

# LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA Y EL NACIMIENTO DE LAS ACADEMIAS (1543-1687)

José Fernández-Salguero Carretero

Académico Correspondiente

---

## RESUMEN

---

### PALABRAS CLAVE

Revolución científica.  
Academias de Ciencias.

Se analiza la Revolución Científica de 1543-1687 como una de las etapas más notables para el avance de las Ciencias, siendo sus características principales el nacimiento de lo que, hoy en día, se conoce como Revista Científica, la definición del Método Científico, la creación de las Academias de Ciencias y Artes y la aparición de dos nuevas ciencias, la Física y la Biología. Igualmente se enumeran los personajes más importantes de esta época gloriosa y se da información de sus aportaciones científicas más relevantes.

---

## ABSTRACT

---

### KEYWORDS

Scientific revolution.  
Academies of -Sciences.

The Scientific Revolution of 1543-1687 is analyzed as one of the most notable stages for the advancement of Sciences, its main characteristics being the birth of what, today, is known as Scientific Revue, the definition of the Scientific Method, the creation of the Academies of Sciences and Arts and the emergence of two new sciences, Physics and Biology. Likewise, the most important figures of this glorious era are listed and information is given on their most relevant scientific contributions.

Excmo. Sr. Consejero de Universidades, Investigación e Innovación, Excmo. Sr. Presidente de la Real Academia de Córdoba, Sr. Presidente de la Real Academia Sevillana de Ciencias Veterinarias, Sra. Secretaria de la Facultad de Veterinaria, resto de autoridades presentes, cuerpo académico, compañeros y amigos todos.

**M**uchas gracias al Sr. Presidente de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba por sus palabras de presentación, incluyendo gran parte de mi trayectoria académica y méritos profesionales.

Igualmente quiero agradecer, en primer lugar, el esfuerzo del Sr. Consejero de Universidades, Investigación e Innovación, mi querido amigo José Carlos Gómez Villamando, para poder estar presente y presidir la sesión y también, en el plano personal, por sus cariñosas palabras llenas de afecto y de recuerdos del lugar donde nos encontramos, la actual sede del rectorado de la UCO y antigua sede de la Facultad de Veterinaria. Como él ha indicado, en este centro estudiamos la carrera, desarrollamos, posteriormente, una intensa labor docente y de investigación y, también, en el que estrechamos, para siempre, fuertes lazos de amistad y compañerismo.

Es un honor pronunciar este discurso para poder entrar en el cuerpo académico de la RAC como miembro correspondiente por Burguillos del Cerro (Badajoz) y se tratará de cumplir con esta distinción, aportando capacidades al desarrollo de las actividades que se lleven a cabo y al prestigio de la Institución.

Hubiera sido muy fácil haber hecho el discurso de entrada como académico correspondiente sobre muchos temas la especialidad de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, sin embargo, el tema elegido ha sido bien diferente como es, «La Revolución Científica y el nacimiento de las Academias (1543-1687)». También con él se quiere expresar la idea de que se debe tener la capacidad de tratar temas diferentes al de la propia profesión o la propia especialidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

---

El término de «Revolución Científica» se usa para describir el surgimiento de la ciencia moderna durante los siglos XVI y XVII en los que nuevas ideas y conocimiento en matemáticas, física, astronomía, biología y química transformaron las visiones antiguas sobre la realidad y sentaron las bases de la ciencia moderna. La revolución científica se inició al final de la época del Renacimiento y continuó a través del siglo XVIII, influyendo en el movimiento social intelectual conocido como la Ilustración. Si bien sus fechas son discutidas, por lo general se acepta que la revolución científica, o la primera revolución científica, comienza en 1543 cuando se publica el famoso libro de Copérnico *Sobre las revoluciones de los orbes celestes* y también otro de menor impacto, pero igualmente trascendental, del anatomista Vesalio *Sobre la estructura del cuerpo humano* y concluye este periodo en 1687 con la publicación de *Los Principios matemáticos de la filosofía natural*, de Isaac Newton. Por tanto, se va a analizar la segunda parte del siglo

XVI y casi todo el XVII. Gran parte de la información que aquí se da se ha tomado de las páginas de Wikipedia ([www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)).

Las publicaciones de Nicolás Copérnico y de Andreas Vesalio además de ser las dos obras científicas más importantes del siglo XVI también lo son por estar vinculadas al hundimiento de dos concepciones seculares, la de Galeno en medicina y la de Aristóteles-Tolomeo en astronomía. Por su parte, *Los principia* de Newton está considerada, unánimemente, como la obra más importante de la historia de las ciencias.

El término Revolución científica es, desde luego, una expresión reciente. Al parecer lo introdujo Herbert Butterfield en el año 1948 a propósito de un curso que impartió sobre *The Origins of Modern Science* y a partir de entonces ha sido aceptando por los historiadores.

Desde 1543 y durante el siglo XVII el mundo contempla cómo todos los esquemas previos fueron totalmente cambiados. La maravillosa estructura del cosmos aristotélico y cristiano estaba siendo amenazada y la certeza de la física aristotélica se había desvanecido. Las creencias metafísicas fundamentales nunca más serían incuestionables. Se gestaba un nuevo orden. La ciencia moderna relegó en parte la alquimia, la astrología, el hermetismo y la magia natural tan aceptadas durante el Renacimiento. Todo se estaba sustituyendo por una visión mecanicista y experimental liderada por Galileo, Descartes, Newton y otros, como se verá más adelante.

En esta época surgen dos instituciones eclesiásticas en Roma que van a tener bastante protagonismo. De una parte, el Santo Oficio, creado en 1542 por el papa Pablo III como un bastión contra la difusión del protestantismo y, de otra, la Congregación del Índice, en 1571, con el papa Pío V cuyo trabajo consistía en la censura de libros.

Con la creación de estas dos instituciones eclesiásticas surgen los conocidos conflictos entre ciencia e Iglesia. Muchos de estos conflictos entre la Iglesia de Roma y la Ciencia Moderna naciente también es necesario que se analicen en su justo contexto de la época en que surgieron, de acuerdo con la ortodoxia del pensamiento existente. Esta contextualización de las diferencias que surgen entre los descubrimientos científicos y la Iglesia romana se comprenden fácilmente con algunos ejemplos. Si el corpus dogmático de la Iglesia católica no se culmina en aproximadamente el 90 % hasta los siglos IX-X, hay que admitir que, de acuerdo con este recorrido del dogma de la Iglesia, hubo Papas y sus entornos que cometieron herejías. Esta situación sirve para profundizar en el sentido de que si en cuestio-

nes de fe y religión hubo Papas que se equivocaron, también es lógico que se equivocaran a lo hora de valorar muchos de los avances científicos que ya se estaban produciendo en esta época de la Revolución Científica.

Otro ejemplo que da idea de ese contexto de conflicto entre «Ciencia e Iglesia» viene determinado por las directrices absolutamente ortodoxas que se le da al clero desde las distintas órdenes religiosas. También como ejemplo nos sirve la situación de la propia Compañía de Jesús. En pocos años, desde su creación en 1540, se comenzó a considerar a los jesuitas como la orden científicamente más avanzada de la Iglesia católica, siendo su institución principal de educación superior era el prestigioso Colegio Romano. Pues bien, hay constancia que el propio General de los jesuitas Claudio Acquaviva dirigió una carta el 14 de diciembre de 1613 (por tanto, ya bien entrado el siglo XVII) a sus instituciones y a la sociedad en la que se insistía en lo que se conocía como la *Ratio studiorum*, es decir, una colección de líneas maestras de enseñanza, en las que se pedía a los profesores que en «teología» siguieran a Santo Tomás y en «filosofía» a Aristóteles. En esa época de 1613 gran parte del pensamiento aristotélico sobre física de la Naturaleza estaba claramente superado. Evidentemente algunos jesuitas tenían que seguir a Aristóteles, pero en privado eran conscientes de que muchas de las observaciones, sobre todo de Galileo, eran la carta de defunción de los aristotélicos.

Otras veces algunos conflictos con los avances científicos obedecían a cuestiones simplemente personales. Como le ocurría al profesor Christopher Clavius del Colegio Romano que era uno de los matemáticos más prestigiosos de Europa y que tuvo un papel relevante en la reforma del calendario Juliano. Pues bien, el Prof. Clavius se negaba a creer las observaciones de Galileo sobre que las manchas que aparecían en la superficie de la luna que se debían a las sombras que proyectaban las montañas iluminadas por el sol y que además había profundos cráteres. Su negativa a creer estas observaciones se debía fundamentalmente a que por su devoción mariana no podía admitir que en la representación iconográfica de María se le pusiera con sus pies sobre una luna que no fuera pura, lisa y perfecta.

Se ha señalado que las obras de Copérnico y Vesalio constituyen el punto de partida de la Ciencia Moderna, pero sería no solo injusto sino un error contemplarlas desconectadas del pasado. Por ello, los antecedentes de la Ciencia Moderna hay que buscarlos en el afán de superación de la Escolástica. La Escolástica pasa por una edad de oro en el siglo XIII con San Alberto Magno y sobre todo con Santo Tomás de Aquino en el mundo

cristiano, los árabes Averroes y Avicena y los judíos Avicibrón y Maimónides sobre todo a través de la Escuela de Traductores de Toledo. También es reseñable el nacimiento de las Universidades a finales del siglo XII y principios del XIII. Aunque las fechas exactas no se conocen, sí se sabe que surgen a través de la concesión de algún privilegio o reconocimiento oficial. Las más antiguas europeas son: Salerno, Bolonia, Regio, Montpellier, París, Oxford (disidentes de París fundan Oxford) y Cambridge (disidentes de Oxford fundan Cambridge). Y las españolas fueron: Palencia, Salamanca, Valladolid y Lérida.

En este siglo XIII, la figura medieval más importante en relación con la Historia de la Ciencia es el inglés Roger Bacon (1214-1294), un monje franciscano que fue profesor de las Universidades de París y de Oxford. En Oxford se le prohibió la enseñanza por sospechoso de herejía y sus obras fueron tachadas también de sospechosas por el propio general de los franciscanos, Jerónimo de Áscoli. R. Bacon fue uno de los primeros que se apartaron de la dialéctica escolástica, propugnando una *scientia experimentalis*, de ahí que Bacon constituye siempre una referencia del siglo XIII con una mentalidad de la época de la Revolución Científica.

En España, el valenciano Arnau de Vilanova (1240-1311) calificado como «el más notable de los médicos de Occidente medieval» también demostró interés por el estudio de la Naturaleza y las posibilidades de combinar la teoría con la experimentación. También merecen citarse al mallorquín Ramón Llull o el propio rey Alfonso X El Sabio.

Pero este auge de la Escolástica del siglo XIII no tiene continuidad en los siglos posteriores y no lo tiene porque se empieza a cuestionar las huecas abstracciones dirigidas hacia el misticismo y también por el ímpetu en el estudio de las ciencias de la Naturaleza. Estas nuevas ciencias se regían por leyes físicas y se demostraban con un lenguaje no ya de tipo filosófico-teológico sino con un lenguaje matemático y además se exigía la demostración experimental.

Entre la Escolástica y la Ciencia Moderna se encuentra el Humanismo-Renacimiento (siglo XV y sobre todo del XVI; Gutenberg inventa la imprenta en 1450). Aunque el Humanismo es en ciertos aspectos un fenómeno independiente de la Revolución Científica, de hecho, muchos humanistas no tenían gran simpatía por un verdadero despertar científico, hay sin embargo elementos dispersos que lo ensalzan. De hecho, los cambios experimentados durante el Renacimiento en el orden filosófico, so-

cial (el capitalismo como nuevo sistema de producción), económico y religioso explican también el nuevo interés por las ciencias. Así uno de los personajes que mejor encarna la conexión de la ciencia naciente durante el Renacimiento con la Revolución Científica es si dudas Leonardo da Vinci (1452-1519) que abarca y domina casi todas las ramas del saber. Fue a la vez pintor, anatomista, arquitecto, paleontólogo, botánico, escritor, escultor, filósofo, ingeniero, inventor, músico, poeta y urbanista. Leonardo es de los primeros que vuelve sus ojos a la Naturaleza para estudiarla científicamente y así, desde la observación y la experimentación, comienza a nacer el método científico moderno.

Establecida de forma breve la conexión de la Edad Media y la Edad Moderna, la denominación de Revolución Científica es la adecuada porque los avances científicos que se produjeron fueron de tal naturaleza que tuvo importantes repercusiones metodológicas, filosóficas y religiosas.

Hay un libro que se denomina *A hombros de gigantes* (Fig. 1) que se refiere a la frase que le dijo Isaac Newton, en 1676, a Robert Hooke que era presidente de la Academia «The Royal Society» de Londres, de que «había llegado tan alto por haberse subido a los hombros de gigantes» (Hawking, 2012). Con el tiempo se ha convertido en la frase más citada de la historia de la ciencia. Es decir, que la ciencia, como cualquier actividad humana decisiva para el devenir histórico, está jalónada por nombres de personas singulares tras los cuales hay miríadas de otras que, sin ser tan decisivas ni famosas, permitieron que aquellos llegaran a las cimas que alcanzaron.

En este libro *A hombros de gigantes*, Stephen Hawking prologa a cada uno de los cinco científicos siguientes: Copérnico, Galileo, Kepler, Newton y Einstein. De los cinco, cuatro vivieron y desarrollaron sus teorías en esa época de la «Revolución científica». Más que gigantes, cada figura

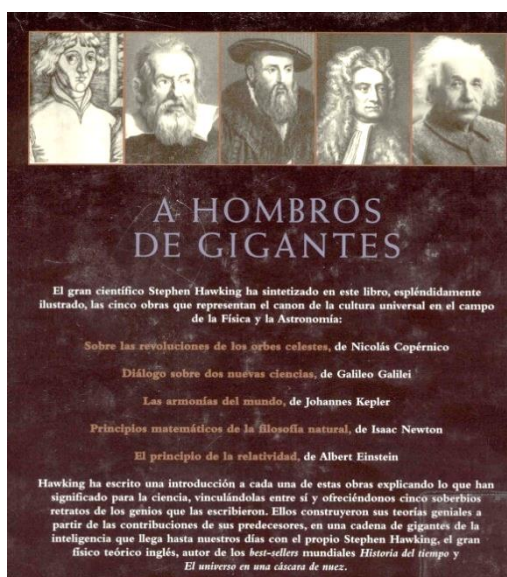


Fig. 1. Portada de *A hombros de gigantes*.

excelsa en ciencia se ha subido a una sólida pirámide formada por infinidad de otros científicos. Aunque esto es totalmente cierto, la ciencia y nuestra comprensión de la Naturaleza no avanza tan sólo edificando lenta y continuamente a partir de los trabajos anteriores. Por eso, en ocasiones alguien tiene que dar un salto intelectual a una nueva visión del mundo.

Claros ejemplos de los que dieron ese salto intelectual fueron Copérnico y el propio Newton. Copérnico con una nueva visión cosmológica frente a la tradicional de Aristóteles-Tolomeo. En la concepción geocéntrica de Aristóteles, luego perfeccionada por Tolomeo, la Tierra está en el centro y era el lugar de todo lo que cambia. A partir del círculo de la Luna, los planetas conocidos hasta entonces (Mercurio, Venus, Sol, Marte, Júpiter y Saturno) que representan lo inmutable e incorruptible desde la creación hasta el fin del mundo. Por encima de todos ellos estaba la esfera de las estrellas fijas y más allá el *Primum mobile* o «primer motor», una fuerza misteriosa (amor o, en la Edad Media, Dios) que hace que los astros giren alrededor de la tierra una vez cada veinticuatro horas.

En la teoría cosmológica de Copérnico, el Sol está en el centro con la Tierra y la Luna y el resto de los planetas alrededor. Copérnico demostró el doble movimiento de la Tierra, su rotación diaria sobre su eje y su traslación anual alrededor del Sol. Esta concepción Heliocéntrica (aunque para ser exacto no era heliocéntrica sino heliostática, es decir con el sol estático, pero no exactamente en el centro del universo sino muy próximo al centro) produjo tal impacto en la concepción del universo que aún se hace referencia al «cambio copernicano» cuando se quiere indicar que algo ha cambiado 180°C. La aportación científica de Copérnico sólo es comparable, en el impacto sobre la ciencia, a la enunciación de la Ley de la Gravitación Universal de Isaac Newton con su famosa ecuación que establece: que la fuerza con que se atraen dos cuerpos es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que hay entre los centros de dichos cuerpos multiplicado por el valor de la gravedad. Para elaborar esta ley Newton utilizó la tercera Ley de Kepler sobre los movimientos planetarios y no la famosa leyenda de que la descubrió cuando le cayó una manzana en la cabeza. Newton reconocía así que la gravitación es universal, que una sola fuerza, la misma fuerza, hace que una manzana caiga al suelo y que la Luna gire alrededor de la Tierra. Antes de esto muchos creían que la gravedad emanaba del Sol en todas las direcciones. Cuando Kepler descubrió su Ley sobre los movimientos planetarios le produjo tal júbilo y estaba tan seguro de la verdad,

que escribió lo siguiente: «La suerte está echada y escribo el libro para ser leído ahora o en la posteridad, no importa cuándo. Puede esperar más de un siglo a su lectura tal como Dios mismo ha esperado seis mil años para encontrar mi testimonio». Estas leyes de Kepler la estudian todos los estudiantes de física en el Bachillerato.

Con esta Ley de la gravitación universal deja de tener sentido el concepto tolemeico del *Primum mobile*. Calculó el valor de la aceleración de la gravedad o  $G = 9,8088 \text{ m/s}^2$  a nivel del mar y en la latitud de París. La medida exacta, con la balanza de torsión, la hizo Henry Cavendish varias décadas después. El salto cualitativo propugnado por Copérnico o Newton solo es comparable a la más cercana teoría de la relatividad de Albert Einstein cuando estableció su ecuación de que la energía es igual a la masa o materia por la velocidad de la luz al cuadrado en el vacío  $E = m c^2$ .

Otro ejemplo del impacto de los descubrimientos realizados en la época de la Revolución Científica también se demuestra en el contenido del libro del Prof. Manuel Lozano, catedrático de la Universidad de Sevilla, en su libro *De Arquímedes a Einstein: los diez experimentos más bellos de la física* (Lozano, 2005). Un historiador norteamericano de la ciencia, Robert Grease, hizo una encuesta entre los mejores físicos de EE.UU. sobre cuáles eran los experimentos más bellos de la física. De las más de doscientas respuestas que recibió se publicó un ranking en la revista *Physics World* de la que pasó a las páginas del *New York Times* y también a la de otros periódicos europeos. Por experimento más bello se entendía la máxima simplicidad de medios para realizarlo y la gran capacidad para cambiar el pensamiento de la época que ofrecieron sus conclusiones. Es decir, los experimentos que, con menos medios materiales, habían conseguido unir belleza e inteligencia.

Durante el periodo de la Revolución Científica se votaron tres experimentos. Dos de Galileo y uno de Newton. Los de Galileo fueron la caída libre de los cuerpos que lo realizó experimentalmente tirando objetos desde la Torre de Pisa, en su ciudad natal. Aristóteles proclamó que los objetos más pesados llegaban primero al suelo, pero Galileo demostró que no es así, se mueven con la misma aceleración: la de la gravedad (Fig. 2).

En segundo experimento de Galileo fue la trayectoria parabólica de la caída de los cuerpos sobre planos inclinados. El experimento de Newton fue la descomposición de la luz al ser refractada al atravesar un prisma, descomponiéndose en el espectro visible. De esta forma interpretó el enigma del arco iris (Fig. 3).



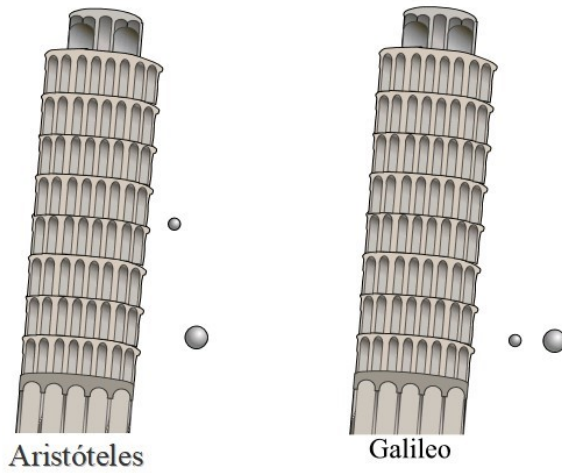


Fig. 2. Aristóteles proclamó que los objetos más pesados llegaban primero al suelo, pero Galileo demostró que no es así. Se mueven con la misma aceleración: la de la gravedad.



Fig. 3. La descomposición de la luz al ser refractada al atravesar un prisma, descomponiéndose en el espectro visible. De esta forma interpretó el enigma el arco iris.

## 2. CARACTERÍSTICAS DE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA

---

Con estos antecedentes se puede decir que las características principales de la revolución científica fueron:

- Creación de lo que hoy conocemos como revista científica.
- Definición y comprensión del método científico.
- Creación y establecimiento de las Academias de ciencias.
- Aparición de dos nuevas ciencias: la Física y la Biología.

## 2.1. REVISTA CIENTÍFICA

Los filósofos experimentales inventaron lo que hoy se conoce como revista científica. La primera de estas revistas fue *Philosophical Transactions* (no como transacciones o negocios, sino como actas o memorias), publicada por The Royal Society de Londres, cuyo primer número se publicó en 1665 (Fig. 4) y aún perdura en la actualidad (con una breve interrupción entre 1678 y 1683 por dificultades económicas). Todas las academias de ciencias recogieron en publicaciones sus actividades y, por tanto, constituyó el germen de las publicaciones científicas periódicas que se fueron consolidando en las distintas ramas de la ciencia.

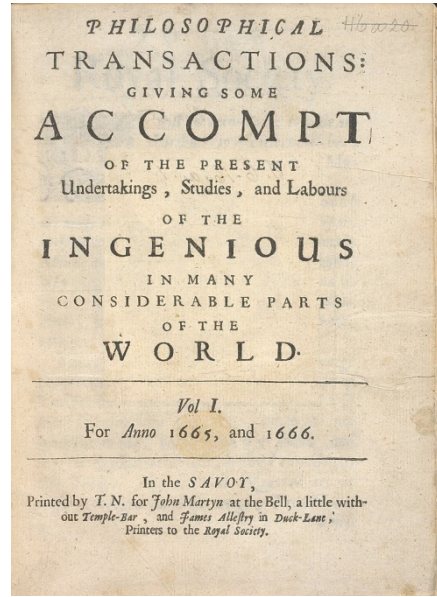


Fig. 4. Revista *Philosophical Transactions*, publicada por The Royal Society de Londres.

## 2.2. MÉTODO CIENTÍFICO

Hay que indicar que ciencia es conocimiento adquirido con un método adecuado. Etimológicamente método es la vía o camino utilizado para alcanzar un fin. Antes de la Revolución científica había que creer lo que las personas de autoridad decían y no se podía cuestionar nada.

De forma resumida el método consiste en observar los hechos significativos, sentar hipótesis que, si son verdaderas, expliquen esos hechos y deducir de esas hipótesis consecuencias (tesis) que pueden ponerse a prueba (por la observación, la experimentación o la investigación) y además pueden predecirse hechos futuros. En la estructuración de cómo llevar a cabo

el método experimental hay dos figuras que destacan sobre las demás: el inglés Sir Francis Bacon y René Descartes.

#### FRANCIS BACON (1561-1626)

Canciller de Inglaterra, político con Jacobo I, se consagró en los últimos años a la filosofía y a la ciencia. Su filosofía estriba en la sustitución de la antigua lógica apriorística y deductiva por una nueva lógica experimental e inductiva. Describe cómo se debe organizar racional y metódicamente la experimentación. Sir Francis Bacon quiso experimentar que el hielo podía ser una alternativa a la conservación de la carne junto a la desecación y la salazón. Así, le prepararon varias canales de gallina a las que le introdujo hielo por la cavidad abdominal para comprobar que de esta forma no apestarían en, al menos, cuatro días, pero con tan mala fortuna que al recoger el hielo de un nevero de la montaña cogió una neumonía que le produjo la muerte en sólo tres días, así que no pudo observar si su experimento tuvo éxito.

#### RENÉ DESCARTES (1596-1650)

Recibió una esmerada educación con los jesuitas y posteriormente se licenció en derecho por la Universidad de Poitiers (Carrier, 1994). Vivió veinte años en Holanda donde escribió sus mejores obras, entre ellas su famoso *Discurso del método*, en 1637. Su larga permanencia en Holanda probablemente se debió a que allí podía vivir en un entorno donde la amenaza del Santo Oficio era menos poderosa que en la católica Francia. No obstante, renunció a la publicación de su libro *El Mundo* en 1634 debido a la reciente condena de Galileo, que como se verá más adelante tuvo lugar un año antes, en 1633. Destacó en óptica, álgebra, mecánica e incluso en filosofía. Sus detractores le acusaron de ateísmo y de calumnias. Se exilió en Suecia en 1649 bajo la protección de la reina Cristina y un año después murió a los 53 años. Los libros de Descartes fueron incluidos en el Índice.

Descartes es el que le da al método científico forma magistral en su célebre *Discurso del método* que se conoce como Método Cartesiano. Descartes reconoce que las matemáticas era la única ciencia que le proporcionaba certeza y evidencia en sus razonamientos. Descartes duda de todo menos de las matemáticas y de Dios. Aunque sin demasiado fervor, Descartes fue un católico fiel a Roma e intentó mantenerse alejado de las controversias

teológicas. Tanto Descartes como Galileo buscaban fundar con la razón y la experimentación la imagen cristiana del mundo, pero los teólogos de Roma se empeñaban en basarla solamente en la fe y en la literalidad de las Escrituras.

### 2.3. CREACIÓN DE LAS ACADEMIAS DE CIENCIAS

La tercera característica de la Revolución Científica fue la creación de la Academias de Ciencias y Artes. La revolución científica no se desarrolla sustancialmente en el seno de la universidad. Por el contrario, coincide con un periodo de decadencia de dicha institución en todos los países. El concepto de investigación organizada no empezó claramente hasta el siglo XVII con la creación de las academias siguientes:

- Academia dei Lincei o de Los linceos,
- Academia de Deti (1657-1667; por Giovanni Battista Deti sobrino del Papa Clemente VIII),
- Florentina Academia del Cimento (1657),
- La Royal Society de Londres (1662),
- La Académie des Sciences de Paris (1666), y
- La Academia de Berlín (1700).

A partir del siglo XVIII la Revolución científica deja de ser un movimiento exclusivamente europeo, y así, en 1743, el Nuevo mundo entra a formar parte activa del curso de la ciencia con la creación de la *American Philosophical Society* en Filadelfia por Benjamín Franklin.

Sólo unas palabras sobre la Academia de los Linceos, la del Cimento, la Academia de Ciencias de Paris y la Royal Society de Londres.

#### 2.3.1. LA ACADEMIA DE LOS LINCES (DE AGUDA VISTA, 1601-1630)

La fundó el Duque Federico Cesi en Roma en 1601 y desarrolló una importante actividad científica y cultural. A Galileo se le nombra miembro de la academia y le publican dos obras: *Cartas sobre las manchas solares*, en 1613, que tuvo que corregir en varios pasajes por indicación de los censores, y *El ensayador*, en 1623. Con este libro, la anécdota es que Galileo lo escribe como respuesta a una crítica que había recibido del jesuita Orazio Grassi. Con el título *El ensayador (Il Saggiatore*, en italiano) le quería decir a Grassi que era un aficionado, un peso ligero. Sin embargo, la prosa de Galileo en esta obra se convirtió en uno de los logros más acabados del

Barroco italiano (el libro le encantó al Papa Urbano VIII que fue el que luego lo condenó). Grassi, que en ese momento era Rector del Colegio jesuita de Siena, le replicó en otra publicación que la llamó *Il Assaggiatore* parecido al ensayador *Il Saggiatore* pero que aquél significa El Catador de Vino (como diciendo que cuando lo escribió estaba borracho). Esto provocó la ira de Galileo que con este y otros encontronazos se produce un paulatino distanciamiento con los jesuitas que tan bien le había con ellos hasta ese momento.

### 2.3.2. LA ACADEMIA DEL CIMENTO (1657-1667)

Nació en Florencia en 1657 promovida por la familia Médicis (Duques de Toscana) con el objetivo de relanzar la ciencia de Galileo después de su condena en 1633. Con la condena de Galileo el aristotelismo y el tradicionalismo intelectual habían ganado y no solo frente al heliocentrismo sino también frente a todo proyecto científico de carácter innovador.

De los trabajos más conocidos que se presentaron en la Academia uno fue el de Evangelista Torricelli sobre la presión atmosférica (determinó los famosos 760 mm de Hg). Otro de los trabajos que se presentó en la Academia fue el descubrimiento por Huygens, en 1657, de los anillos de Saturno, que ya había intuido Galileo, y la teoría copernicana. A Huygens (que era holandés y un copernicano protestante) le replicó el jesuita Honoré Fabri negando rotundamente la hipótesis de los anillos de Saturno y denunciando amenazadoramente el copernicanismo del libro. Estas dos teorías se discutieron en la Academia y una comisión creada al efecto dio la razón a Huygens.

El lema de la Academia era *Provando e Riprovando*. Así se construye la ciencia probando, probando y comprobado unas veces para confirmar y otras para rectificar. Un ejemplo muy cercano es que, si no se hubiera comprobado el contenido en hierro de las espinacas, probablemente todavía se estaría creyendo en las excentricidades de Popeye (una secretaria al transcribir los datos se equivocó y puso la coma un lugar más a la derecha y, por tanto, sin querer, lo multiplicó por 10).

### 2.3.3. ACADEMIE DES SCIENCES DE PARIS

Fue creada en 1666 bajo el reinado de Luis XIV y es una de las cinco Academias que constituyen, hoy en día, el Instituto de Francia. Cuerpo restringido de dos o tres docenas de profesionales. Había cierto escalafón y

entraban jóvenes ayudantes meritorios en proyectos de investigación lo que contribuyó a ser el primer sistema serio de formación científica de investigadores. De carácter estatal y con presupuesto especial, los científicos cobraban por pertenecer y tenía miembros extranjeros como Huygens, Cassini y otros, que se les exigía que vivieran en París. Publicaba sus resultados en el *Journal des Sçavans*.

En 1699 la Academia se convirtió en un Instituto de investigación organizado en secciones especializadas. En una expedición científica organizada por la Academia colaboraron dos españoles (Jorge Juan y Antonio de Ulloa) para ver si la Tierra se achataba por los polos como decía Newton a consecuencia del efecto de rotación o si justo pasaba lo contrario como decía Cassini.

#### 2.3.4. THE ROYAL SOCIETY

La Sociedad Real de Londres, ocupa un lugar único en la historia de las ciencias. Se fundó el 28 de diciembre de 1660, el año de la Restauración de la monarquía tras la revolución parlamentaria de Cromwell. Pero sus raíces arrancan en 1645, cuando un grupo de jóvenes entusiastas comenzaron a reunirse periódicamente en una posada de Londres, denominándose «Colegio Invisible». El 15 de julio de 1662 se recibió una notificación del rey Carlos II que consolidaba la denominación de *The Royal Society* para impulsar el progreso del trabajo experimental en los conocimientos físico-matemáticos. Entre sus características se distinguían las siguientes:

- Había la figura de *curator* (conservador), comisario de experimentos. El *curator* tenía como misión dinamizar la actividad de la academia, de forma que, si no había petición de presentar algún experimento o conferencia, él se encargaba de presentar los experimentos.
- Las actas de las reuniones se recogían en el *Journal Book*. Y posteriormente apareció el primer número de la revista científica *Philosophical Transactions*.
- Aproximadamente un 30 % se elegían a extranjeros de relevancia científica.
- El lema de la academia era *Nullius in verba* (por las palabras de nadie – tomada de las Epístolas de Horacio «no me siento obligado a jurar por las palabras de maestro alguno»). De ahí que no se admitían dogmatismos generales, ni retórica, etc., sino hechos de la Naturaleza, experimentos de física, observaciones astronómicas, principios matemáticos, etc.

### 2.3.5. ACTIVIDAD CIENTÍFICA INSTITUCIONAL EN ESPAÑA

Esta actividad científica en España no es desdeñable, organizándose fundamentalmente en un primer periodo con los Reyes Católicos y la Casa de Contratación de Sevilla, y en un segundo periodo, en tiempos de Felipe II, con la creación del Real Consejo de Indias.

Para formar matemáticos, se crea en Madrid en 1582, por Felipe II, la Real Academia de Matemáticas, Arte de arquitectura y otras Ciencias, que luego se denominó Academia Real de Matemáticas y constituyó un magnífico ejemplo de institucionalización de la ciencia en España del siglo XVI y pionera en Europa. Sus enseñanzas en sus aspectos teóricos eran análogas a las de la cátedra de Astrología y Matemática de Salamanca y también a los de la cátedra de la Casa de Contratación de Sevilla. Durante algunos años además de cosmografía se enseñaba materias de artillería, fortificación y práctica militar. Además de la publicación de numerosos libros sobre navegación, cartografía, geografía, etc., también destacó por las numerosas obras que se tradujeron al castellano de Euclides, Arquímedes, Ptolomeo, Tartaglia, Copérnico, Galileo, etc. Con distintas alternativas se extinguió en 1697. En 1730 Felipe V volvió a crear la Cátedra de matemáticas que también fue igualmente efímera.

Sobre las universidades españolas solo resaltar que la de Salamanca no sólo fue la pionera en enseñar la teoría de Copérnico sino la primera en aceptarla en 1594 ya que proporcionaba medidas más exactas para los cálculos astronómicos que la teoría geocéntrica. Aunque se mantuvo así durante mucho tiempo, a finales del siglo XVII las obras de Copérnico y Galileo fueron prohibidas de la enseñanza salmantina.

## 2.4. APARICIÓN DE DOS NUEVAS CIENCIAS: LA FÍSICA Y LA BIOLOGÍA

Si antes de Copérnico y Vesalio todo era filosofía y teología, con sus publicaciones ya comentadas de 1543 aparece otras dos ciencias que son las señas de identidad del siglo XVII: la Física y la Biología.

### 2.4.1. RAMA DE BIOLOGÍA

En el desarrollo de las ciencias biológicas jugó un papel importante el descubrimiento del microscopio. Al parecer no está claro su inventor, pero Antonie Van Leeuwenhoek (1632-1723) fue el primero que investigó sobre los microorganismos, también observó los glóbulos rojos, los

espermatozoides, los ojos compuestos de los insectos, etc. En esta rama destacan Vesalio y Harvey (Fig. 5).

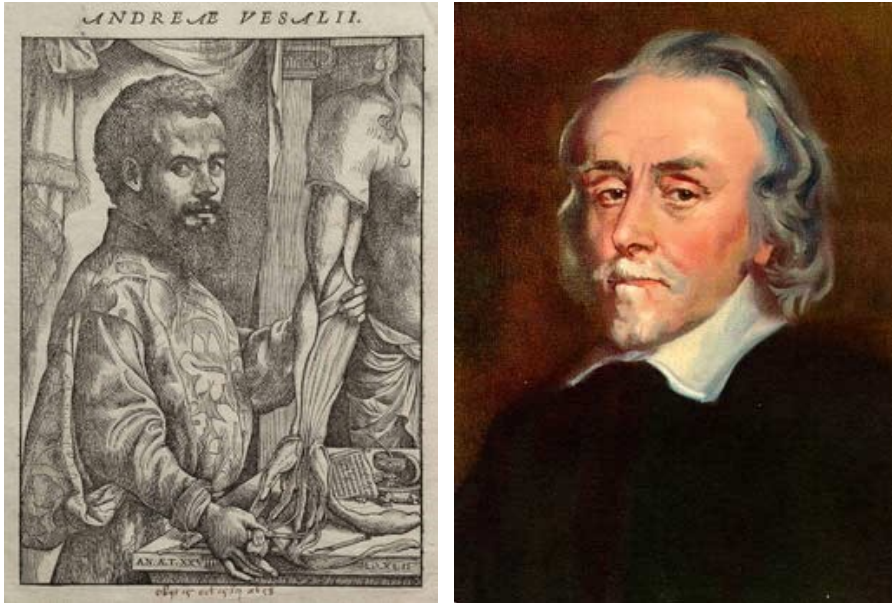


Fig. 5. Los dos grandes científicos de la rama biológica: Vesalio (izqda.) y Harvey (dcha.)

#### ANDRÉS VESALIO (BRUSELAS 1514- ISLA DE ZANTE, GRECIA 1564)

Profesor de Lovaina a los 18 años. Luego fue catedrático de Anatomía en la Universidad de Padua. También estuvo en las Universidades de Bolonia y de Pisa. Fue nombrado médico de Carlos V (1544), posteriormente fue acusado de ateo y de hacer vivisecciones, siendo juzgado por el tribunal de la Inquisición y condenado a muerte (1561). Felipe II consiguió que se conmutara la pena de muerte por un peregrinaje a Jerusalén y a su regreso murió tras un naufragio en la isla de Zante.

#### WILLIAM HARVEY

Médico inglés (1578-1657). Su fama se debe al descubrimiento de la circulación sistémica de la sangre. Sobre las observaciones de Miguel Servet, Colombo y Aranzio, Harvey completó, verificó y demostró irrefutablemente el mecanismo de la circulación de la sangre en los circuitos mayor y menor.



Afirma en su libro que el corazón es de naturaleza muscular y que se contrae espontánea y rítmicamente con lo que impulsa la sangre por las arterias. Destruye la vieja idea de que la sangre se forma en el hígado a partir de los alimentos, refuta la doble circulación en las venas, demuestra la pulsación de las arterias, que la sangre arterial alimenta al cuerpo y la venosa es impura, etc. Plantea la hipótesis del sistema capilar como conexión entre el sistema arterial y venoso que después demostrara Malpighi con la ayuda del microscopio. No entiende cómo los alimentos pasan a la sangre ni el papel de la respiración. También publicó muchos trabajos sobre embriología y anatomía.

Con menor significación que los anteriores se pueden citar en el mundo de las ciencias biológicas a los españoles: Al segoviano Andrés Laguna (1499-1559), médico, humanista, especialmente dedicado a la farmacología y a la botánica médica. También a Francisco Hernández (1515-1587) que fue médico de Felipe II y un eminente botánico. Protagonizó quizás la primera expedición científica al Nuevo mundo durante 7 años, y a Miguel Servet (1511-1553), que su mayor aportación fue postular la circulación menor de la sangre (corazón - arteria pulmonar - pulmones - vena pulmonar). Tuvo problemas con los teólogos de la Sorbona. Se creó enemigos tanto entre los católicos como entre los protestantes. Después de estar encarcelado y escaparse, Calvino lo denunció y un tribunal de la Inquisición de Ginebra lo condenó a morir en la hoguera el 27 de octubre de 1553.

#### 2.4.2. RAMA DE FÍSICA

En el desarrollo de la Física fue esencial el telescopio (Fig. 6), lo mismo que Ciencias Biológicas lo había sido el microscopio. También el telescopio procedía de los Países Bajos. Galileo utilizó un telescopio primitivo que lo perfeccionó y lo utilizó por primera vez para mirar al cielo y hacer sus grandes descubrimientos. Con el telescopio, primero de quince aumentos y luego de veinte, interpretó correctamente las manchas lunares, descubrió más de quinientas estrellas que nunca habían sido vista por el ojo humano y también descubrió la Vía Láctea.

A medida que se fue avanzado se perfeccionó el telescopio y así para evitar la aberración cromática, Newton introdujo el telescopio de reflexión o telescopio de Newton. Aunque nada comparado con los telescopios actuales, como el Hubble (en honor al astrónomo norteamericano

Edwin Hubble, que en 1923 descubre la naturaleza de las galaxias y en 1929 establece la expansión del universo) y otros. Uno de los últimos lanzados al espacio ha sido el Euclides, en honor del matemático y geómetra griego, que fue lanzado al espacio el 1 de julio de 2023.



Fig. 6. Telescopio de Galileo (izqda.) y de reflexión de Newton (dcha.)

Para finalizar unas pinceladas sobre la personalidad y las aportaciones de los tres científicos más decisivos, de la rama de la Física, en la historia de las Ciencias: Copérnico, Newton y Galileo (Fig. 7). Aunque antes, también merece citar a los españoles Diego de Zúñiga (1536-1600), un monje agustino, que fue de los pocos que aceptaron la teoría copernicana y se da la circunstancia que ocupó la cátedra de Sagradas Escrituras de la Universidad de Osuna. Y a Jerónimo de Ayanz y Beaumont (1553 -1613) que sirvió al rey Felipe II. Fue autor de más de 50 invenciones, aunque desgraciadamente su nombre cayó en el olvido. Realizó grandes invenciones en metalurgia, diseñó balanzas de precisión, nuevos tipos de molinos, equipos de buceo, diseño de submarino, máquinas que aprovechan energía del vapor de agua, etc.

#### NICOLÁS COPÉRNICO

Nació en Polonia (Torúm, 1473-Frauenburg, 1543) pero pasó mucho tiempo en Italia. Su tesis heliocéntrica o heliostática, establecida ya en la antigüedad por Aristarco de Santos, no sólo contradecía a la teoría geocéntrica de Aristóteles-Tolomeo si no, lo que era peor, desplazaba al hombre del centro del universo, poniendo en entredicho la teología cristiana. Se le

considera el fundador de la astronomía moderna. Hijo de un rico comerciante, estudió astronomía en Cracovia y luego pasó a Italia donde estudió derecho y astronomía en la universidad de Bolonia. En 1500 pasó a Roma para enseñar astronomía y frecuentó la curia vaticana. En 1501 se le nombra canónigo de la catedral de Frauenburg, aunque obtuvo autorización para estudiar medicina en la universidad de Padua y se graduó como doctor en 1503 en la universidad de Ferrara.

En astronomía, demostró que los movimientos aparentes del sol y de las estrellas se podían explicar admitiendo el doble movimiento de la tierra, su rotación diaria sobre su eje y su traslación anual alrededor del Sol. Copérnico, para no tener problemas con la Iglesia, planteó su teoría como hipótesis y aclarando que no trataba de reinterpretar las Escrituras. Se resistió a publicar su obra principal *De revolutionibus orbium coelestium* temeroso de la censura eclesiástica. Aunque las sugerencias de Copérnico bastaban para eliminar la teoría de Tolomeo, los fuertes soportes teológicos de ésta se opusieron tenazmente al cambio. Así la teoría de Copérnico se consideró herética y su obra fundamental, prohibida. En aquellos momentos Lutero también se opuso a esta teoría afirmando que Josué mandó detenerse al Sol y no a la Tierra. En idéntico sentido se manifestó Calvino.

Copérnico se resistió a publicar su obra principal, temeroso de la censura eclesiástica, porque, en el fondo, era profundamente religioso. Fue un alumno suyo el alemán Georg J. Rheticus quien en 1540 colaboró en la edición que por fin salió en 1543 y se dice que Copérnico murió con un ejemplar de la obra en sus manos. En agosto de 2005 se encontró el cuerpo de Copérnico en un altar de la Iglesia de Frauenburg al que se le han practicado las técnicas del ADN para su identificación.

#### ISAAC NEWTON

Nació el 4 de enero de 1643 del calendario Gregoriano que corresponde al 25 de diciembre de 1962 del Juliano (Inglaterra no aceptó el calendario gregoriano de 1581 hasta casi dos siglos después, en 1752). Cuando aún era estudiante de Cambridge anotó una frase, en latín, en su cuaderno de escolástica, que decía así: *Amicus Plato, amicus Aristóteles, magis amica veritas* (Platón es mi amigo, Aristóteles es mi amigo, pero mi mejor amigo es la verdad).

Más tarde sería profesor del propio Trinity College de Cambridge y entre 1665 y 1667, que estuvo cerrada la Universidad por la peste bubónica.

ca, realizó sus descubrimientos más trascendentales: la naturaleza de la luz blanca, el cálculo infinitesimal (junto con el alemán Leibniz) y la teoría de la gravitación universal, entre otras. Pero para ser profesor del Trinity College había que tomar los hábitos (ser sacerdote), no obstante, Newton, que no era muy religioso, consiguió que le eximiesen de esa obligación.

Newton es con mucho el mejor físico, matemático y astrónomo de su época. Para muchos, Newton es el intelectual más completo que ha dado la humanidad y su obra la más decisiva para el devenir de la misma. Su obra presenta tres grandes cumbres jamás alcanzada simultáneamente por ningún ser humano la teoría, la experimentación y las matemáticas. Pero junto a estos aspectos científicos también hay que decir que en el plano personal alcanzó unas elevadas cotas de neurosis y mezquindad. Probablemente, sus coqueteos con la Alquimia podían deberse a que se le había nombrado director de la Real Casa de la Moneda en Londres. Estuvo muchos años como presidente de la Royal Society, fue nombrado Caballero por la reina y murió en 1727, siendo enterrado en la Abadía de Westminster. Tal como se había propuesto, no tuvo rival en el campo de la ciencia.

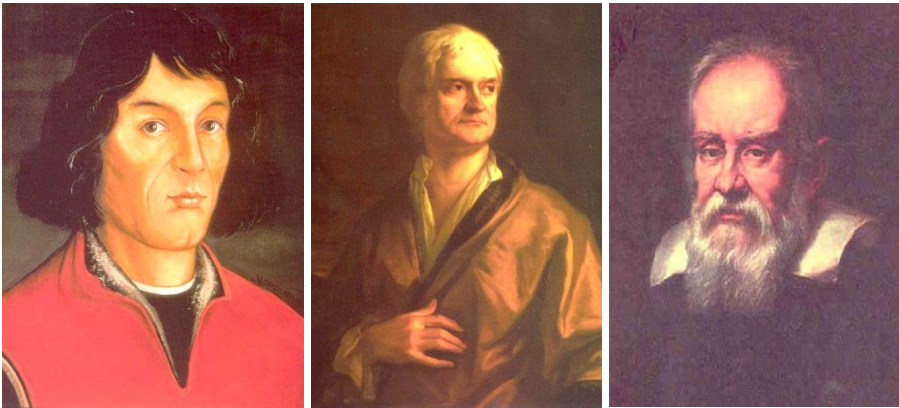


Fig. 7. Los tres grandes científicos de la rama de la Física (de izqda. a dcha.): Copérnico, Newton y Galileo.

#### GALILEO, GALILEI (PISA 1564-ARCETRI 1642)

Es seguramente el personaje más representativo de la Revolución Científica. Ocupó la cátedra de Matemáticas de la Universidad de Pisa, más tarde pasó a la Universidad de Padua y en 1610 el Gran Duque de Toscana lo nombró filósofo y matemático del Ducado.

A partir de 1610 empiezan las primeras andanadas de denuncia contra Galileo de que sus enseñanzas contradecían a las Sagradas Escrituras, siendo algunas de ellas emitidas desde los púlpitos. En 1616, después de analizar las teorías de Galileo, el Papa Pablo V decide que debían exhortarle a que abandonara el copernicanismo. En caso de que rehusara, el Comisario del Santo Oficio debería ordenarle formalmente, en presencia de un notario, que se abstuviera de enseñar, defender o incluso discutir el copernicanismo. Si volvía a rehusar, debía ser encarcelado (Redondi, 1994).

Es posible que a Urbano VIII le convencieran de que no condenar el copernicanismo llevaba implícito tres posibles consecuencias: primero, que habría que interpretar algunos pasajes bíblicos; segundo, que la tierra y el hombre ya no eran el centro del universo, con la posibilidad de otras vidas inteligentes, y con la consecuencia que se derivaría del pecado original, la Encarnación y la Redención y tercero, que era admitir que la filosofía aristotélica estaba equivocada y que había sido utilizada para desarrollar gran parte de la teología y de la filosofía de Santo Tomás de Aquino.

No obstante, en 1624, Galileo vuelve con *El discurso sobre las mareas* para demostrar el movimiento de la tierra (Atkins, 2003). Ante la oposición de la censura para que se utilizara ese título lo cambió y modificó parte de su contenido, y ahora lo tituló *Diálogo sobre los dos grandes sistemas del mundo* que representa la obra maestra de Galileo. El Papa Urbano VIII ordena que se paralice la comercialización del libro. Posteriormente se somete a varios interrogatorios en Roma y al final, el 22 de junio de 1633, se le lleva a una sala adjunta a la Iglesia de Santa María Sopra Minerva, se le dijo que se arrodillase y se le leyó la condena:

Por lo manifestado en el proceso y confesado por ti mismo ... El Santo Oficio te ha encontrado vehementemente sospechoso de herejía, o sea, de haber sostenido y creído la doctrina falsa y contraria a las Sagradas y divinas Escrituras, de que el Sol es el centro de la Tierra y no se mueve de oriente a occidente, y que la tierra se mueve y no es el centro del mundo, y que se pueda sostener y defender como probable una opinión después de haber sido declarada y definida contraria a la Sangrada Escritura.

Para terminar, hay que resaltar lo que declaró algunos años después de ser condenado por la Inquisición y que refleja cómo en sus investigaciones primó la ética de tratar de descubrir la verdad que ir en contra de la Iglesia y de los Santos Padres. Decía así:

Tengo dos fuentes de consuelo perpetuo. Primero, que en mis escritos no se puede encontrar la más ligera sombra de irreverencia hacia la Santa Iglesia; y segundo, el testimonio de mi propia conciencia, que sólo yo en la tierra y Dios en los cielos conocemos a fondo. Y Él sabe que en esta causa por la cual sufro, aunque muchos hayan podido hablar con más conocimiento, ninguno, ni siquiera los Santos Padres, han hablado con más piedad o con mayor celo por la Iglesia que yo.

Después de la condena, en junio de 1633, vive bajo arresto domiciliario, humillado como persona y como científico. En sus últimos años Galileo se queda prácticamente ciego. Después de unos meses de estar enfermo muere en Arcetri el 8 de enero de 1642, a los 78 años de edad, y es enterrado en la Iglesia de la Santa Cruz de Florencia.

### 3. CONCLUSIÓN

---

Con este breve y rápido recorrido por una de las épocas más notables y gloriosas de la historia de las Ciencias, la Humanidad no sería la misma sin esos hombres que hicieron avanzar el conocimiento a zancadas: exploradores, físicos, anatomistas, biólogos, matemáticos, etc., científicos en general, que trazaron un mapa de «horizontes lejanos» para llevar al hombre desde las cavernas al espacio.

### BIBLIOGRAFÍA

---

ATKINS, Peter: *El dedo de Galileo. Las Diez grandes ideas de la Ciencia*. Pozuelo de Alarcón (Madrid), Ed. Espasa Calpe, S.A., 2003 (2ª ed.).

BELTRÁN MARI, Antonio: *Talento y Poder. Historia de las relaciones entre Galileo y la Iglesia Católica*. Pamplona, Ed. Laetoli, S.L., 2006.

CARRIER VÉLEZ, Jorge (traductor): *El Discurso del método*. Barcelona, Ed. Edicomunicación, S.A., 1994.

HAWKING, Stephen (ed. comentada por): *A hombros de gigantes. Las grandes obras de la Física y la Astronomía*. Barcelona, Ed. Crítica, 2012 (3ª impresión).

LOZANO LEIVA, Manuel: *De Arquímedes a Einstein: los diez experimentos más bellos de la física*. Madrid, Ed. Debate, 2005.

MÚÑOZ SANTOJA, José: *Newton. El umbral de la ciencia moderna*. Tres Cantos (Madrid), Nivola Libros y Ediciones, S.L., 2005 (2ª ed.).

REDONDI, Pietro: *Galileo herético*. Madrid, Alianza, 1994.

[www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)