro años siguientes se dedicó a enseñar matemáticas, y en 1589, aún sin poseer títulos obtuvo una cátedra para enseñar dicha

* Contraalmirante ING.NV.M.Sc.MIT. Magno Colaborador de la Revista de Marina, desde 2008.

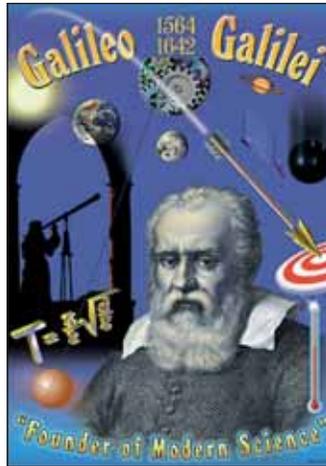
materia en la Universidad de Pisa. En diciembre de 1592, fue llamado a dictar clases en la Universidad de Padua, en ese entonces la de mayor prestigio en Europa. El hecho que Galileo, no hubiese publicado alguna investigación y que pese a ello, se le hubiera designado para ejercer tan importante cargo, implica un reconocimiento a su capacidad y calidad de genio.

Su mayor interés estaba en la mecánica con la aplicación de las matemáticas a la estática, cinemática y dinámica. Durante los 18 años que permaneció en Padua, realizó sus descubrimientos más importantes en mecánica, tanto experimental como teórica: la aceleración de un cuerpo en caída libre, la trayectoria parabólica de un proyectil y la resistencia a la fractura de los sólidos.

Hasta entonces, Galileo no había mostrado interés por la astronomía, aunque había computado varios horóscopos en astrología. Cuando el sucesor más importante de Nicolaus Copérnico, autor de *De revolutionibus*, 1543 (Sobre las revoluciones), Johannes Kepler, le envió una copia en 1597, de su *Prodrum dissertationum Cosmographicarum seu Mysterium Cosmographicus*, Galileo le respondió que, hacía algunos años, había llegado a conclusiones similares a las de Copérnico y que mediante ellas había descubierto la causa de varios fenómenos naturales. Kepler dedujo correctamente que Galileo se refería al fenómeno de las mareas.

En sus años de permanencia en Padua, Galileo publicó pocos trabajos y fuera del círculo de sus amigos y estudiantes en Padua, Venecia y Florencia, era casi un desconocido. Esa situación cambió a partir del verano de 1609, cuando supo de un dispositivo óptico

recientemente inventado en Holanda, que permitía acercar los objetos distantes. De inmediato imaginó como construir tal instrumento, mediante la utilización de lentes. Inicialmente logró amplificar las imágenes tres veces, capacidad que incrementó a 9 veces. En septiembre lo ofreció a la República de Venecia como un secreto militar que permitiría visualizar los buques tres horas antes de su arribo a puerto. Por ello fue recompensado con una cátedra de por vida en la Universidad de Padua y con el doble de su sueldo.



Pero el infatigable investigador e inventor, tenía aspiraciones mayores. En diciembre había perfeccionado su telescopio adaptándolo para observar el cielo, con una magnificación de los objetos 20 veces y posteriormente, 30 veces. En el transcurso de sólo dos meses efectuó notables descubrimientos astronómicos que cambiaron para siempre la visión del Universo. Descubrió y confirmó que

la superficie de la Luna, de la cual realizó impactantes y realistas dibujos, era rugosa y montañosa. Observó que las estrellas se veían más pequeñas con el telescopio que a simple vista y descubrió que la Vía Láctea estaba formada por un número incontable de estrellas. Lo más sorprendente fue su observación del planeta Júpiter y las cuatro pequeñas estrellas (satélites) que giraban a su alrededor. (Kepler introdujo el término *satélites*, derivado de la palabra *satelles* que significa "servidor de un personaje importante"). Registró durante varias noches, desde el 7 de enero hasta el 13 de marzo de 1610, la configuración de Júpiter y de sus satélites y publicó con urgencia sus observaciones en el *Sidereal Messenger* (El Mensajero Sideral), en prevención que otro investigador

enfocara su telescopio sobre el gigantesco planeta. Su breve libro fue difundido rápidamente por toda Europa y su autor pasó a ser mundialmente conocido como el más relevante filósofo natural.



Telescopio de Galileo Galilei.

Durante ese año, descubrió la extraña y peculiar forma de Saturno, que 50 años después, Christian Hyguens explicó y aclaró al visualizar la existencia de su anillo; las fases de Venus, producidas por su traslación alrededor del sol y su reflejo de la luz solar; y las manchas solares que aparecían y desaparecían de la superficie del sol, debido a su rotación; y constató que los cielos no son inmutables y están sujetos a cambios. Por esos motivos, para conmemorar los 400 años de sus descubrimientos, se iniciaron ciclos de conferencias, exposiciones y publicaciones, destacando a Galileo como el filósofo más importante de la naturaleza.

Cabe hacer otras consideraciones. En el *Sideral Messenger*, que apoyaba las teorías de Copérnico y de Galileo, el científico italiano prometió que demostraría que la Tierra es un planeta y exhibiría las *Cartas de las manchas solares*. Promesa que cumplió en un posterior escrito -denominado *Sistema del Mundo*, publicado en 1613-. En el verano de 1610, Galileo había dejado su cargo en la Universidad de Padua para asumir

los puestos de Matemático y Filósofo del Gran Duque de Toscana en Florencia, y Matemático Jefe de la Universidad de Pisa, liberado de las obligaciones de dictar clases. Había logrado todo lo que deseaba, sin embargo sus exitosos propósitos pronto e inesperadamente llegarían a transformarse en fracaso. Tan pronto empezaron sus problemas con la Santa Sede, el Gran Duque no pudo proporcionarle la protección total que recibía en Padua, en la República de Venecia.

En diciembre de 1613, en respuesta a una carta de su discípulo Benedetto Castelli en un tema concerniente a las objeciones de las Sagradas Escrituras a la teoría de Copérnico, Galileo expuso su propia visión de la Biblia y de la ciencia, con una ingeniosa interpretación explicó cómo Josué había detenido el Sol y como las Sagradas Escrituras no se contradecían con la teoría de Copérnico y que muy por el contrario, la apoyaban. Castelli hizo circular copias de esa carta, cayendo algunas en manos de enemigos de Galileo. En diciembre de 1614 el padre Niccolo Lorini dio un sermón en Florencia, criticando sus opiniones por ser contrarias a las Escrituras y enemigas de la Fe Católica, lo anterior se agravó con otras quejas presentadas en Roma ante el Santo Oficio. A comienzos de 1615, Paolo Antonio Foscarini publicó un libro, con elogiosas referencias a Galileo, demostrando que las Sagradas Escrituras apoyaban la teoría Copernicana. Lo envió al Cardenal Roberto Bellarmine, defensor de la Iglesia Católica ante los Protestantes y los Herejes. Bellarmine contestó a Foscarini con los siguientes términos que involucraban también a Galileo: "La declaración de que el Sol está en el centro del Universo y que la Tierra está en movimiento, puede considerarse solamente como una hipótesis. Mantenerla como una verdad, hace peligrar la Fe al considerar como falsas a las Sagradas Escrituras, que solamente pueden ser interpretadas por los Padres de la Iglesia y todos ellos concuerdan en que la Tierra



está inmóvil en el centro del Universo. Galileo preparó un borrador de carta para Bellarmine, en que argumentaba que los movimientos de la Tierra no son sólo una suposición, sino una realidad que puede ser demostrada, carta que nunca terminó de escribir y que jamás envió.

A fines de 1615 se habían presentado nuevas demandas en su contra en la Inquisición. Galileo se sentía molesto ante las que consideraba calumnias de sus adversarios y porque emitían opiniones erradas acerca de sus trabajos. Tomó la decisión de viajar a Roma con el propósito de defenderse de tales acusaciones y dejar en claro su correcta y piadosa intención. Si él no hubiera ido, probablemente la historia hubiera seguido un rumbo diferente. En Roma, ante la Santa Sede, hizo lo que consideraba justo: habló en la forma brillante y convincente que lo caracterizaba. Se expandió sobre la teoría de Copérnico, argumentando, demostrando y agregando otras apreciaciones. Finalmente, tales argumentos resultaron ser dañinos para su propia causa.

El Papa Paulo V encargó la solución de esta polémica al Cardenal Bellarmine, quien designó a once teólogos miembros de la Inquisición, para que se pronunciaran expresamente sobre dos importantes aspectos: la inmovilidad del Sol y la movilidad de la Tierra. El 24 de febrero de 1616, emitieron su pronunciamiento estableciendo que la primera era *“disparatada, filosóficamente absurda y formalmente herética”* por cuanto estaba expresa-

mente en contradicción con las enseñanzas de las Sagradas Escrituras. La segunda *“merece la misma censura filosófica y en lo que respecta a la verdad teológica, está en desacuerdo con la Fe”*. Lo que empezó como una diferencia de interpretación de Las Sagradas Escrituras, terminó condenando la teoría de Copérnico. En febrero, Galileo fue advertido que debía abandonar totalmente su opinión que el Sol está inmóvil en el centro del Universo y que la Tierra se mueve a su alrededor. Fue amonestado por escrito: *“en el futuro no mantener, enseñar, ni defender en modo alguno ya sea de palabra o por escrito tales ideas”*, si lo hiciera, la Inquisición procedería directamente en su contra. Galileo asintió y prometió obedecer.

Ese veredicto puso fin a su intención de validar la teoría Copernicana. Dedicó entonces su tiempo a llevar registros de los períodos de los satélites de Júpiter, con el propósito de elaborar tablas para determinar la longitud terrestre. Cuando en 1618 apareció en el firmamento un brillante cometa, inició una controversia en la publicación *Saggiatore* (El ensayador), acerca de cometas y telescopios y sobre la importancia, en materias científicas, de la Experiencia versus la Autoridad.

Luego, en 1623, su antiguo amigo y partidario en Florencia, Cardenal Maffeo Barberini, fue elegido Papa con el nombre de Urbano VIII. En una de las seis audiencias que concedió a Galileo en 1624, el Sumo Pontífice le dio a entender que ahora se le permitiría escribir

sobre el sistema del mundo, siempre que lo considerase como una hipótesis y no se implicara en la interpretación de las Sagradas Escrituras. El Papa, le recordó además, dos preguntas que le formulara en años anteriores: "Garantizando todos sus planes referentes a los cielos y el movimiento de la Tierra, ¿no posee Dios el poder y conocimientos para colocar las esferas o las estrellas de manera que todo esté a salvo?" "Y si Dios, posee el poder para distribuirlos de distinta manera, nosotros tampoco podemos objetar ese poder divino, aún cuando Dios los disponga de un solo modo". Después de escucharlo, Galileo se limitó a guardar silencio. Estas interrogantes eran mucho más que simples preguntas acerca de la ciencia por él desarrollada, constituían una severa advertencia, que le imposibilitaría la manutención y la exposición de una certeza científica.

Galileo regresó a Florencia y reinició, la elaboración de un libro que llegó a ser el *Diálogo sopra i due massimi sistemi* (El Diálogo sobre los principales Sistemas del Mundo), el Ptolomeico y el Copernicano, completado en 1630 y publicado en 1632. Se mantuvo alejado de las interpretaciones a las Sagradas Escrituras, pero no siguió fielmente la advertencia de abordar el tema como hipótesis, reconociéndola sólo ocasionalmente como tal. Lo que escribió fue un extenso argumento, cercano a las 500 páginas, para demostrar que Aristóteles estaba errado y que Copérnico estaba en lo cierto. Abordó los distintos tópicos de acuerdo al siguiente orden: movimientos circulares y la naturaleza de los cielos, qué está sujeta a cambios; la rotación diaria de la Tierra, que es evidente, y las razones por qué no ha sido detectada; el movimiento anual heliocéntrico de la Tierra, que debe tener, y constituye una realidad que puede ser demostrada; y la causa de las mareas que se debe a los movimientos diarios y anuales de la Tierra, lo que constituye una prueba de la existencia de

ambos tipos de movimiento. *El Diálogo* es brillante y preciso: Los argumentos en contra de Aristóteles son devastadores -*los aristotélicos obstinados deben ser necios*- y los argumentos de los movimientos de la Tierra son efectivos, aun cuando Galileo sabía que no eran perfectos. La mecánica Newtoniana habría de demostrar 40 años después, que algunos adolecían de defectos. Galileo había realizado justamente lo que deseaba hacer: demostrar que Aristóteles estaba equivocado y que Copérnico estaba en lo cierto. Por todo lo expuesto, esperaba lograr reconocimientos: "celebridad y gratitud".



Su libro publicado en 1632.

Recibió ambos estímulos de parte de sus amigos, pupilos y de muchos científicos de Europa, faltando el personaje que más le interesaba impresionar. Creyó que su amigo Maffeo Barberini, después de apreciar la fuerza de sus argumentos, vería la *verdad*, anularía la prohibición sobre Copérnico y felicitaría a Galileo por demostrar de una vez por todas, la validez de su sistema del mundo y por sacar a la Iglesia definitivamente de su desafortunado error. Si de algo Galileo se sentía seguro, era de la ciencia que está basada en la verdad y que sólo la verdad prevalece. Pero el Papa creía en su *propia verdad*, que Dios tiene el poder y la sabiduría de hacer las cosas de manera que nadie pueda entender y que negarlo es desafiar la omnipotencia de Dios, poniendo en peligro la Religión y la Fe. Galileo, en el *Diálogo*, había violado esa verdad tratándola en forma irónica y

factible de ser sustituida. El Papa, sintiéndose traicionado e insultado, procedió a nombrar una comisión eclesiástica con el propósito de analizar el contenido de la publicación.

En septiembre de 1632 la comisión emitió su informe de revisión del *Diálogo* presentando varias objeciones. Adicionalmente se encontró, en los archivos del Santo Oficio, de 1616, los antecedentes que establecían que Galileo había sido advertido que debía abandonar para siempre su opinión que el Sol era el centro del Universo y que la Tierra se mueve, “en el futuro no mantener, enseñar, ni defender en modo alguno ya sea de palabra o por escrito tales ideas”. Allí estaba todo lo que se requería para trasladar este asunto al Tribunal Eclesiástico, Presidido por el Papa.

Galileo, compareció desde abril hasta junio de 1633, cuatro veces ante la Inquisición. En su primera comparecencia, refutó la evidencia de los archivos, ni que hubiera recibido tal aviso o recordara tal advertencia, que él no había defendido la movilidad de la Tierra y la estabilidad del Sol y se mostró “contrario a la opinión de Copérnico por ser sus razonamientos no válidos ni convincentes”. Estas declaraciones fueron, por decir lo mínimo, inverosímiles y muy difíciles de creer. Los tres subsecuentes informes de la comisión, concluyeron que “Galileo había mantenido, enseñado y defendido la opinión de Copérnico”.

Siguieron otras tres comparecencias, lo máximo que admitió en ellas fue que estaba argumentando por Copérnico—argumentos que intentaba refutar—. Tratando de convencer con tal respuesta, denegó repetidamente los cargos en su contra. El 22 de junio, en concordancia con la orden dada por el Papa, fue declarado “vehementemente sospechoso de

herejía”, un término formal que puede interpretarse como “seriamente culpable de herejía”. La Iglesia en base a la trascendencia que ese juicio podría tener en el futuro, le dio la oportunidad, de abjurar de sus herejías, lo que Galileo finalmente hizo, dando lectura a una declaración que había sido especialmente redactada para él, con el propósito de evitarle el presidio perpetuo o algo peor.

Su sentencia incluyó la prohibición del *Diálogo*, jurando que nunca jamás mencionaría o afirmaría, mediante su palabra o por escrito, materias a través de las cuales se pudiera tener sospechas sobre su persona (vale decir la inmovilidad del Sol y la movilidad de la Tierra). Su encarcelamiento quedó sometido a la voluntad de la Inquisición.

Durante los meses siguientes la Iglesia procedió a dar lectura, ante los profesores de filosofía y matemáticas en todas las Universidades Católicas de Europa, de su sentencia y abjuración, “con el propósito se dieran cuenta del grave error cometido por Galileo y evitarles el castigo que recibirían si ellos, llegaren a seguir o apoyar tan desacertada posición”. En 1633, se permutó su presidio por arresto domiciliario en su casa en Villa Arcetri, en las vecindades de Florencia. Allí permaneció, bajo estricta vigilancia, hasta el final de su vida, con continuas advertencias que no hablase con nadie acerca de los movimientos de la Tierra.

Galileo no se mostró deprimido y soportó las severas condiciones de su confinamiento. Escribió *Discorsi E Dimostrazioni Intomo A Due Nuove Scienze Matematiche* (discursos y demostraciones sobre las dos nuevas ciencias) que en 1638, envió a Leyden para su publicación. Así logró imprimir sus descubrimientos



en mecánica —los realizados muchos años antes y que ahora fueron revisados y redactados en su forma final, y los efectuados recientemente y terminados junto con su revisión—. Como las matemáticas de Galileo, resultaban ser algo confusas o difíciles de entender, los continuadores de sus trabajos e investigaciones, contribuyeron a abreviar y clarificar sus demostraciones.

En cambio, sus discusiones en forma de diálogo son brillantes y van acompañadas de ingeniosos dibujos referentes a la mecánica, paradojas que no dejan de sorprender, como también su devastador ataque a la física aristotélica y todo lo que contiene el *Diálogo*. Cuando ese libro apareció publicado, Galileo ya estaba ciego, pese a lo cual continuó trabajando y manteniendo su correspondencia, mediante el dictado de sus cartas. A fines del año 1641 inició otro diálogo, que fue eventualmente publicado como un agregado a las *Dos Nuevas Ciencias*.

Galileo falleció el 8 de enero de 1642. Fue enterrado en la iglesia de la Santa Croce de Florencia, cerca de su padre y de sus dos hijas, las monjas Arcángela y María Celeste.

La fama imperecedera de Galileo se debe a los descubrimientos astronómicos efectuados con su telescopio, sus meditaciones acerca de la ciencia publi-

cadas en *El Mensajero*, sus argumentaciones en el *Diálogo* a favor de Copérnico y en contra de Aristóteles y su Mecánica publicada en *Las dos nuevas Ciencias*, pero por sobre todas ellas, está su condena por la Iglesia, constituyendo el evento más trascendental en la historia de la ciencia, perteneciente a su época y que hasta hoy permanece vigente. Cada vez que se presenta un conflicto, o una contradicción entre Ciencia y Religión, entre el Raciocinio y la Fe, entre lo Natural y lo Sobrenatural, vuelve a recordarse al sabio naturalista Galileo.

La *revolución* astronómica, anunciada por Copérnico y confirmada por las observaciones de Galileo, dio pie a los descubrimientos de Kepler, Descartes y Newton. Las realizaciones logradas por él señalaron el verdadero comienzo de la Física y su legado mantiene su vigor, iluminando el desarrollo científico y tecnológico de nuestros tiempos.

Galileo nunca soñó, ni imaginó, que sus observaciones de Júpiter efectuadas con la ayuda de su telescopio el año 1610, serían magnificadas millones de veces 400 años después y efectuadas simbólicamente por él mismo, desde una nave espacial que llevaría su nombre y recorrería 600 millones de kilómetros para visualizar las superficies del gigantesco planeta y de sus cuatro satélites.

* * *

BIBLIOGRAFÍA

1. "E pur si muove. La biografía de Galileo Galilei", de Zsolt v. Harsany. Editorial Compañía Editora del Plata, Buenos Aires. 1940.
2. Galileo: A life. James Reston Jr. Beard Books. Traducción publicada en Barcelona, Edición B. 2000.
3. Como la Iglesia construyó la Civilización Occidental. Thomas E. Woods. Prólogo del Cardenal Antonio Cañizares. Ciudadela libros. Madrid. 2007.
4. Renaissance Genius Galileo Galilei and His Legacy to Modern Science. David Whitehouse. EVERGREEN G. Traducción al español, "Vida y Destino de un Genio Renacentista". Publicada en China. 2009.
5. Galileo. J. L. Heilbron. Oxford University Press. 2010.