

Descubrimientos Científicos y Tecnológicos de los siglos XV – XVII

Introducción

El Renacimiento fue el periodo de la historia europea que se caracterizó por un renovado interés por el pasado grecorromano clásico y especialmente por su arte. El renacimiento comenzó en Italia en el siglo XIV y se difundió por el resto de Europa durante los siglos XV y XVI. En este periodo, la fragmentaria sociedad feudal de la edad media se transformó en una sociedad dominada progresivamente por instituciones políticas centralizadas, con una economía urbana y mercantil, en la que se desarrolló el mecenazgo de la educación, de las artes y de la música.

También se hicieron progresos en medicina y anatomía, especialmente tras la traducción, en los siglos XV y XVI, de numerosos trabajos de Hipócrates y Galeno; también fueron traducidos en el siglo XVI algunos de los más avanzados tratados griegos sobre matemáticas. Entre los avances realizados destacaron la solución de ecuaciones cúbicas y la innovadora astronomía de Nicolás Copérnico, Tycho Brahe y Johannes Kepler. A finales del siglo XVI, Galileo ya había dado un paso fundamental al aplicar modelos matemáticos a la física. La geografía se transformó gracias a los conocimientos empíricos adquiridos a través de las exploraciones y los descubrimientos de nuevos continentes y por las primeras traducciones de las obras de Tolomeo y Estrabón.



Georgius Agricola (1494–1555), científico alemán, considerado generalmente como el fundador de la mineralogía. Fue uno de los primeros científicos que basó sus teorías en la observación en vez de en la especulación. Nació en Sajonia y su verdadero nombre era Georg Bauer; Georgius Agricola es la forma latina. Estudió medicina en Italia y en 1527 se convirtió en médico en el centro de minería de Joachimsthal. Agricola, sin embargo, pasó la mayor parte de su vida estudiando mineralogía y geología. Su trabajo más importante *De re metallica*, que se publicó de forma póstuma en 1556, sirvió como libro de texto y guía a los ingenieros de mineralogía durante casi dos siglos. En el momento de su muerte, Agricola era burgomaestre (alcalde) de la ciudad de Chemnitz.

Antimonio, de símbolo Sb, es un elemento semimetálico, blanco-azulado y frágil. El número atómico del antimonio es 51; el elemento se encuentra en el grupo 15 (o VA) del sistema periódico.

En la antigüedad ya se conocían los compuestos de antimonio. El descubrimiento de este elemento se atribuye al alquimista alemán Basil Valentine alrededor de 1450. Con toda seguridad se conocía en 1600, pero se confundía con otros elementos tales como el bismuto, el estaño y el plomo. El antimonio presenta por lo general las propiedades de un metal, aunque a veces se comporta como un no metal. Existe en distintas formas físicas, pero normalmente tiene apariencia metálica.

Entre los compuestos importantes del antimonio están el tártaro emético, un tartrato doble de antimonio y potasio utilizado como agente medicinal; el sulfuro de antimonio rojo, utilizado en fósforos de seguridad y para vulcanizar caucho; el cristal de antimonio, una mezcla de sulfuro y óxido de antimonio, utilizado como pigmento amarillo en el vidrio y la porcelana, y la manteca de antimonio, tricloruro de antimonio, utilizada para broncear el acero, como mordiente en los tintes y como sustancia cáustica en medicina.

Bautista Antonelli (?–1616), ingeniero militar italiano al servicio del rey de España, Felipe II, que realizó diferentes proyectos de fortificación de las costas de la América hispana.

Nacido en Rímini en fecha desconocida, a menudo es confundido con su hermano Juan Bautista Antonelli, quien llegó a España en 1559, instalándose primero en la región levantina, donde trabajó en la fortificación de las ciudades españolas de Valencia, Cartagena, Peñíscola y Alicante, marchando posteriormente a Madrid. Los dos hermanos colaboraron en 1570 en la protección de la plaza española de Orán ante el temor a un posible ataque de los turcos.

Bautista realizó en 1581 su primer viaje a América con la misión de fortificar el estrecho de Magallanes. En 1586 y 1589, regresó de nuevo para inspeccionar el estado de los puertos y elaborar un programa general de defensa de las costas a causa de la importancia del comercio entre España y sus posesiones americanas. La razón principal de esta permanente actividad defensiva fue el constante riesgo que corría el transporte de la plata a causa de los piratas, que atacaban continuamente las ciudades donde se almacenaban las mercancías a la espera de la llegada de las flotas.

Sus trabajos de fortificación más destacados fueron los realizados en el área del Caribe: Cuba, Puerto Rico, Santo Domingo, Veracruz y San Juan de Ulúa (México), Portobello y Panamá (Panamá), Cartagena de Indias (Colombia) y las Salinas de Araya (Venezuela).

Tras su regreso a España en 1599, Bautista Antonelli no volvió a trasladarse a América, donde siguieron trabajando sus sobrinos Cristóbal de Roda y un nuevo Juan Bautista Antonelli.

Una de las características más importantes de sus construcciones fue la adaptación al medio geográfico, tras un estudio minucioso de los condicionantes topográficos, modificando los modelos renacentistas a la escala necesaria en cada caso. Murió en Madrid el 22 de febrero de 1616.

El Arcabuz: Fue un arma portátil utilizada en los siglos XV y XVI. Cuando empezó a utilizarse estaba compuesto por un cañón pesado y una culata recta. Era tan laborioso su manejo que necesitaba un soporte para poder disparar. Más tarde se le aplicaron ciertas mejoras como una culata más larga y curva que permitía que se disparase apoyándolo en el hombro. Hacia finales del siglo XVI el arcabuz fue sustituido por el mosquete.

Ballena o Cetus, constelación ecuatorial que se extiende al sur de Aries. Sus dos estrellas más brillante son Beta Ceti, de magnitud 2, también llamada Deneb Kaitos (en árabe, la cola de la ballena) y Alfa Ceti, de magnitud 3, también llamada Menkar (en árabe, nariz). La estrella más notable es Omicron Ceti, llamada Mira (en latín, mirus, maravilloso) una estrella variable que se descubrió en 1596. En un periodo de 11 meses su brillo varía de magnitud 3 a 9. Algunas veces alcanza magnitud 2. Mira es una de las mayores estrellas conocidas, con un diámetro de 354 millones de km, algo mayor que el diámetro de la órbita de la Tierra. La constelación recibe su nombre del monstruo marino de la mitología griega enviado por el dios Neptuno para destruir a Andrómeda, pero que fue muerto por Perseo.

Tycho Brahe (1546–1601), astrónomo danés que realizó numerosas y precisas mediciones astronómicas del Sistema Solar y de más de 700 estrellas. Brahe acumuló más datos que los que se obtuvieron en todas las demás mediciones astronómicas realizadas hasta la invención del telescopio, a principios del siglo XVII.

Nació en Knudstrup, al sur de Suecia (entonces parte de Dinamarca). Estudió leyes y filosofía en las universidades de Copenhague y Leipzig, en Alemania; durante las noches, Brahe se dedicaba a la observación de las estrellas. Sin instrumentos, excepto una esfera y un compás, consiguió detectar graves errores en las tablas astronómicas de la época y se dispuso a corregirlos. En 1572 descubrió una supernova en la constelación de Casiopea. Después de dedicar algún tiempo a viajar y a leer, el rey de Dinamarca y Noruega Federico II, le ofreció apoyo financiero para construir y equipar un observatorio astronómico en la isla de Hven (hoy Ven). Brahe aceptó su oferta y en 1576 comenzó la construcción del castillo de Uraniborg, donde el astrónomo estuvo trabajando durante veinte años.

Después de la muerte de Federico II en 1588, su sucesor Cristián IV, le retiró todo el apoyo e incluso tuvo que abandonar el observatorio. En 1597, Brahe aceptó una invitación para ir a Bohemia del emperador Rodolfo II, del Sacro Imperio Romano Germánico, quien le ofreció una pensión de 3.000 ducados y un feudo cerca de Praga, donde se iba a construir un nuevo observatorio como el de Uraniborg. Sin embargo, Brahe murió en 1601 antes de que este observatorio se hubiera terminado.

Brahe nunca aceptó totalmente el sistema de Copérnico del Universo y buscó una fórmula de compromiso entre éste y el antiguo sistema de Tolomeo. El sistema de Brahe suponía que los cinco planetas conocidos giraban alrededor del Sol, el cual, junto con los planetas, daba una vuelta alrededor de la Tierra una vez al año. La esfera de las estrellas giraba una vez al día alrededor de la Tierra inmóvil.

Aunque la teoría de Brahe sobre el movimiento de los planetas era defectuosa, los datos que obtuvo durante toda su vida desempeñaron un papel fundamental en el desarrollo de la descripción correcta del movimiento planetario. Johannes Kepler, que fue ayudante de Brahe desde 1600 hasta la muerte de éste en 1601, utilizó los datos de Brahe como base para la formulación de sus tres leyes sobre el movimiento de los planetas.

La Carabina, fusil ligero de cañón corto. En esencia, la carabina es similar al rifle, aunque con un cañón más corto, un calibre más pequeño por lo general y un alcance más limitado. Su nombre data del siglo XVI, aplicado a un mosquete corto que se adaptó a las tropas de caballería. Durante la II Guerra Mundial, la carabina M2 fue sustituida por la automática del calibre 45 como arma individual de las tropas de artillería y de servicio. La carabina también se modificó para el fuego semiautomático, aunque a principios de la década de 1960 se reemplazó por el fusil M14. Véase también Armas ligeras.

Gerolamo Cardano (1501–1576), médico, matemático y astrólogo italiano cuya obra *Ars Magna* (1545) marcó el inicio del periodo moderno del álgebra. Nació en Pavía y vivió una infancia desgraciada. Fue nombrado catedrático de Medicina en Pavía en 1543 y en Bolonia en 1562. Sus actividades astrológicas incluyeron un horóscopo de Cristo, y en 1570 fue detenido por la Inquisición acusado de herejía, aunque pronto se retractó y recibió una pensión del Papa Pío V. Cardano escribió más de 200 tratados, pero los más famosos fueron su *Ars Magna*, que contiene las primeras soluciones publicadas de ecuaciones de tercer y cuarto grado, y el *Liber de ludo aleae*, que contiene algunos de los primeros trabajos sobre probabilidad, en los que aprovechó su experiencia como jugador.

Unas semanas antes de su muerte finalizó una autobiografía extremadamente franca, *De propria vita*, que adquirió cierta fama. Su vida personal fue trágica: uno de sus hijos fue ejecutado en 1560 por el asesinato de su esposa, y otro hijo pasó por la cárcel en numerosas ocasiones por diferentes delitos. Una historia afirma que Cardano se suicidó al no cumplirse su predicción astrológica de su propia muerte, aunque lo más probable es que se trate de una mera invención.

El Casco, cubierta protectora para la cabeza, en la mayoría de los casos hecha de metal, cuero o plástico. Se emplea en la guerra, en algunas profesiones y en algunos deportes. Los cascos militares se emplean desde tiempos remotos y han adoptado las más diversas formas. El modelo más simple, un casco muy ajustado y quizá hecho de hierro, aparece en bajorrelieves asirios. Sobre este modelo realizaron sus cascos los griegos, etruscos y romanos tardíos, añadiendo protecciones para el cuello y la cara o plumas y figuras talladas sobre la

corona.

Desde el principio del siglo XV hasta casi el año 1650 abundaron en Europa diferentes tipos de cascos. Algunas clases importantes, variadas en cuanto a tamaño y forma y decoradas con más o menos sofisticación, fueron la celada, el almete, la borgoñota y el morrión. Al extenderse el empleo de las armas de fuego en tiempos de guerra, los cascos perdieron su utilidad, especialmente como protección para la cara. Los cascos militares modernos, como los de las dos Guerras Mundiales, no protegen la cara. Normalmente se trata de defensas de acero diseñadas para proporcionar la mayor protección posible frente a la metralla o las balas perdidas.

La forma de bol del casco empleado por las tropas británicas y estadounidenses durante la I Guerra Mundial se utilizó ampliamente en la industria de la construcción. Esos cascos son de plástico duro y ligero en general, aunque posteriormente se ha usado con mayor profusión el acero.

Juan de Celaya (1490–1558), matemático, cosmólogo y filósofo español, del grupo de los llamados calculadores promotores de la renovación matemática y física. Estudió en París en el Colegio de Montaigu, en la primera década del siglo XVI, donde fue introducido a las ideas matemáticas del inglés John Maior. Muy en la corriente de los mejores matemáticos de la baja edad media, Celaya explicaba la dinámica a partir de la teoría del impetus expuesta por Jean Buridan y otros, criticando el concepto aristotélico de que tal movimiento había de tener una causa externa para iniciar el movimiento en un objeto móvil. El impetus, pues, se veía como un poder de movimiento impreso en un objeto, que le haría moverse hasta que se le opusiera alguna resistencia concreta. Celaya terminó su carrera como rector perpetuo de la Universidad de Valencia.

Andrea Cesalpino (en latín, Andreas Caesalpinus, 1519–1603), botánico y médico italiano, fue el primer científico en formular un sistema de clasificación unificado para las plantas, basado principalmente en sus características estructurales. Nacido en Arezzo, Toscana, estudió en la Universidad de Pisa, donde sería nombrado director del jardín botánico y catedrático de materia médica (ciencia que se ocupa de la preparación de drogas y fármacos) en 1555. En 1592 fue nombrado médico del papa Clemente VIII en Roma. Entre sus obras figuran 16 opúsculos breves titulados *De Plantis* (De las Plantas, 1583), primera clasificación basada en las características de sus frutos y semillas. En parte, su trabajo fue el punto de partida del sistema de clasificación desarrollado por el botánico sueco Carl von Linneo.

Pedro Sánchez Ciruelo (1470–1548), matemático, astrónomo y filósofo español, miembro de la escuela de calculadores promotores de la renovación matemática y física junto con Juan de Celaya, Gaspar Lax y otros. Se licenció por la Universidad de Salamanca y viajó a París, donde estudió y publicó distintas obras de matemáticas, entre ellas un tratado propio de aritmética práctica y ediciones corregidas de tratados importantes de aritmética y geometría escritos por Thomas Bradwardine. En 1516, desde su cátedra en la Universidad de Alcalá de Henares, publicó un curso completo de matemáticas en el que integraba no sólo los conceptos de Bradwardine sino de algunos autores árabes importantes, como ibn al-Haytham y al-Kindi. También expuso sus ideas particulares sobre conceptos básicos de la física, como la gravedad y el impetus, o las leyes del movimiento.

Nicolás Copérnico (1473–1543), astrónomo polaco, conocido por su teoría según la cual el Sol se encontraba en el centro del Universo y la Tierra, que giraba una vez al día sobre su eje, completaba cada año una vuelta alrededor de él. Este sistema recibió el nombre de heliocéntrico o centrado en el Sol. Copérnico nació el 19 de febrero de 1473 en la ciudad de Thorn (hoy Toru), en el seno de una familia de comerciantes y funcionarios municipales. El tío materno de Copérnico, el obispo Ukasz Watzenrode, se ocupó de que su sobrino recibiera una sólida educación en las mejores universidades. Copérnico ingresó en la Universidad de Cracovia en 1491, donde comenzó a estudiar la carrera de humanidades; poco tiempo después se trasladó a Italia para estudiar derecho y medicina. En enero de 1497, Copérnico empezó a estudiar derecho canónico en la Universidad de Bolonia, alojándose en casa de un profesor de matemáticas llamado Domenico Maria de Novara, que influiría en sus inquietudes. Este profesor, uno de los primeros críticos sobre la exactitud de la Geografía del

astrónomo del siglo II Tolomeo, contribuyó al interés de Copérnico por la geografía y la astronomía. Juntos observaron el 9 de marzo de 1497 la ocultación (eclipse a causa de la Luna) de la estrella Aldebarán.

En 1500, Copérnico se doctoró en astronomía en Roma. Al año siguiente obtuvo permiso para estudiar medicina en Padua (la universidad donde dio clases Galileo, casi un siglo después). Sin haber acabado sus estudios de medicina, se licenció en derecho canónico en la Universidad de Ferrara en 1503 y regresó a Polonia. Copérnico vivió en el palacio episcopal de su tío en Lidzbark Warminski entre 1503 y 1510, y trabajó en la administración de la diócesis y en las actividades contra los caballeros de la Orden Teutónica. Allí publicó su primer libro, una traducción del latín de cartas de ética de un autor bizantino del siglo VII, Teofilatos de Simocata. Entre 1507 y 1515 escribió un tratado breve de astronomía, *De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus* (más conocido como el *Commentariolus*), que no se publicaría hasta el siglo XIX. En esta obra sentó las bases de su nueva astronomía de concepción heliocéntrica.

Después de su traslado a Frauenburgo, en 1512, Copérnico tomó parte en la comisión del quinto Concilio Laterano para la reforma del calendario (1515); escribió un tratado sobre el dinero (1517) y empezó a trabajar en su obra principal, *De revolutionibus orbium caelestium* (Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes), que culminó en 1530 y fue publicada el 24 de mayo de 1543, poco antes de su muerte, por un editor luterano en Nuremberg, Alemania.

La cosmología a principios del siglo XVI

La cosmología anterior a la teoría de Copérnico postulaba un universo geocéntrico en el que la Tierra se encontraba estática en el centro del mismo, rodeada de esferas que giraban a su alrededor. Dentro de estas esferas se encontraban (ordenados de dentro hacia afuera): la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y, finalmente, la esfera exterior en la que estaban las llamadas estrellas fijas. Se pensaba que esta esfera exterior fluctuaba lentamente y producía el efecto de los equinoccios .

En la antigüedad era difícil de explicar por cosmólogos y filósofos el movimiento aparentemente retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno. En ocasiones, el movimiento de estos planetas en el cielo parecía detenerse, comenzando a moverse después en sentido contrario. Para poder explicar este fenómeno, los cosmólogos medievales pensaron que los planetas giraban en un círculo que llamaban epiciclo, y el centro de cada epiciclo giraba alrededor de la Tierra, trazando lo que denominaban una trayectoria deferente .

El sistema de Copérnico y su influencia

La teoría de Copérnico establecía que la Tierra giraba sobre sí misma una vez al día, y que una vez al año daba una vuelta completa alrededor del Sol. Además afirmaba que la Tierra, en su movimiento rotatorio, se inclinaba sobre su eje (como un trompo). Sin embargo, aún mantenía algunos principios de la antigua cosmología, como la idea de las esferas dentro de las cuales se encontraban los planetas y la esfera exterior donde estaban inmóviles las estrellas. Por otra parte, esta teoría heliocéntrica tenía la ventaja de poder explicar los cambios diarios y anuales del Sol y las estrellas, así como el aparente movimiento retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno, y la razón por la que Venus y Mercurio nunca se alejaban más allá de una distancia determinada del Sol. Esta teoría también sostenía que la esfera exterior de las estrellas fijas era estacionaria.

Una de las aportaciones del sistema de Copérnico era el nuevo orden de alineación de los planetas según sus periodos de rotación. A diferencia de la teoría de Tolomeo, Copérnico vio que cuanto mayor era el radio de la órbita de un planeta, más tiempo tardaba en dar una vuelta completa alrededor del Sol. Pero en el siglo XVI, la idea de que la Tierra se movía no era fácil de aceptar y, aunque parte de su teoría fue admitida, la base principal fue rechazada.

Entre 1543 y 1600 Copérnico contó con muy pocos seguidores. Fue objeto de numerosas críticas, en especial de la Iglesia, por negar que la Tierra fuera el centro del Universo. La mayoría de sus seguidores servían a la

corte de reyes, príncipes y emperadores. Los más importantes fueron Galileo y el astrónomo alemán Johannes Kepler, que a menudo discutían sobre sus respectivas interpretaciones de la teoría de Copérnico. El astrónomo danés Tycho Brahe llegó, en 1588, a una posición intermedia, según la cual la Tierra permanecía estática y el resto de los planetas giraban alrededor del Sol, que a su vez giraba también alrededor de la Tierra.

Con posterioridad a la supresión de la teoría de Copérnico, tras el juicio eclesiástico a Galileo en 1633, que lo condenó por corroborar su teoría, algunos filósofos jesuitas la siguieron en secreto. Otros adoptaron el modelo geocéntrico y heliocéntrico de Brahe. En el siglo XVII, con el auge de las teorías de Isaac Newton sobre la fuerza de la gravedad, la mayoría de los pensadores en Gran Bretaña, Francia, Países Bajos y Dinamarca aceptaron a Copérnico. Los filósofos puros de otros países de Europa mantuvieron duras posturas contra él durante otro siglo más.

Sistema de Copérnico, modelo del Sistema Solar propuesto en 1543 por el astrónomo polaco Nicolás Copérnico. El sistema de Copérnico adelantó la teoría de que los planetas giran en órbitas alrededor del Sol, y que la Tierra es uno de los planetas y gira sobre su eje norte-sur de oeste a este a razón de una rotación por día. Estas hipótesis sustituyeron al sistema de Tolomeo, que había sido la base de la teoría astronómica hasta entonces.

La publicación del sistema de Copérnico estimuló el estudio de la astronomía y de las matemáticas y sentó las bases para los descubrimientos del astrónomo alemán Johannes Kepler y del físico inglés sir Isaac Newton.

René Descartes (1596–1650), filósofo, científico y matemático francés, a veces considerado el fundador de la filosofía moderna.

Nacido en La Haye, Turena, Descartes era hijo de un miembro de la baja nobleza y pertenecía a una familia que había dado algunos hombres doctos. A los ocho años le enviaron a la escuela jesuita de La Flèche en Anjou, donde permaneció ocho años. Junto a los típicos estudios clásicos, Descartes recibió enseñanzas de matemáticas y escolasticismo, con el propósito de orientar la razón humana para comprender la doctrina cristiana. El catolicismo ejerció una gran influencia en Descartes a lo largo de toda su vida. Cuando concluyó sus estudios en la escuela, cursó derecho en la Universidad de Poitiers, y se licenció en 1616. Sin embargo, nunca ejerció la profesión jurídica; en 1618 entró al servicio del príncipe Mauricio I de Nassau-Orange, con la intención de seguir la carrera militar. Descartes sirvió en otros ejércitos, pero su interés se centró siempre en los problemas de las matemáticas y la filosofía, a los que dedicó el resto de su vida.

Descartes peregrinó a Italia de 1623 a 1624 y permaneció en Francia desde 1624 a 1628. En este periodo, se dedicó al estudio de la filosofía y también realizó experimentos de óptica. En 1628, después de vender sus propiedades en Francia, se trasladó a Holanda, donde vivió en diferentes ciudades, Amsterdam, Deventer, Utrecht y Leiden.

Fue quizá durante los primeros años de su residencia en Holanda cuando Descartes escribió su primera obra importante, *Ensayos filosóficos*, publicada en 1637. La obra se compone de cuatro partes: un ensayo sobre geometría, otro sobre óptica, un tercero sobre meteoros y el último, el *Discurso del método*, que describía sus especulaciones filosóficas. Éste fue seguido por otros ensayos, entre ellos *Meditaciones metafísicas* (1641; revisado 1642) y *Los principios de la filosofía*, (1644). El último volumen lo dedicó a la princesa Elizabeth Stuart de Bohemia, que vivió en los Países Bajos y con quien Descartes había entablado una profunda amistad. En 1649 Descartes fue invitado a la corte de Cristina de Suecia en Estocolmo para dar a la reina clases de filosofía. Sin embargo, los rigores del invierno del norte le provocaron en 1650 una neumonía que causó su muerte. Descartes trató de aplicar a la filosofía los procedimientos racionales inductivos de la ciencia, y en concreto de las matemáticas. Antes de configurar su método, la filosofía había estado dominada por el método escolástico, que se basaba por completo en comparar y contrastar las opiniones de autoridades reconocidas. Rechazando este sistema, Descartes estableció: En nuestra búsqueda del camino directo a la verdad, no deberíamos ocuparnos de objetos de los que no podamos lograr una certidumbre similar a las de las

demostraciones de la aritmética y la geometría. Por esta razón determinó no creer ninguna verdad hasta haber establecido las razones para creerla. El único conocimiento seguro a partir del cual comenzó sus investigaciones lo expresó en la famosa sentencia: Cogito, ergo sum, Pienso, luego existo. Partiendo del principio de que la clara consciencia del pensamiento prueba su propia existencia, mantuvo la existencia de Dios. Dios, según la filosofía de Descartes, creó dos clases de sustancias que constituyen el todo de la realidad. Una clase era la sustancia pensante, o inteligencia, y la otra la sustancia extensa, o física.

La filosofía de Descartes, a veces llamada cartesianismo, le llevó a elaborar explicaciones complejas y erróneas de diversos fenómenos físicos. Estas explicaciones, sin embargo, cobraron valor al sustituir los vagos conceptos espirituales de la mayoría de los autores clásicos por un sistema de interpretaciones mecánicas de los fenómenos físicos. Aunque al principio estuvo próximo a la teoría de Copérnico sobre el Universo, con su idea de un sistema de planetas giratorios moviéndose alrededor del Sol, renunció a esta teoría cuando fue considerada herética por la Iglesia católica. En su lugar ideó una doctrina de los vórtices o torbellinos de materia etérea, en la que el espacio estaba pleno de materia, en diversos estados, girando sobre el Sol.

En el campo de la fisiología, Descartes sostenía que parte de la sangre era un fluido misterioso, que él llamó espíritu animal. Creía que el espíritu animal entraba en contacto con la sustancia pensante en el cerebro y fluía a lo largo de los canales de los nervios para animar los músculos y otras partes del cuerpo.

Los estudios de Descartes sobre óptica le llevaron al descubrimiento de la ley fundamental de la reflexión; el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. Su ensayo sobre óptica fue el primero que publicó una exposición de esta ley. El que Descartes tratara la luz como un tipo de fuerza en un medio sólido, preparó el terreno para la teoría ondulatoria de la luz.

La contribución más notable que hizo Descartes a las matemáticas fue la sistematización de la geometría analítica. Fue el primer matemático que intentó clasificar las curvas conforme al tipo de ecuaciones que las producen, y contribuyó también a la elaboración de la teoría de las ecuaciones. Descartes fue el responsable de la utilización de las últimas letras del alfabeto para designar las cantidades desconocidas y las primeras letras para las conocidas. También inventó el método de los exponentes (como en x^2) para indicar las potencias de los números. Además, formuló la regla, conocida como la ley cartesiana de los signos, para descifrar el número de raíces negativas y positivas de cualquier ecuación algebraica.

Bartolomeo Eustachio (c. 1524–1574), anatomista italiano, fundador de la anatomía moderna. Nació en San Severino. En 1562 fue catedrático de medicina en el Collegio della Sapienza en Roma (hoy Universidad de Roma). Fue médico del cardenal Felice Peretti, que más tarde se convertiría en el papa Sixto V. Eustachio investigó el desarrollo y evolución de los dientes y la estructura del oído, los riñones, las glándulas suprarrenales, el útero, los nervios craneales y los músculos de la cabeza y el cuello. Es más conocido por sus descripciones de la trompa de Eustaquio y la válvula vestigial del corazón, que recibieron su nombre. Su principal trabajo, *Tabulae Anatomicae* (Tablas anatómicas), aunque terminado en 1552, hasta 1714 no fue publicado.

Gabriel Falopio (1523–1562), anatomista y botánico italiano, se le considera uno de los fundadores de la anatomía moderna. Nacido en Módena, estudió en la Universidad de Ferrara y enseñó anatomía en la Universidad de Pisa. Desde 1548 hasta su muerte, fue catedrático de cirugía y anatomía en la Universidad de Padua. Entre sus muchos descubrimientos en los campos de la anatomía y la fisiología humanas, se encuentran la función de los oviductos (véase Trompa de Falopio) y las estructuras diminutas del oído. También alcanzó fama como botánico y fue director del jardín botánico de Padua. En 1584 sus obras médicas fueron recopiladas y publicadas en Venecia.

El Fármaco, producto químico empleado en el tratamiento o prevención de enfermedades. La farmacología es la ciencia que estudia la acción y distribución de los fármacos en el cuerpo humano. Los fármacos han sido utilizados desde la prehistoria; la primera relación de fármacos con instrucciones para su elaboración, o

farmacopea, apareció en Nuremberg (Alemania) en 1546. Los fármacos pueden elaborarse a partir de plantas, minerales, animales, o mediante síntesis. Muchos medicamentos tradicionales se extraían de las plantas, como la aspirina, la digitalis, el cornezuelo de centeno, el opio, la quinina o la reserpina. Entre los productos minerales que se utilizan como medicamentos están el ácido bórico, la sal de epsom y el yodo. Las hormonas que se emplean en el tratamiento de ciertos procesos, como la ACTH y la insulina, se obtienen a menudo de los animales. Muchos analgésicos, sedantes, psicofármacos y anestésicos de reciente aparición se sintetizan artificialmente en el laboratorio, y lo mismo sucede con otros productos antes extraídos de los animales.

Administración de los fármacos

Un fármaco puede ingerirse por boca (vía oral), inyectarse en una vena (vía intravenosa), en un músculo (vía intramuscular), o debajo de la piel (vía subcutánea), se puede aplicar sobre la piel (uso tópico), como enema o supositorio (vía rectal), o se puede inyectar en el líquido espinal (administración intratecal). La administración intravenosa se realiza mediante una jeringa, o por flujo continuo con un sistema de infusión. Una modalidad de administración intramuscular son los preparados depot, que combinan el fármaco con otra sustancia que lo libera lentamente al torrente sanguíneo. Esta estrategia se utiliza para la administración de insulina, esteroides y algunos anticonceptivos. Los fármacos que se administran por vía oral también pueden contener sustancias que permitan su liberación lenta en el estómago (cápsulas de liberación sostenida). Los fármacos para el tratamiento del asma bronquial utilizan con frecuencia los aerosoles como soporte, ya que permiten una mejor distribución del fármaco en el tracto respiratorio. Uno de los avances más espectaculares son las bombas de infusión de insulina, aparatos portátiles alimentados con pequeñas baterías que van liberando de forma periódica una cantidad predeterminada de insulina en el torrente circulatorio de los diabéticos. Esta forma de administración es la que mejor reproduce la liberación natural de insulina en las personas no diabéticas.

El Fusil, cualquier arma de fuego cuyo cañón tenga en su interior talladas estrías espirales que hagan girar la bala al dispararla. El término fusil se usa por lo general para referirse a un arma militar o deportiva que se dispara desde el hombro. El giro, provocado por efecto giroscópico, estabiliza el proyectil durante su avance al mantener su eje paralelo con la línea de vuelo. Por tanto incrementa el alcance y la puntería. La inclinación de las estrías espirales, es decir, el ángulo de giro, se da en número de calibres o diámetros de la bala, por vuelta. Por ejemplo, un fusil naval de 15,2 centímetros con un ángulo de una vuelta cada 30 calibres tiene una espiral que provoca una vuelta completa de la bala cada 4,6 metros. El ángulo de la espiral se calcula con mucha precisión para proporcionar el giro correcto al proyectil. Si la bala no gira lo suficiente tiende a dar vuelcos por el aire; si gira demasiado tiende a levantar la punta en vez de mantenerse paralela a su trayectoria. Los dos efectos provocan una pérdida de alcance y de exactitud.

La primera mención sobre el uso de armas cortas con cañón estriado, se encuentra en un edicto del Gobierno suizo de 1563. Eran unas armas burdas y tenían poca utilidad al emplear las balas de arma corta o de cañón de la época, ya que éstas eran esféricas. Al principio del siglo XIX aparecen las primeras armas que disparan proyectiles alargados que se cargan en una recámara. Durante la primera mitad del siglo las armas con el sistema de estrías espirales se incorporaron a la artillería y a las armas cortas de las naciones principales.

Galileo Galilei (1564–1642), físico y astrónomo italiano que, junto con el astrónomo alemán Johannes Kepler, comenzó la revolución científica que culminó con la obra del físico inglés Isaac Newton. Su nombre completo era Galileo Galilei, y su principal contribución a la astronomía fue el uso del telescopio para la observación y descubrimiento de las manchas solares, valles y montañas lunares, los cuatro satélites mayores de Júpiter y las fases de Venus. En el campo de la física descubrió las leyes que rigen la caída de los cuerpos y el movimiento de los proyectiles. En la historia de la cultura, Galileo ha pasado a representar el símbolo de la lucha contra la autoridad y de la libertad en la investigación.

Nació cerca de Pisa el 15 de febrero de 1564. Su padre, Vincenzo Galilei, ocupó un lugar destacado en la revolución musical que supuso el paso de la polifonía medieval a la modulación armónica. Del mismo modo que Vincenzo consideraba que las teorías rígidas impedían la evolución hacia nuevas formas de música, su

hijo mayor veía la teología física de Aristóteles como un freno a la investigación científica. Galileo estudió con los monjes en Vallombroso y en 1581 entró en la Universidad de Pisa para estudiar medicina. Al poco tiempo cambió sus estudios de medicina por la filosofía y las matemáticas, abandonando la universidad en 1585 sin haber llegado a obtener el título. Durante un tiempo dio clases particulares y escribió sobre el movimiento hidrostático y natural, pero no llegó a publicar nada. En 1589 trabajó como profesor de matemáticas en Pisa, donde se dice que demostró ante sus alumnos el error de Aristóteles, que afirmaba que la velocidad de caída de los cuerpos era proporcional a su peso, dejando caer desde la Torre inclinada de esta ciudad dos objetos de pesos diferentes. En 1592 no le renovaron su contrato, posiblemente por oponerse a la filosofía aristotélica. Ese mismo año fue admitido en la cátedra de matemáticas de la Universidad de Padua, donde permaneció hasta 1610.

En Padua, Galileo inventó un 'compás' de cálculo que resolvía problemas prácticos de matemáticas. De la física especulativa pasó a dedicarse a las mediciones precisas, descubrió las leyes de la caída de los cuerpos y de la trayectoria parabólica de los proyectiles, estudió el movimiento del péndulo e investigó la mecánica y la resistencia de los materiales. Apenas mostraba interés por la astronomía, aunque a partir de 1595 se inclinó por la teoría de Copérnico, que sostenía que la Tierra giraba alrededor del Sol desechando el modelo de Aristóteles y Tolomeo en el que los planetas giraban alrededor de una Tierra estacionaria. Solamente la concepción de Copérnico apoyaba la teoría de las mareas de Galileo, que se basaba en el movimiento de la Tierra. En 1609 oyó decir que en los Países Bajos habían inventado un telescopio. En agosto de ese año presentó al duque de Venecia un telescopio de una potencia similar a los modernos prismáticos binoculares. Su contribución en las operaciones navales y marítimas le supuso duplicar sus ingresos y la concesión del cargo vitalicio como profesor.

En diciembre de 1609 Galileo había construido un telescopio de veinte aumentos, con el que descubrió montañas y cráteres en la Luna. También observó que la Vía Láctea estaba compuesta por estrellas y descubrió los cuatro satélites mayores de Júpiter. En marzo de 1610 publicó estos descubrimientos en El mensajero de los astros. Su fama le llevó a servir como matemático en la corte de Florencia, donde quedó libre de sus responsabilidades académicas y pudo dedicarse a investigar y escribir. En diciembre de 1610 pudo observar las fases de Venus, que contradecían a la astronomía de Tolomeo y confirmaban su aceptación de las teorías de Copérnico.

Los profesores de filosofía se burlaron de los descubrimientos de Galileo, dado que Aristóteles había afirmado que en el cielo sólo podía haber cuerpos perfectamente esféricos y que no era posible que apareciera nada nuevo. También discrepaba Galileo de los profesores de Florencia y Pisa sobre la hidrostática, y en 1612 publicó un libro sobre cuerpos en flotación. Como respuesta, inmediatamente aparecieron cuatro publicaciones que atacaban a Galileo y rechazaban su física. En 1613 escribió un tratado sobre las manchas solares y anticipó la supremacía de la teoría de Copérnico. En su ausencia, un profesor de Pisa les dijo a la familia de los Médicis (que gobernaban Florencia y mantenían a Galileo) que la creencia de que la Tierra se movía constituía una herejía. En 1614, un cura florentino denunció desde el púlpito a Galileo y a sus seguidores. Éste escribió entonces una extensa carta abierta sobre la irrelevancia de los pasajes bíblicos en los razonamientos científicos, sosteniendo que la interpretación de la Biblia debería ir adaptándose a los nuevos conocimientos y que ninguna posición científica debería convertirse en artículo de fe de la Iglesia católica.

A principios de 1616, los libros de Copérnico fueron censurados por un edicto, y el cardenal jesuita Roberto Belarmino dio instrucciones a Galileo para que no defendiera el concepto de que la Tierra se movía. El cardenal Belarmino le había avisado previamente de que sólo tuviera en cuenta sus ideas como hipótesis de trabajo e investigación, sin tomar literalmente los conceptos de Copérnico como verdades y sin tratar de aproximarlos a lo escrito en la Biblia. Galileo guardó silencio sobre el tema durante algunos años y se dedicó a investigar un método para determinar la latitud y longitud en el mar basándose en sus predicciones sobre las posiciones de los satélites de Júpiter, así como a resumir sus primeros trabajos sobre la caída de los cuerpos y a exponer sus puntos de vista sobre el razonamiento científico en una obra sobre los cometas, El ensayador (1623).

En 1624 Galileo empezó a escribir un libro que quiso titular *Diálogo sobre las mareas*, en el que abordaba las hipótesis de Tolomeo y Copérnico respecto a este fenómeno. En 1630 el libro obtuvo la licencia de los censores de la Iglesia católica de Roma, pero le cambiaron el título por *Diálogo sobre los sistemas máximos*, publicado en Florencia en 1632. A pesar de haber obtenido dos licencias oficiales, Galileo fue llamado a Roma por la Inquisición a fin de procesarle bajo la acusación de "sospecha grave de herejía". Este cargo se basaba en un informe según el cual se le había prohibido en 1616 hablar o escribir sobre el sistema de Copérnico. El cardenal Belarmino había muerto, pero Galileo facilitó un certificado con la firma del cardenal, según el cual no sufriría en el futuro ninguna otra restricción que no fueran las que para todo católico romano contenía un edicto de 1616. Este escrito no pudo ser rebatido por ningún documento, pero Galileo fue obligado a abjurar en 1633 y se le condenó a prisión perpetua (condena que le fue conmutada por arresto domiciliario). Los ejemplares del *Diálogo* fueron quemados y la sentencia fue leída públicamente en todas las universidades.

La última obra de Galileo, *Consideraciones y demostraciones matemáticas sobre dos ciencias nuevas*, publicada en Leiden en 1638, revisa y afina sus primeros estudios sobre el movimiento y los principios de la mecánica en general. Este libro abrió el camino que llevó a Newton a formular la ley de la gravitación universal, que armonizó las leyes de Kepler sobre los planetas con las matemáticas y la física de Galileo. Antes de la publicación de esta obra, Galileo se quedó ciego y murió el 8 de enero de 1642 en Arcetri, cerca de Florencia.

La contribución más famosa de Galileo a la ciencia fueron sus descubrimientos de la física de las mediciones precisas, más que los principios metafísicos y la lógica formal. Sin embargo tuvieron más influencia sus libros *El mensajero de los astros* y el *Diálogo*, que abrieron nuevos campos en la astronomía. Más allá de la ciencia, ha quedado el papel de Galileo como defensor de la investigación científica sin interferencias filosóficas y teológicas. Desde la publicación de la documentación completa del juicio contra Galileo en 1870, toda la responsabilidad de la condena a Galileo ha recaído tradicionalmente sobre la Iglesia católica de Roma, encubriendo la responsabilidad de los profesores de filosofía que persuadieron a los teólogos de que los descubrimientos de Galileo eran heréticos. Juan Pablo II abrió en 1979 una investigación sobre la condena eclesiástica del astrónomo para su posible revisión. En octubre de 1992, una comisión papal reconoció el error del Vaticano.

Konrad von Gesner (1516–1565), naturalista suizo conocido por su trabajo en el campo de la zoología. Nació en Zurich y estudió en diferentes universidades europeas, doctorándose en la de Basilea en 1541. Ejerció la medicina en Zurich, donde también se convirtió en lector de física. Escribió 72 libros sobre distintos temas, aunque es famoso por su trabajo de recolección y descripción de plantas y animales. Su obra más importante es *Historia Animalium* (5 volúmenes, cuatro de ellos publicados entre 1551 y 1558; el quinto fue publicado póstumamente en 1587), donde intentó describir y sistematizar todos los animales conocidos. Su muerte, en 1565, le impidió completar un trabajo similar sobre las plantas.

William Gilbert (1544–1603), físico y médico inglés conocido sobre todo por sus experimentos originales sobre la naturaleza de la electricidad y el magnetismo. Nació en Colchester, Essex, y estudió en el Saint John's College de la Universidad de Cambridge. Comenzó a practicar la medicina en Londres en 1573 y en 1601 fue nombrado médico de Isabel I.

Gilbert descubrió que muchas sustancias tenían la capacidad de atraer objetos ligeros cuando se frotaban y aplicó el término eléctrica para la fuerza que ejercen estas sustancias después de ser frotadas. Fue el primero en utilizar términos como 'energía eléctrica', 'atracción eléctrica' y 'polo magnético'. Quizá su aportación más importante fue la demostración experimental de la naturaleza magnética de la Tierra. También fue el primer defensor en Inglaterra del sistema de Copérnico sobre la mecánica celeste y planteó que no todas las estrellas fijas están a la misma distancia de la Tierra. Su obra más importante fue *De Magnete* (1600), quizá la primera gran obra científica escrita en Inglaterra.

La Granada, proyectil pequeño cargado con explosivos o con agentes químicos, incendiarios, productores de humo o capaces de iluminar. Las granadas se utilizan para atacar tropas enemigas, vehículos o posiciones fortificadas a corto alcance, y pueden ser arrojadas con la mano o lanzadas mediante un fusil de asalto. Las granadas diseñadas para el lanzamiento tienen una línea más aerodinámica que las granadas de mano, y de vez en cuando disponen de propulsoras para incrementar su alcance.

Las granadas explosivas se utilizan contra el personal protegido por barricadas y los vehículos de transporte acorazados. Las granadas incendiarias pueden prender fuego a una estructura militar inflamable. Las granadas de humo se usan como medio de identificación o de señalización; las granadas de iluminación producen una luz que resulta muy efectiva como defensa frente a las infiltraciones nocturnas y los intentos de sabotaje. Las granadas cargadas con químicos irritantes se utilizan para forzar la retirada del enemigo y también para el control de muchedumbres amotinadas.

La granada más antigua, un rudimentario depósito redondo de barro lleno de pólvora y provisto de una mecha, fue fabricada en Italia en 1427. Sin embargo la granada no alcanzó una utilización generalizada hasta los siglos XVI y XVII. Unos soldados llamados grenadiers, especializados en lanzar granadas, constituían unidades de elite diferenciadas. Los granaderos eran, por lo general, los soldados más altos y poderosos del regimiento. El perfeccionamiento del mosquetón acarreó, sin embargo, la obsolescencia de esas unidades. Durante la Guerra Ruso-japonesa (1904–1905) se utilizaron granadas en una cierta medida, y se generalizó su uso en las I y II Guerras Mundiales. En la actualidad las granadas son armas corrientes de las unidades de tierra.

Johann Guttenberg (c.1400–1468), impresor alemán y pionero en el uso de los tipos móviles.

Poco se sabe de su vida y producción; ninguna de las obras que se le atribuyen está firmada. Nació hacia 1400 en Maguncia, y su primera formación fue la de orfebre. Más tarde, su familia se estableció en Estrasburgo. En 1438 Gutenberg se asoció con Andreas Dritzehn para llevar a cabo experimentos de imprenta. Hacia 1450 regresó a Maguncia donde se asoció con el comerciante y prestamista alemán Johann Fust, creando una imprenta donde probablemente comenzó a imprimir la gran Biblia sacra latina, así como libros más pequeños. La Biblia de Gutenberg, o Biblia de las 42 líneas, quedó terminada antes de finales de 1456, y se supone que colaboró en su realización Peter Schöffer, yerno de Fust y aprendiz de Gutenberg.

En 1455 Fust entabló un pleito contra Gutenberg, reclamando el dinero que había invertido en la empresa, por lo que el impresor se vio obligado a ceder su participación en la misma. Después de su ruptura con Fust, Gutenberg siguió imprimiendo, tanto en Maguncia como en la cercana ciudad de Eltville. En 1465 Adolfo II, arzobispo de Maguncia y elector de Nassau, se convirtió en su mecenas, como reconocimiento a su invento. Gutenberg murió el 3 de febrero de 1468 en su ciudad natal, donde se ubica hoy un museo que recrea su prensa y su taller.

William Harvey (1578–1657), médico inglés que descubrió la circulación de la sangre y el papel del corazón en su propulsión, refutando así las teorías de Galeno y sentando las bases de la fisiología moderna.

Nacido el 1 de abril de 1578 en Folkestone, Kent, Harvey se graduó en artes en el Gonville and Caius College de la Universidad de Cambridge, en 1597. Viajó a Padua, Italia, donde estudió durante cinco años con el famoso anatomista Fabricio, que estudiaba ya las válvulas de las venas. Tras doctorarse en medicina en 1602, regresó a Inglaterra y ejerció su profesión en la zona de Londres. Fue elegido miembro del Colegio de Médicos en 1607 así como responsable del Saint Bartholomew's Hospital. Reconocido como uno de los doctores más ilustres de Inglaterra, fue nombrado médico extraordinario del rey Jacobo I Estuardo, al que atendió en su última enfermedad, y médico personal de su hijo, Carlos I de Inglaterra.

Desde 1615 a 1656 fue conferenciante en Lumleian en el Colegio de Médicos. Ya en 1616 mencionaba en sus conferencias la función del corazón, y cómo éste impulsaba la sangre en un recorrido circular. Llegó a estas

conclusiones no sólo a través de una larga serie de disecciones, sino también gracias a sus estudios sobre el movimiento del corazón y la sangre en una gran variedad de animales vivos. La precisión de sus observaciones estableció un modelo para futuras investigaciones biológicas.

Presentó formalmente sus hallazgos en 1628, año en que fue publicada su obra *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (Ensayo anatómico sobre el movimiento del corazón y la sangre en los animales). En esta trascendental obra explicaba el método experimental y ofrecía una precisa descripción del mecanismo del aparato circulatorio. Debido a que carecía de microscopio, la única parte importante del proceso que omitió fue el papel desempeñado por los capilares. No obstante, postuló su existencia, confirmada no mucho después por el italiano Marcelo Malpighi.

De *Motu Cordis* hizo que Harvey sufriera duras críticas por parte de algunos de sus coetáneos, aunque éstas se vieron ampliamente compensadas por el posterior reconocimiento del valor de sus aportaciones. Sus investigaciones en el campo de la embriología quedaron reflejadas en *Exercitationes de Generatione Animalium* (Ensayos sobre la generación de los animales). Fue nombrado presidente del Colegio de Médicos en 1654, pero declinó dicho honor a causa de su delicada salud. Murió el 3 de junio de 1657, en Londres.

Jan Baptista van Helmont (1580–1644), físico y químico belga, fue el primer científico que distinguió entre los gases y el aire. Fue pionero en la experimentación y en una forma primitiva de bioquímica llamada iatroquímica. Helmont pensaba que los elementos básicos del Universo son el aire y el agua. Creía que las plantas estaban solamente compuestas de agua y pretendía haber demostrado esta teoría al plantar un sauce llorón de peso conocido en una porción de suelo determinado y pesar el sauce y el suelo cinco años después. El sauce había aumentado 76,7 kg y el suelo no había perdido apenas peso. Mantenía que el árbol había ganado peso sólo por el agua que había tomado, sobre todo de las lluvias (para la explicación moderna de este experimento). Sus obras fueron publicadas después de su muerte en 1648 como *Ortus Medicinae*; vel, opera et opuscula omnia.

Francisco Hernández (1517–1587), médico y botánico español; su curiosidad científica y humanística hizo que se interesara profundamente por la naturaleza, recorriendo diversas zonas de España como Andalucía y Extremadura, así como del Nuevo Mundo, en especial México, para estudiar su flora y fauna.

Nació en La Puebla de Montalbán, Toledo. Ejerció la medicina en esta ciudad además de Sevilla y en el monasterio de Guadalupe. En 1569 fue nombrado médico de cámara de Felipe II, quien le eligió en 1570 como director de una expedición a México para estudiar su historia natural y le nombró protomédico general de todas las Indias, Islas y Tierra Firme del Mar Océano. La expedición estaba compuesta por cosmógrafos, pintores, escribientes, herbolarios, intérpretes y médicos indígenas. Francisco Hernández desembarcó en Veracruz en 1571 y regresó a España en 1577. Todo el trabajo de la expedición quedó reflejado en la *Historia Natural de Nueva España*, treinta y ocho volúmenes con dibujos y textos, que es considerada como una de las mejores obras que han dado a conocer la naturaleza del Nuevo Mundo. Escribió tres tomos en lengua náhuatl para que así sus resultados fueran de utilidad a la población indígena mexicana. Los volúmenes sufrieron diversas vicisitudes para su divulgación, incluso los originales desaparecieron en 1671 en el incendio de la biblioteca del monasterio de San Lorenzo de El Escorial. La Universidad Nacional Autónoma de México publicó en 1960 las Obras completas de Francisco Hernández.

Johannes Kepler (1571–1630), astrónomo y filósofo alemán, famoso por formular y verificar las tres leyes del movimiento planetario conocidas como leyes de Kepler.

Kepler nació el 27 de diciembre de 1571, en Weil der Stadt, en Württemberg, y estudió teología y clásicas en la Universidad de Tübingen. Allí le influenció un profesor de matemáticas, Michael Maestlin, partidario de la teoría heliocéntrica del movimiento planetario desarrollada en principio por el astrónomo polaco Nicolás Copérnico. Kepler aceptó inmediatamente la teoría copernicana al creer que la simplicidad de su ordenamiento planetario tenía que haber sido el plan de Dios. En 1594, cuando Kepler dejó Tübingen y

marchó a Graz (Austria), elaboró una hipótesis geométrica compleja para explicar las distancias entre las órbitas planetarias órbitas que se consideraban circulares erróneamente. (Posteriormente, Kepler dedujo que las órbitas de los planetas son elípticas; sin embargo, estos primeros cálculos sólo coinciden en un 5% con la realidad.) Kepler planteó que el Sol ejerce una fuerza que disminuye de forma inversamente proporcional a la distancia e impulsa a los planetas alrededor de sus órbitas. Publicó sus teorías en un tratado titulado *Mysterium Cosmographicum* en 1596. Esta obra es importante porque presentaba la primera demostración amplia y convincente de las ventajas geométricas de la teoría copernicana.

Kepler fue profesor de astronomía y matemáticas en la Universidad de Graz desde 1594 hasta 1600, cuando se convirtió en ayudante del astrónomo danés Tycho Brahe en su observatorio de Praga. A la muerte de Brahe en 1601, Kepler asumió su cargo como matemático imperial y astrónomo de la corte del emperador Rodolfo II. Una de sus obras más importantes durante este periodo fue *Astronomía nova* (1609), la gran culminación de sus cuidadosos esfuerzos para calcular la órbita de Marte. Este tratado contiene la exposición de dos de las llamadas leyes de Kepler sobre el movimiento planetario. Según la primera ley, los planetas giran en órbitas elípticas con el Sol en un foco. La segunda, o regla del área, afirma que una línea imaginaria desde el Sol a un planeta recorre áreas iguales de una elipse durante intervalos iguales de tiempo. En otras palabras, un planeta girará con mayor velocidad cuanto más cerca se encuentre del Sol.

En 1612 Kepler se hizo matemático de los estados de la Alta Austria. Mientras vivía en Linz, publicó su *Harmonices mundi, Libri* (1619), cuya sección final contiene otro descubrimiento sobre el movimiento planetario (tercera ley): la relación del cubo de la distancia media (o promedio) de un planeta al Sol y el cuadrado del periodo de revolución del planeta es una constante y es la misma para todos los planetas.

Hacia la misma época publicó un libro, *Epitome astronomiae copernicanae* (1618–1621), que reúne todos los descubrimientos de Kepler en un solo tomo. Igualmente importante fue el primer libro de texto de astronomía basado en los principios copernicanos, y durante las tres décadas siguientes tuvo una influencia capital convirtiendo a muchos astrónomos al copernicanismo kepleriano.

La última obra importante aparecida en vida de Kepler fueron las *Tablas rudolfinas* (1625). Basándose en los datos de Brahe, las nuevas tablas del movimiento planetario reducen los errores medios de la posición real de un planeta de 5° a 10'. El matemático y físico inglés Isaac Newton se basó en las teorías y observaciones de Kepler para formular su ley de la gravitación universal. Kepler también realizó aportaciones en el campo de la óptica y desarrolló un sistema infinitesimal en matemáticas, que fue un antecesor del cálculo. Murió el 15 de noviembre de 1630 en Regensburg.

Leyes de Kepler

Tres leyes acerca de los movimientos de los planetas formuladas por el astrónomo alemán Johannes Kepler a principios del siglo XVII.

Kepler basó sus leyes en los datos planetarios reunidos por el astrónomo danés Tycho Brahe, de quien fue ayudante. Las propuestas rompieron con una vieja creencia de siglos de que los planetas se movían en órbitas circulares. Ésta era una característica del sistema de Tolomeo, desarrollado por el astrónomo de Alejandría Tolomeo en el siglo II d.C., y del sistema de Copérnico, propuesto por el astrónomo polaco Nicolás Copérnico, en el siglo XVI. De acuerdo con la primera ley de Kepler los planetas giran alrededor del Sol en órbitas elípticas en las que el Sol ocupa uno de los focos de la elipse. La segunda ley formula que las áreas barridas por el radio vector que une el centro del planeta con el centro del Sol son iguales en lapsos iguales; como consecuencia, cuanto más cerca está el planeta del Sol con más rapidez se mueve. La tercera ley establece que la relación de la distancia media, d , de un planeta al Sol, elevada al cubo, dividida por el cuadrado de su periodo orbital, t , es una constante, es decir, d^3/t^2 es igual para todos los planetas.

Estas leyes desempeñaron un papel importante en el trabajo del astrónomo, matemático y físico inglés del

siglo XVII Isaac Newton, y son fundamentales para comprender las trayectorias orbitales de la Luna y de los satélites artificiales.

Aldo Manuzio (1450–1515), impresor y humanista italiano nacido en Velletri. En 1490, con la ayuda financiera del príncipe de Carpi, Manuzio instaló una imprenta en Venecia, con la intención de publicar los clásicos griegos y latinos en volúmenes pequeños y económicos, conocidos como octavos. Su editorial, Ediciones Aldinas, publicó obras de autores griegos como el dramaturgo Eurípides, el ensayista Plutarco y los filósofos Aristóteles y Platón, que destacaban por su belleza tipográfica y su exquisita edición. Manuzio recurrió a los mejores especialistas en literatura clásica como editores, compositores y correctores de pruebas. En 1500 fundó en Venecia la Academia de Expertos en Literatura Griega, conocida hoy como Nueva Academia. Entre sus miembros figuraban el erudito holandés Erasmo de Rotterdam y el humanista inglés Thomas Linacre.

John Neper (1550–1617), matemático escocés nacido en Merchiston, cerca de Edimburgo. Estudió en la Universidad de San Andrés y durante su estancia allí fue seguidor del movimiento de la Reforma en Escocia y años más tarde tomó parte activa en los asuntos políticos promovidos por los protestantes. Es autor de la primera interpretación importante en Escocia de la Biblia.

Napier es más conocido por introducir el primer sistema de logaritmos, descrito en *Mirifici logarithmorum canonis descriptio* (1614). Los sistemas comunes y naturales de logaritmos que se utilizan actualmente no usan la misma base que los logaritmos de Napier, aunque a los logaritmos naturales a veces se les denomina logaritmos neperianos. Napier fue uno de los primeros, si no el primero, en utilizar la moderna notación decimal para expresar fracciones decimales de una forma sistemática. También inventó sistemas mecánicos para realizar cálculos aritméticos, descritos en *Rabdologiae seu numerationis per virgulas libri duo* (1617).

Pedro Nunes (1492–1577), geógrafo y matemático portugués, cuya contribución al arte de la cartografía fue de vital importancia en los años en que Portugal estaba creando su imperio en sudamérica.

Nunes nació en Alcácer do Sal, Portugal. Fue profesor de filosofía y de matemáticas en las universidades de Lisboa y Coimbra antes de ser nombrado Cosmógrafo Real en 1529. Pronto demostró su valía ayudando a resolver las discusiones sobre la localización exacta de las islas de las Especias (actualmente islas Molucas).

Su trabajo en el campo de la elaboración de mapas demostró que se trataba de una figura destacada en el estudio de las ciencias náuticas. Ideó un instrumento matemático denominado nonio que sirve para medir ángulos pequeños, y publicó importantes obras como *De arte atque ratione navigundi* (1546; *Del arte y la ciencia de la navegación*). Falleció en la ciudad de Coimbra en 1577. Sus obras completas se publicaron en 1592.

Paracelso, seudónimo de Theophrastus Bombastus von Hohenheim (c. 1493–1541), médico y químico suizo. Polémico y vitriólico, Paracelso rechazó las creencias médicas de su época afirmando que las enfermedades se debían a agentes externos al cuerpo y que podían ser combatidas por medio de sustancias químicas.

Nacido en Einsiedeln (hoy en Suiza), Paracelso obtuvo el título de médico, probablemente en la Universidad de Viena, y viajó mucho en busca del conocimiento alquímico, en especial en el campo de la mineralogía. Criticó con acidez la creencia de los escolásticos, procedente de los escritos del médico griego Galeno, de que las enfermedades se debían a un desequilibrio de los humores o fluidos corporales, y de que podían curarse mediante sangrías y purgas. Dado que creía que la enfermedad procede del exterior, Paracelso creó diversos remedios minerales con los que, en su opinión, el cuerpo podría defenderse. Identificó las características de numerosas enfermedades, como el bocio y la sífilis, y usó ingredientes como el azufre y el mercurio para combatirlas. Muchos de sus remedios se basaban en la creencia de que lo similar cura lo similar, por lo que fue un precursor de la homeopatía. Aunque los escritos de Paracelso contenían elementos de magia, su revuelta contra los antiguos preceptos de la medicina liberaron el pensamiento médico, permitiéndole seguir

un camino más científico.

Ambroise Paré (c. 1510 –1590), cirujano francés nacido en Laval, cuya enorme capacidad técnica y gran humanidad le distinguieron entre sus coetáneos y le hicieron famoso en toda Europa. Su éxito como cirujano militar en el ejército francés le hizo acreedor al cargo de cirujano del rey Enrique II y sus sucesores, Francisco II, Carlos IX y Enrique III. Paré introdujo la utilización de ligaduras en las arterias para prevenir la hemorragia, suprimió la práctica de cauterizar las heridas con aceite hirviendo, mejoró el tratamiento de las fracturas y promovió el uso de extremidades artificiales. Dado que carecía de educación formal, Paré fue el primer cirujano que describió su trabajo técnico en su lengua materna en vez de en latín; en consecuencia, sus escritos tuvieron gran influencia entre el público en general además de entre los profesionales de la medicina.

La Pistola, arma de fuego de corto alcance que, a diferencia de otras armas portátiles, se dispara con una sola mano. Existen tres tipos de pistolas: de disparo único, repetidora con varios cañones y repetidora de cañón único.

El uso de la pistola no se popularizó hasta que se inventó la rueda, el primer dispositivo de disparo mecánico práctico, en la primera mitad del siglo XVI. Las primeras pistolas eran demasiado grandes como para que alguien a pie las pudiera llevar en una funda. Además, los cañones eran cortos y limitaban la precisión y la distancia a la que llegaban los proyectiles. Por eso las primeras pistolas fueron utilizadas por la caballería en operaciones de ataque y huida. Al mejorar los sistemas de disparo, se redujo el tamaño y el peso de las pistolas hasta que su uso se extendió también entre la infantería. De la primera mitad del siglo XVII hasta el primer cuarto del siglo XIX, casi todas las pistolas europeas y estadounidenses funcionaban con ignición por pedernal (véase Armas ligeras) y tenían cañones de 23 a 30 centímetros. También se construían pistolas más pequeñas para uso civil. Pero no se produjeron mejoras importantes hasta que, en 1836, el inventor estadounidense Samuel Colt patentó el revólver, que poseía una cápsula de percusión metálica (que sustituía al sistema de pedernal), partes intercambiables fabricadas en serie y un cilindro que giraba y se fijaba de modo automático al accionarse el percutor.

Las mejoras en las municiones se iniciaron a mediados del siglo XIX con la aparición del cartucho metálico de autocebado. Las pequeñas mejoras continuaron hasta comienzos del siglo XX, cuando la investigación se interesó por la pistola automática con cargador. Desde entonces la automática se ha ido haciendo más popular y en la actualidad es la principal pistola militar del mundo. También está reemplazando de forma gradual al revólver en los cuerpos policiales.

Las pistolas automáticas modernas llevan de dos a tres veces más munición que los revólveres y se cargan con mayor rapidez. Su forma plana permite que sea más fácil esconderlas. No obstante su gran capacidad de almacenaje, cuando están cargadas pesan más o menos lo mismo que los modelos más antiguos, ya que en la actualidad se fabrican con nuevos materiales más ligeros. Sin embargo, los defensores del revólver resaltan su mayor exactitud, fiabilidad y seguridad. Por tanto, es poco probable que las pistolas reemplacen por completo a los revólveres. En realidad, tanto las pistolas que se alimenten por la boca del cañón como los revólveres siguen usándose en el deporte y en campeonatos mundiales especializados.

Las pistolas están muy extendidas en algunos países del mundo. En Estados Unidos hay más de 65 millones de pistolas en circulación.

Bracciolini Poggio, nombre completo Gian Francesco Poggio Bracciolini (1380–1459), humanista y calígrafo italiano. Mientras trabajaba en Florencia, transcribiendo manuscritos antiguos, Poggio creó la escritura redonda humanista, que sirvió como modelo a la familia tipográfica también conocida como romana. Durante sus viajes por Italia y Francia descubrió y transcribió diversos manuscritos de importantes textos clásicos latinos, entre los que figuran obras de los retóricos Cicerón y Quintiliano y del poeta Publio Papinio Statius. También es autor de numerosos libros en latín y una abundante correspondencia. Hacia el final de su vida escribió una historia de Florencia.

La Probabilidad, también conocida como teoría de la probabilidad, es la rama de las matemáticas que se ocupa de medir o determinar cuantitativamente la posibilidad de que un suceso o experimento produzca un determinado resultado. La probabilidad está basada en el estudio de la combinatoria y es fundamento necesario de la estadística.

La creación de la probabilidad se atribuye a los matemáticos franceses del siglo XVII Blaise Pascal y Pierre de Fermat, aunque algunos matemáticos anteriores, como Gerolamo Cardano en el siglo XVI, habían aportado importantes contribuciones a su desarrollo. La probabilidad matemática comenzó como un intento de responder a varias preguntas que surgían en los juegos de azar, por ejemplo saber cuántas veces se han de lanzar un par de dados para que la probabilidad de que salga seis sea el 50 por ciento.

La probabilidad de un resultado se representa con un número entre 0 y 1, ambos inclusive. La probabilidad 0 indica que el resultado no ocurrirá nunca, y la probabilidad 1 que el resultado ocurrirá siempre. Los problemas más sencillos estudian la probabilidad de un suceso favorable en un experimento o acontecimiento con un número finito de resultados, todos ellos con igual probabilidad de ocurrir. Si un experimento tiene n posibles resultados, y f de ellos se consideran favorables, la probabilidad de un suceso favorable es f/n . Por ejemplo, un dado no trucado se puede lanzar de seis formas posibles, por tanto, la probabilidad de que salga un 5 o un 6 es $2/6$. Problemas más complicados estudian acontecimientos en que los distintos resultados tienen distintas probabilidades de ocurrir. Por ejemplo, encontrar la probabilidad de que salga 5 o 6 al lanzar un par de dados: los distintos resultados (2, 3, 12) tienen distintas probabilidades. Algunos experimentos pueden incluso tener un número infinito de posibles resultados, como la probabilidad de que una cuerda de circunferencia dibujada aleatoriamente sea de longitud mayor que el radio.

Los problemas que estudian experimentos repetitivos relacionan la probabilidad y la estadística. Algunos ejemplos: encontrar la probabilidad de obtener 5 veces un 3 y al menos 4 veces un 6 al lanzar un dado sin hacer trampas 50 veces; si una persona lanza una moneda al aire y da un paso hacia delante si sale cara y un paso hacia atrás si sale cruz, calcular la probabilidad de que, después de 50 pasos, la persona esté a menos de 10 pasos del origen.

En términos probabilísticos, dos sucesos de un experimento son mutuamente excluyentes si la probabilidad de que los dos ocurran al mismo tiempo es cero; dos sucesos son independientes si la probabilidad de que ocurran al mismo tiempo es igual al producto de sus probabilidades individuales. Es decir, dos sucesos son excluyentes si la ocurrencia de uno prohíbe la ocurrencia del otro; dos sucesos son independientes si la ocurrencia o no de uno no afecta a la probabilidad de que el otro ocurra o no. Probabilidad compuesta es la probabilidad de que todos los casos de un conjunto dado de sucesos ocurran a la vez; probabilidad total es la de que al menos uno de los casos de un conjunto dado de sucesos ocurra. Probabilidad condicional es la probabilidad de que un suceso ocurra cuando se sabe que otro suceso ha ocurrido o va a ocurrir.

Si la probabilidad de que un suceso ocurra es p , la probabilidad de que no ocurra es $q = 1 - p$. Por tanto, la confianza en que el suceso ocurra es p contra q y la de que no ocurra es q contra p . Si las probabilidades de dos sucesos mutuamente excluyentes X e Y son p y P respectivamente, la confianza en que X ocurra y que Y no ocurra es p contra P . Si un experimento debe dar como resultado uno de los sucesos $O_1, O_2, \dots, O_n$, mutuamente excluyentes, cuyas probabilidades son $p_1, p_2, \dots, p_n$, respectivamente, y si a cada uno de los posibles resultados se le asigna un valor numérico $v_1, v_2, \dots, v_n$, el resultado esperado del experimento es $E = p_1v_1 + p_2v_2 + \dots + p_nv_n$. Por ejemplo, una persona lanza un dado, ganando 4 pasteles si saca 1, 2 o 3 y 3 pasteles si saca 4 o 5; pierde 12 pasteles si saca un 6. El resultado esperado con un solo lanzamiento es $3/6 \times 4 + 2/6 \times 3 - 1/6 \times 12 = 1$, o lo que es lo mismo, un pastel.

El uso más generalizado de la probabilidad es su utilización en el análisis estadístico. Por ejemplo, la probabilidad de sacar 7 al lanzar dos dados es $1/6$, lo que significa (se interpreta como) que al lanzar dos dados aleatoriamente y sin hacer trampas, un gran número de veces, alrededor de un sexto de los lanzamientos darán 7. Este concepto se utiliza a menudo para calcular estadísticamente la probabilidad de un suceso que no

se puede medir o es imposible de obtener. Así, si la estadística a largo plazo muestra que por cada 100 personas entre 20 y 30 años sólo habrá 42 vivos cuando tengan 70, lo que quiere decir que la probabilidad de que una de esas personas llegue a los 70 años es de un 42 por ciento.

La probabilidad matemática se utiliza mucho en las ciencias físicas, biológicas y sociales, así como en el comercio y la industria. Se aplica a muchas áreas tan dispares como la genética, la mecánica cuántica y los seguros. También estudia problemas matemáticos teóricos de gran importancia y dificultad y está bastante relacionada con la teoría del análisis matemático, que se desarrolló a partir del cálculo.

Diego Rodríguez (1596–1668), matemático y astrónomo mexicano. Desde 1637 fue catedrático de matemáticas y astrología en la Universidad de México. Hizo importantes contribuciones al estudio de los cometas (con referencia al cometa de 1652) y logró corregir la longitud de la ciudad de México. Rodríguez intentó acomodarse a la teoría heliocéntrica de Copérnico sin romper abiertamente con las pautas escolásticas. Además, comentó en sus escritos los hallazgos astronómicos de Galileo, pero no admitió de forma explícita sus conclusiones con respecto a los defectos de la cosmología clásica.

Miguel Servet (1511–1553), médico y teólogo español que fue ejecutado debido a sus creencias por dictado del Gobierno calvinista de Ginebra. Nació en Tudela, provincia de Navarra. Estudió Derecho en la Universidad de Toulouse, medicina en las Universidades de París y Montpellier y teología en Lovaina. Empezó la práctica de la medicina en 1540 en Vienne, Francia, donde ejerció además como médico personal del arzobispo. Hacia 1545 comenzó a mantener correspondencia con el teólogo protestante francés, Juan Calvino. A pesar de considerarse católico, manifestó su oposición herética al concepto de la Trinidad y pidió permiso para visitar la ciudad teocrática creada por Calvino en Ginebra, donde fue detenido mientras asistía a misa. Acusado de herejía y blasfemia contra la cristiandad, murió quemado en la hoguera.

Las opiniones religiosas de Servet fueron combatidas por los católicos y por los protestantes de la época. En *Del error de la Trinidad* (1531) repudió la personalidad tripartita de Dios y el ritual del bautismo. En 1532 escribió *Segundo Libro de diálogos sobre la Trinidad*. Sus contribuciones científicas también fueron notables: *La restauración del cristianismo*, publicado poco antes de su muerte, contiene la primera descripción rigurosa del sistema circulatorio pulmonar.

La Sordera, incapacidad para oír; esta alteración afecta de forma especial a las personas que la padecen ya que su integración en la sociedad es muy difícil. Alrededor de un 10% de la población padece problemas de audición. Afecta a todas las edades y sus consecuencias son leves o graves. Un 1% de la población es sordo profundo, es decir, tiene una pérdida de audición tan importante que no se beneficia de aparatos de amplificación. Los duros de oído o sordos leves y moderados pueden beneficiarse, en grado variable, de los audífonos.

Clasificación y etiología

Se distinguen 4 tipos de sordera: de conducción, sensorineural, mixta y central. La sordera de conducción se produce por enfermedades u obstrucciones del oído externo o medio y no suele ser grave; puede mejorar con audífonos y puede corregirse con tratamiento médico o quirúrgico. La sordera sensorineural se produce por lesión de las células sensitivas o de las terminaciones nerviosas del oído interno; puede ser desde leve hasta grave. La pérdida auditiva es mayor en unas frecuencias que en otras y queda distorsionada la percepción sonora aunque el sonido se amplifique. En este caso, los audífonos no son útiles. La sordera mixta se produce por problemas tanto en el oído externo o medio como en el interno. La sordera central se debe a la lesión del nervio auditivo (octavo par craneal) o de la corteza cerebral auditiva.

La sordera puede ser debida a una enfermedad, a un accidente, o congénita. La exposición continua o frecuente a niveles de sonido superiores a 85 decibelios (dB) puede causar sordera sensorineural progresiva.

Educación y entrenamiento

Hasta el renacimiento se consideró a los sordos incapaces de aprender a hablar y de ser educados. A partir del siglo XVI, algunos filósofos y educadores empezaron a reconsiderar esta situación. El monje benedictino español Pedro de Ponce está considerado como el primer profesor de estudiantes sordos. En 1620 Juan Pablo Bonet, otro español, escribió el primer libro sobre la educación de los sordos. El libro contenía un alfabeto manual similar al utilizado en la actualidad.

Durante el siglo XVIII se abrieron escuelas en Francia (abad Charles Michel de l'Épée) y Alemania (Samuel Heinicke). Desde esa época persiste el conflicto sobre si los niños sordos deben ser educados mediante procedimientos orales (lectura de labios y lenguaje, según l'Épée) o manuales (lenguaje manual y de signos, según Heinicke); cada escuela estudiaba también los métodos de la contraria.

La sordera no afecta a la capacidad intelectual del individuo ni a su habilidad para aprender. No obstante, un niño sordo pierde la estimulación lingüística de los niños normales y el retraso en el aprendizaje del lenguaje puede causarle retraso escolar. Este retraso tiende a ser acumulativo y el adolescente sordo puede llegar a sumar 4 o más años escolares de retraso. Pero si el niño sordo recibe una estimulación lingüística precoz mediante el lenguaje de signos tendrá un rendimiento escolar normal.

Tartaglia, sobrenombre de Niccolò Fontana (c. 1500–1557), matemático italiano nacido en Brescia, uno de los descubridores de la solución de la ecuación de tercer grado. Se le conoce como Tartaglia (el tartamudo) por su defecto en el habla, debido a las heridas que le causó de niño un soldado francés durante la invasión de su ciudad natal. Tartaglia enseñó matemáticas en varias universidades antes de instalarse en Florencia en 1542. Escribió sobre artillería y tradujo los Elementos de Euclides. Reveló su método de resolución de ecuaciones de tercer grado a otro famoso matemático renacentista, Gerolamo Cardano, y éste lo publicó en 1545, por lo que se conoce como 'fórmula de Cardano'. No obstante, el mérito del descubrimiento debería recaer probablemente sobre otro matemático italiano, Scipione del Ferro.

Tipo de imprenta, originalmente, bloque paralelepípedo con el que se componían los escritos y se transferían al papel mediante la impresión.

Cada tipo era un bloque metálico paralelepípedo de 2,5 cm de longitud que llevaba en una de sus caras una letra o un carácter en relieve. Las líneas de tipos se componían, se entintaban y se colocaban en la prensa de imprimir, que oprimía el tipo contra el papel u otro tipo de soporte, produciendo una imagen legible. Aunque la época de mayor auge de los tipos metálicos y la impresión en relieve quedó atrás hace tiempo, la palabra 'tipo' sigue describiendo un carácter de impresión independientemente del material, ya sea éste metal, película o soporte magnético, o incluso esté almacenado en forma de una serie de fórmulas matemáticas en una computadora. Véase Técnicas de impresión.

Una familia de tipos estaba compuesta tradicionalmente por todos los caracteres del alfabeto, mayúsculas y minúsculas, en un tamaño y estilo, y también incluía los números, signos de puntuación y caracteres especiales. La palabra 'fuente' se utiliza en la actualidad para describir todos los elementos anteriores más las cursivas, finas y negras de la misma familia de tipos. Una tipografía está compuesta por los conjuntos de caracteres representados por todos los tamaños y grosores de una determinada clase de letra.

El tamaño del tipo depende de la dimensión vertical del cuerpo (es decir, la distancia desde la parte más baja de una letra con trazo descendente g, p hasta la más alta de una letra con trazo ascendente b, h). La unidad habitual de medida de los tipos es el punto. En algunos países europeos se emplea el sistema Didot, en el que el punto equivale a 0,0376 cm. En Estados Unidos, el punto es más pequeño, 0,0351 cm, que a veces se redondea a 1/72 de pulgada. Los tipos para textos van generalmente de los 8 a los 12 puntos.

La técnica de impresión en relieve ya era conocida en las épocas antiguas, por ejemplo, en los sellos (véase

Filatelía) y precintos. Sin embargo, hasta mediados del siglo XV no llegó a perfeccionarse una tecnología fiable para la fabricación de tipos móviles. Aunque ya en el siglo XIV se habían desarrollado en China y Corea algunas técnicas rudimentarias de fundición de tipos, el honor de inventar una tecnología fiable suele reservarse para el impresor alemán Johann Gutenberg. En 1455, año en que se cree finalizó su Biblia de 42 líneas, el método de Gutenberg para fabricar tipos se componía de las siguientes operaciones:

1. El carácter en cuestión se grababa en relieve en el extremo de una barra de hierro denominada punzón.
2. El punzón se clavaba en una matriz, una pieza metálica más blanda, normalmente de cobre o de bronce, dejando una impresión del carácter.
3. La matriz se colocaba entonces en un molde manual, construido para fundir un tamaño determinado del tipo, pero ajustable en su dimensión horizontal para acomodarse a las diferentes anchuras de los distintos caracteres de una familia en concreto.
4. El tipógrafo vertía metal fundido, una mezcla de plomo, estaño y antimonio, en el molde, donde solidificaba casi instantáneamente formando una pieza alargada de metal que tenía en un extremo una réplica exacta del carácter grabado en el punzón.
5. Tras varios retoques, el tipo quedaba listo para su colocación en las cajas del cajista (los términos 'mayúsculas' o 'caja alta' y 'minúsculas' o 'caja baja' provienen de la práctica antigua de clasificar las mayúsculas en una caja colocada arriba y las demás en otra colocada debajo).

El proceso de fabricación de los tipos resultaba lento y laborioso, pero una vez fundidos y compuestos, los tipos permitían múltiples impresiones sin que se desgastaran, produciendo imágenes de gran nitidez. Durante más de 400 años todos los tipos se construyeron de esta forma. El proceso de fabricar tipos metálicos recibió el nombre de fundición tipográfica.

Evolución del diseño de tipos

Los primeros diseños de tipos se inspiraban en los libros manuscritos basados en la caligrafía y florecieron en Europa a lo largo del siglo XV (véase Manuscrito; Manuscritos miniados). A medida que el arte de imprimir se fue difundiendo por todo el continente, el diseño de los tipos empezó a reflejar ciertos gustos y costumbres nacionales e incluso regionales, pero invariablemente reproducían los ejemplares trazados a pluma. Dado que entonces se utilizaban decenas de ligaduras (o letras unidas: Æ, por ejemplo) y de contracciones, no era raro que una familia de tipos constase de 200 a 300 caracteres diferentes. Cerca de 299 distintos se utilizaron para componer la Biblia de Gutenberg.

A finales del siglo XV se habían consolidado en Europa dos estilos principales de letra manuscrita. En el norte de Europa, predominaban las letras negras o góticas, que iban desde la textura formal a las grafías más informales y cursivas como Lettre Bâtarde y Fraktur. El otro estilo de escritura manual, denominada a veces humanista, halló su máxima expresión en Italia. Con sus mayúsculas basadas en las letras de inscripciones romanas y las minúsculas inspiradas en las grafías de la minúscula carolina, este tipo de escritura se utilizó en la mayoría de los libros manuscritos del renacimiento italiano.

Aun cuando ambas tenían una apariencia estética, la grafía humanista gozaba de amplia aceptación por su legibilidad. Los tipos derivados de estas grafías recibieron el nombre de romanos, palabra que aún designa toda la gran familia de diseños predominante a lo largo de cinco siglos de fabricación de libros. Uno de los aspectos característicos de los tipos romanos es el rasgo (serifa o gracia), el pequeño trazo terminal dibujado en ángulo recto u oblicuo respecto de los trazos ascendentes o descendentes de la letra.

Son muchos los sistemas de clasificación ideados para organizar las familias de tipos de acuerdo a ciertas

características comunes. El grupo más numeroso de diseños, muy por encima, lo forma la categoría de los romanos, que se puede dividir en varios subgrupos según la evolución de determinados aspectos diferenciales. Los primeros estilos romanos, llamados a menudo venecianos antiguos, se diseñaron a lo largo del siglo XV y responden a las primeras interpretaciones de las grafías humanistas. La más difundida se debe a Nicolás Jenson (muerto hacia 1480), un diseñador de tipos e impresor francés asentado en Venecia en 1470. Los tipos venecianos se caracterizan por el escaso contraste entre las partes gruesas y finas de las letras y por la inclinación del trazo horizontal de la e minúscula.

Hacia 1500 apareció otra variante de la grafía humanista. Bautizados como estilos antiguos aldinos, el primero de estos nuevos tipos de letra fue el resultado de un encargo del gran erudito e impresor veneciano Aldo Manuzio. La nueva tipografía presentaba un contraste ligeramente mayor, poseía un aspecto más regular y trazos transversales horizontales. Aldo encargó el primer juego de tipos en cursiva, que se utilizó por primera vez en 1501 para una edición de bolsillo de la Eneida del poeta romano Virgilio. Durante el siglo XVI aparecieron refinamientos posteriores del modelo aldino, con unos romanos magníficos diseñados por Claude Garamond y las cursivas correspondientes por Robert Granjon, dos fundidores parisienses. A finales de ese siglo, los romanos de Garamond y otras muchas variantes de éstos se habían asentado por toda Europa.

La dependencia del diseño de los tipos respecto de los modelos trazados a pluma fue disminuyendo progresivamente hacia finales del siglo XVI. Los impresores ya no tenían ninguna razón para temer la competencia de los calígrafos, al tiempo que los diseñadores descubrían rápidamente que la superficie metálica rígida del punzón de hierro proporcionaba posibilidades casi ilimitadas para grabar formas de letras imposibles para un cálamo. Junto con la utilización progresiva de los principios geométricos, el arte de fundir tipos adquirió carta de naturaleza como tecnología basada en la creación y no sólo en la imitación.

Durante el siglo XVII se introdujeron en las fundiciones holandesas modificaciones importantes a los diseños del antiguo estilo. Aunque se derivaban de los modelos Garamond, los tipos holandeses eran más robustos. Los diseños holandeses influyeron en los trabajos del primer fundidor inglés importante, William Caslon. Sus tipos respondían al estilo antiguo en cuanto a carácter, resultaban legibles y agradables de aspecto, pero carecían de los elegantes trazos de los Garamond.

La calidad de las prensas de impresión y del papel mejoró tanto durante el siglo XVIII que permitió fundir tipos con detalles impensables hasta entonces. Tenían mayor contraste y proyección vertical y mayor delicadeza de rasgos. El impresor y fundidor inglés John Baskerville desempeñó un papel decisivo en el abandono de los estilos antiguos durante este importante periodo de transición. Aunque no fue el primero de estas características, los tipos de Baskerville resultaban bellamente proporcionados, y gozaron de gran admiración tanto en Europa como en Estados Unidos, donde Benjamin Franklin fue uno de sus pioneros. Estos tipos, junto con otros similares, se suelen catalogar como de transición.

El Torpedo, arma submarina autopropulsada, cargada con explosivos y equipada con un sistema interno de guía que controla dirección, velocidad y profundidad. Un torpedo típico tiene forma de puro, mide unos seis metros de largo, 53 centímetros de diámetro y pesa 1.361 kilogramos. Los torpedos son el arma principal de los submarinos. Durante la II Guerra Mundial los torpedos fueron también las principales armas de los torpederos de patrulla (PT, del inglés patrol torpedo boat). Además, los buques y aviones antisubmarinos también están equipados con torpedos.

Los torpedos modernos se clasifican en torpedos eléctricos y torpedos de vapor. Los torpedos de vapor alcanzan velocidades de 25 a 45 nudos y distancias de 4.367 a 27.350 metros. Sus cuatro componentes principales son la cabeza, la sección del depósito de aire, la sección posterior y la sección de cola. La cabeza contiene de 181 a 363 kilogramos de explosivos. El depósito de aire forma una tercera parte del torpedo y contiene tanques de aire comprimido, de combustible y de agua para el sistema de propulsión. La sección posterior contiene las turbinas de propulsión y los dispositivos de control de la dirección y de la profundidad. La sección de cola contiene los timones, las válvulas de escape y las hélices. El torpedo eléctrico es similar al

torpedo de vapor excepto que en lugar del depósito de aire hay una batería y en vez de turbinas un motor eléctrico. Dado que los torpedos eléctricos son más difíciles de detectar que los torpedos de vapor, cada vez se fabrican más.

Juan Valverde de Amusco (1525–1588), anatomista español, formado en Padua bajo el magisterio de Andrés Vesalio, máximo renovador de la anatomía durante el renacimiento.

En Padua también estudió con Realdo Colombo, y más tarde colaboró con él como ayudante en su cátedra de la Universidad de Pisa. Seguidor del gran Vesalio, sin embargo, era crítico con su espíritu empírico de la nueva ciencia humanista del XVI. Se opuso a la prohibición entonces vigente en España de la disección de cadáveres, apoyando a otros renovadores españoles de la anatomía, como Pedro Jimeno y Luis Collado. El libro de anatomía de Valverde, *Historia de la composición del cuerpo humano* (Roma, 1556), señalaba distintos errores de Vesalio y se apoyaba no sólo en la disección de animales experimentales, sino también en la vivisección. Tomando como base la observación, registró la primera descripción de la circulación pulmonar después de la de Miguel Servet.

Andrés Vesalio (1514–1564), anatomista y fisiólogo belga cuyas disecciones y descripciones del cuerpo humano contribuyeron a desterrar errores vigentes desde la antigüedad y a sentar las bases de la moderna anatomía.

Vesalio nació en Bruselas. Hijo de un célebre farmacéutico, estudió en la Universidad de Lovaina y más tarde en la de París, donde permaneció desde 1533 hasta 1536. Estudió medicina, mostrando especial interés por la anatomía. Tras posteriores estudios en la Universidad de Padua en 1537, Vesalio obtuvo el título de médico y fue nombrado lector de cirugía. Durante sus ininterrumpidas investigaciones, Vesalio demostró que las enseñanzas del médico grecorromano Galeno, reverenciado en las escuelas médicas de su tiempo, estaban basadas en disecciones de animales, aunque su propósito era servir como guía de la estructura del cuerpo humano.

Vesalio escribió un elaborado tratado anatómico, *De Humani Corporis Fabrica* (Sobre la estructura del cuerpo humano, 7 volúmenes., 1543), basado en sus disecciones de cadáveres humanos. Los volúmenes estaban ricos y meticulosamente ilustrados; muchos de sus magníficos grabados son obra de Jan van Calcar, un discípulo de Tiziano. Al ser el texto anatómico más extenso y exacto publicado hasta la fecha, desencadenó una gran controversia, pero contribuyó a que Vesalio fuera nombrado médico de la corte de Carlos I, emperador del Sacro Imperio Romano. Tras la abdicación de Carlos, su hijo Felipe II convirtió a Vesalio en uno de sus médicos en 1559. Tras pasar varios años en la corte, en Madrid, Vesalio emprendió peregrinaje a Tierra Santa. En el viaje de vuelta, en 1564, pereció en un naufragio frente a la isla griega de Zacynthos.

Conclusión

La idea renacentista de que la humanidad domina a la naturaleza es parecida al concepto del control del hombre sobre los elementos de la naturaleza explicado por Francis Bacon, concepto que inició el desarrollo de la ciencia y de la tecnología moderna. No obstante, el renacimiento ha legado, por encima de todo, monumentos de gran belleza artística que se mantienen como definiciones perennes de la cultura occidental. El Renacimiento también sentó las bases de una nueva manera de pensar, sentir y expresarse, más parecidas a las actuales. Los descubrimientos e inventos científicos y tecnológicos producidos en esa época, resultan de gran importancia en la actualidad, se les da un gran valor a éstos, como por ej, muchos de los teoremas o tesis formuladas son las bases de la matemática moderna, así como también los descubrimientos astrológicos, que son los principios de la astronomía moderna. Podemos decir que el Renacimiento fue una época de intensos cambios y modificaciones, que afectaron de gran manera la forma en que vivimos hoy en día, así como también la ciencia del presente.

Bibliografía

- **Encarta '98**, Seattle, Microsoft Corp., 1998.
- **Enciclopedia Cumbre**, México, Editorial cumbre, 1967.
- **Enciclopedia Visual de la Ciencia**, Valencia, Editorial A.G.O.L.U., 1986.
- **Grolier Multimedia Enciclopedia**, Chicago, Techsum Ltd., 1996.
- <http://205.13.36.62/techdta/cgi.bin/yahoo.search.results/redirect.to/ref.asp>.

Indice

- Carátula 1 1
- Carátula 2 2
- Desarrollo
 - ◆ Georgius Agricola 4
 - ◆ Antimonio 4
 - ◆ Bautista Antonelli 4
 - ◆ El Arcabuz 5
 - ◆ Ballena o Cetus 5
 - ◆ Tycho Brahe 6
 - ◆ La Carabina 7
 - ◆ Gerolamo Cardano 7
 - ◆ El Casco 7
 - ◆ Juan de Celaya 8
 - ◆ Andrea Cesalpino 8
 - ◆ Pedro Sánchez Ciruelo 8
 - ◆ Nicolás Copérnico 9
 - ◇ La cosmología a principios del siglo XVI 10
 - ◇ El sistema de Copérnico y su influencia 10
 - ◆ Sistema de Copérnico 11
 - ◆ René Descartes 11
 - ◆ Bartolomeo Eustachio 13
 - ◆ Gabriel Falopio 13
 - ◆ El Fármaco 14
 - ◇ Administración de los fármacos 14
 - ◆ El Fusil 15
 - ◆ Galileo Galilei 15
 - ◆ Konrad von Gesner 18
 - ◆ William Gilbert 18
 - ◆ La Granada 19
 - ◆ Johann Guttenberg 19
 - ◆ William Harvey 20
 - ◆ Baptista van Helmont 21
 - ◆ Francisco Hernández 21
 - ◆ Johannes Kepler 22
 - ◇ Leyes de Kepler 23
 - ◆ Aldo Manuzio 24
 - ◆ John Neper 24
 - ◆ Pedro Nunes 24
 - ◆ Paracelso 25
 - ◆ Ambroise Paré 25
 - ◆ La Pistola 26
 - ◆ Bracciolini Poggio 27
 - ◆ La Probabilidad 27
 - ◆ Diego Rodríguez 29

- ◆ Miguel Servet 29
- ◆ La Sordera 29
 - ◇ Clasificación y etiología 30
 - ◇ Educación y entrenamiento 30
- ◆ Tartaglia 31
- ◆ Tipo de imprenta 31
 - ◇ Evolución del diseño de tipos 32
- ◆ El Torpedo 34
- ◆ Juan Valverde de Amusco 35
- ◆ Andrés Vesalio 35

32

Georgius Agricola

Georg Bauer (1494–1555), más conocido por su nombre latinizado de Georgius Agricola, es considerado el fundador de la mineralogía.