BREVE EXPLICACION DEL ORIGEN DE LA FÍSICA

AL FINAL, todo es Física. ¿Y después del final?

Vana pregunta. Después del final no hay nada. El final es el final es el final.

INTRODUCCIÓN

La física, que es esencialmente el estudio de la materia y energía , es la base de cada campo de la ciencia y subyace en todos los fenómenos . es el equivalente actual de lo que antes solía llamarse *filosofía natural*, que se dio origen a mucho de la ciencia de nuestros días. *1

Es evidente que antes de que el hombre conociese a la física como lo que hoy conocemos existían implicaciones religiosas , aun hoy en la llamada nueva física con las teorías de la relatividad , la mecánica cuántica y los modelos cosmológicos , algunos de los cuales , como Stephen Hawking, obvian la existencia de un creador.

Hasta hoy lo que hemos avanzado en el conocimiento analítico de todo lo que nos rodea , sigue dejando una interpretación religiosa para el mundo tangible ya que es de tanta perfección que el hombre no puede dar una explicación razonable para la existencia del universo (por el momento).

LA PREHISTORIA.

El hombre prehistórico practicó el conocimiento empírico de la naturaleza . Se vio obligado a actuar conforme a su entorno , de manera hostil y de un modo precario, esto lo llevo a un descubrimiento práctico al que le tomaría cientos de años comprenderlo de una manera científica : la transformación de la energía (en este caso de mecánica a calorífica).El fuego aplicado a las sociedades nómadas fue el principio a la integración.

La revolución agrícola, hace unos 7000 años, modifico las conductas nómadas y genero el diseño de utensilios y a su vez produjo una cierta uniformidad en las medidas de las cosas.

Sin duda un bosquejo de ciencia (sin olvidar que la física es la base) se inicio en Grecia con los primeros grandes pensadores griegos , tendentes a explicar racionalmente los hechos abandonando en lo posible las creencias en sus argumentos, pretendieron alejar a los dioses de los fenómenos naturales , y solo requeridos en explicaciones dificultosas. A los griegos se les atribuye la invención de la *filosofía natural.*

LA IMPORTANCIA DE LAS MEDICIONES.

Desde la antigüedad el hombre a realizado mediciones, al principio utilizo como unidad de comparación una parte de su cuerpo; por ejemplo el codo, el pie y la pulgada. Cuando el comercio y los conocimientos científicos se universalizaron, este tipo de medidas ya no fueron aceptadas.

Una medida se requiere para que todo este en función de algo, para que sea equitativo y equilibrado y todo lleve un orden.

En el año de 1889 en la ciudad de París en Francia se establece la conferencia general de pesas y medidas que a través de convenciones internacionales es la encargada de establecer las unidades fundamentales y definir los patrones de mediciones. Entre los que se definieron los siguientes:

Magnitud	Unidad
Masa	Kilogramo
Longitud	Metro
Tiempo	Segundo
Intensidad de corriente eléctrica	Amper
Cantidad de sustancia	Mol
Temperatura	Kelvin
Intensidad luminosa	Candela

5 Sistema de Mediciones

El sistema Internacional de unidades es llamado Système International d´Unités (SI) y es esencialmente o mismo que conocemos como sistema métrico. El comité internacional de Pesos y Medidas ha establecido siete unidades fundamentales y les ha asignado unidades básicas oficiales a cada cantidad.

Cada una de las unidades tienen una definición específica medible que puede ser reproducida en cualquier parte del mundo. De las unidades básicas solo una, el kilogramo, está actualmente definida en términos de una muestra física individual. Este espécimen estándar se conserva en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas en Francia. Se han hecho copias del espécimen original para ser usadas en otras naciones. Todas las demás unidades están definidas en términos de eventos físicos reproducibles y pueden ser determinadas con precisión en varias partes del mundo.

Podemos medir muchas cantidades, como volumen, presión, velocidad y fuerza, que son combinaciones de dos o más cantidades fundamentales. Sin embargo, nadie ha encontrado nunca una medición que no pueda expresarse en términos de longitud, masa, tiempo, corriente, temperatura. Alas combinaciones de estas cantidades se les llama cantidades derivadas.

En Estados Unidos se ha progresado hacia la adopción de las unidades del SÍ. Sin embargo, las conversiones a gran escala son costosas y una conversión total del sistema internacional va requerir algún tiempo. Por está razón es necesario familiarizarse con unidades más antiguas de las cantidades físicas.

6 UNIDADES PRINCIPALES DE MEDICION

Cantidad	Unidad	SÍMBOLO
Longitud	*Metro*	*M*
Masa	*Kilogramo*	*Kg.*
Tiempo	*Segundos*	*S*
Energía Eléctrica	*ampere*	*A*
Temperatura	*kelvin*	*K*
Intensidad Luminosa	*Candela*	*cd*
Cantidad de Sustancia	*Mol*	*Mol*

SISTEMA DE UNIDADES EN ESTADOS UNIDOS

Magnitud	*Unidades de SI*	*Unidad del USCS*
Longitud	**Metro**	**Pies (ft)**
Masa	**Kilogramo**	**Slug (slug)**
Tiempo	**Segundo**	**Segundo (s)**
Fuerza (peso)	**Newton**	**Libra (lb)**
Temperatura	**Kelvin**	**Grado Rankin (R)**

PERSONAJES O FILOSOFOS QUE EMPEZARON A PENSAR EN LA FISICA

Heráclito (c. 540−c. 475 a.C.), filósofo griego, quien sostenía que el fuego era el origen primordial de la materia y que el mundo entero se encontraba en un estado constante de cambio. Nació en Éfeso, una antigua ciudad griega en Asia Menor, que ahora pertenece a Turquía. Debido a su vida solitaria, y a la oscuridad y misantropía de su filosofía, es llamado algunas veces el oscuro.

En cierto sentido, Heráclito fue uno de los iniciadores de la metafísica griega, aunque sus ideas se derivan de las de la escuela jónica de la filosofía griega. Consideraba el fuego como la sustancia primordial o principio que, a través de la condensación y rarefacción, crea los fenómenos del mundo sensible. Heráclito incorporó a la noción de "ser" de sus predecesores el concepto de "devenir" o flujo, al que consideró una realidad básica subyacente a todas las cosas, incluso a las más estables en apariencia. Para aclararlo, afirmaba que una persona no podía bañarse dos veces en el mismo río.

Leucipo (c. 450−370 a.C.), filósofo griego, que quizá naciese en Abdera. Casi nada se conoce de su vida y ninguno de sus escritos ha perdurado. Sin embargo, es reconocido como creador de la teoría atómica de la materia, más tarde desarrollada por su principal discípulo, el filósofo griego Demócrito. Según esta teoría, toda materia está formada por partículas idénticas e indivisibles llamadas átomos.

Dem crito (c. 460 a.C.−370 a.C.), filósofo griego que desarrolló la teoría atómica del universo, concebida por su mentor, el filósofo Leucipo. Dem crito nació en Abdera, Tracia. Escribió numerosas obras, pero sólo perduran escasos fragmentos.

Según la teoría atómica de la materia de Dem crito, todas las cosas están compuestas de partículas diminutas, invisibles e indestructibles de materia pura (en griego *atoma*, 'indivisible'), que se mueven por la eternidad en un infinito espacio vacío (en griego *kenon*, 'el vacío'). Aunque los átomos estén hechos de la misma materia, difieren en forma, medida, peso, secuencia y posición. Las diferencias cualitativas en lo que los sentidos perciben y el origen, el deterioro y la desaparición de las cosas son el resultado no de las características inherentes a los átomos, sino de las disposiciones cuantitativas de los mismos. Dem crito consideraba la creación de mundos como la consecuencia natural del incesante movimiento giratorio de los átomos en el espacio. Los átomos chocan y giran, formando grandes agregaciones de materia.

Aristarco de Samos (310−230 a.C.), astrónomo griego, el primero en afirmar que la Tierra gira alrededor del Sol. Sólo tenemos constancia de su afirmación a través de los escritos de Arquímedes; ninguna de sus obras sobre ese tema ha sobrevivido. También intentó describir un método de cálculo de las distancias relativas del Sol y de la Luna desde la Tierra. Aunque su método era correcto, sus cálculos no lo fueron debido a la falta de instrumentos precisos.

Arquímedes (287−212 a.C.), notable matemático e inventor griego, que escribió importantes obras sobre geometría plana y del espacio, aritmética y mecánica.

Nació en Siracusa, Sicilia, y se educó en Alejandría, Egipto. En el campo de las matemáticas puras, se anticipó a muchos de los descubrimientos de la ciencia moderna, como el cálculo integral, con sus estudios de áreas y volúmenes de figuras sólidas curvadas y de áreas de figuras planas. Demostró también que el volumen de una esfera es dos tercios del volumen del cilindro que la circunscribe.

En mecánica, Arquímedes definió la ley de la palanca y se le reconoce como el inventor de la polea compuesta. Durante su estancia en Egipto inventó el `tornillo sin fin' para elevar el agua de nivel. Arquímedes es conocido sobre todo por el descubrimiento de la ley de la hidrostática, el llamado principio de Arquímedes, que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una pérdida de peso igual al peso del volumen del fluido que desaloja. Se dice que este descubrimiento lo hizo mientras se bañaba, al comprobar cómo el agua se desplazaba y se desbordaba.

Al ser conquistada Siracusa, durante la segunda Guerra Púnica, fue asesinado por un soldado romano que le encontró dibujando un diagrama matemático en la arena. Se cuenta que Arquímedes estaba tan absorto en las operaciones que ofendió al intruso al decirle: No desordenes mis diagramas. Todavía subsisten muchas de sus obras sobre matemáticas y mecánica, como el *Tratado de los cuerpos flotantes, El arenario* y *Sobre la esfera y el cilindro.* Todas ellas muestran el rigor y la imaginación de su pensamiento matemático.

Eratóstenes (c. 284−c. 192 a.C.), matemático, astrónomo, geógrafo, filósofo y poeta griego. Midió la circunferencia de la Tierra con una precisión extraordinaria al determinar, a través de la astronomía, la diferencia de latitud entre las ciudades de Siena (actual Asuán) y Alejandría, en Egipto. Nació en Cirene (en la actualidad Shahhat, Libia). Entre sus maestros se encontraba el poeta griego Calímaco de Cirene. Hacia el 240 a.C., Eratóstenes llegó a ser el director de la Biblioteca de Alejandría. Sus cálculos sobre la circunferencia terrestre se basaron en la observación que hizo en Siena, su ciudad natal; a mediodía, en el solsticio de verano, los rayos del sol incidían perpendicularmente sobre la tierra y, por tanto, no proyectaban ninguna sombra (Siena estaba situada muy cerca del trópico de Cáncer). En Alejandría se percató de que en la misma fecha y hora las sombras tenían un ángulo de aproximadamente 7° con respecto a la vertical. Al conocer la distancia entre Siena y Alejandría, pudo hallar a través de cálculos trigonométricos la distancia al Sol y la circunferencia de la Tierra. Eratóstenes también midió la oblicuidad de la eclíptica (la inclinación del eje terrestre) con un error de sólo 7' de arco, y creó un catálogo (actualmente perdido) de 675 estrellas fijas. Su obra más importante fue un tratado de geografía general. Tras quedarse ciego, murió en Alejandría por inanición voluntaria.

Claudio Tolomeo (c. 100−c. 170), astrónomo y matemático cuyas teorías y explicaciones astronómicas dominaron el pensamiento científico hasta el siglo XVI. También se reconocen sus aportaciones en matemáticas, óptica y geografía. Posiblemente, Tolomeo nació en Grecia, pero su nombre verdadero, Claudius Ptolemaeus, refleja todo lo que realmente se sabe de él: `Ptolemaeus' indica que vivía en Egipto y `Claudius' significa que era ciudadano romano. De hecho, fuentes antiguas nos informan de que vivió y trabajó en Alejandría, Egipto, durante la mayor parte de su vida.

La primera y más famosa obra de Tolomeo, escrita originariamente en griego, se tradujo al árabe como *al−Majisti* (*Obra magna*). En Europa, las traducciones latinas medievales reprodujeron el título como *Almagesti,* y desde entonces se le conoce simplemente como *Almagesto.* En esta obra, Tolomeo planteó una teoría geométrica para explicar matemáticamente los movimientos y posiciones aparentes de los planetas, el Sol y la Luna contra un fondo de estrellas inmóviles. Esta obra no incluía ninguna descripción física de los objetos del espacio.
Utilizó el término epiciclo para describir la pequeña circunferencia sobre la que, según él, giraban los objetos en el espacio. Para que funcionara la teoría de los epiciclos, tuvo que introducir variaciones en las matemáticas tradicionales. Ésta fue una de las razones por las que el astrónomo polaco Nicolás Copérnico rechazó el sistema de Tolomeo en el siglo XVI y desarrolló su propia teoría heliocéntrica, que establece de forma correcta que el Sol está situado en el centro del Sistema Solar. Aun así,

Copérnico mantuvo un elaborado sistema de epiciclos.

BIOGRAFIA DE PERSONAJES QUE FUNDAMENTARONLAS LEYES QUE RIGEN LA FÍSICA HASTA ESTOS DIAS

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 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.

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.

Galileo (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 se ha convertido en 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 musicales, 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 ingresó 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 hidrostática y el movimiento 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 gemelos o binoculares. Su contribución en las operaciones navales y marítimas le supuso duplicar sus ingresos y la concesión del cargo vitalicio de 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 valió el ser nombrado matemático de 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 la astronomía de Tolomeo y confirmaban su aceptación de las teorías de Copérnico.

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 relacionadas con la mecánica,* 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.

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.

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. Murió el 15 de noviembre de 1630 en Regensburg.

Robert Hooke (1635−1703), científico inglés, conocido por su estudio de la elasticidad. Hooke aportó también otros conocimientos en varios campos de la ciencia.

Nació en la isla de Wight y estudió en la Universidad de Oxford. Fue ayudante del físico británico Robert Boyle, a quien ayudó en la construcción de la bomba de aire. En 1662 fue nombrado director de experimentación en la Sociedad Real de Londres, cargo que desempeñó hasta su muerte. Fue elegido miembro de la Sociedad Real en 1663 y recibió la cátedra Gresham de geometría en la Universidad de Oxford en 1665. Después del gran incendio de Londres en 1666, fue designado supervisor de esta ciudad, y diseñó varios edificios, como la casa Montague y el hospital Bethlehem.

Hooke realizó algunos de los descubrimientos e invenciones más importantes de su tiempo, aunque en muchos casos no consiguió terminarlos. Formuló la teoría del movimiento planetario como un problema de mecánica, y comprendió, pero no desarrolló matemáticamente, la teoría fundamental con la que Isaac Newton formuló la ley de la gravitación. Entre las aportaciones más importantes de Hooke están la formulación correcta de la teoría de la elasticidad (que establece que un cuerpo elástico se estira proporcionalmente a la fuerza que actúa sobre él), conocida como ley de Hooke, y el análisis de la naturaleza de la combustión. Fue el primero en utilizar el resorte espiral para la regulación de los relojes y desarrolló mejoras en los relojes de péndulo. Hooke también fue pionero en realizar investigaciones microscópicas y publicó sus observaciones, entre las que se encuentra el descubrimiento de las células vegetales.

Robert Boyle (1627−1691), científico británico, uno de los primeros defensores de los métodos científicos y uno de los fundadores de la química moderna.

Nació en Lismore, Irlanda, y estudió en Ginebra, Suiza. Se estableció en Inglaterra y se dedicó a la investigación científica. Boyle es considerado uno de los fundadores de los métodos científicos modernos porque creyó en la necesidad de la observación objetiva y de los experimentos verificables en los laboratorios, al realizar los estudios científicos.

Boyle fue el primer químico que aisló un gas. Perfeccionó la bomba de aire y sus estudios le condujeron a formular, independientemente de su colega francés Edme Mariotte, la ley de física conocida hoy como ley de Boyle−Mariotte. Esta ley establece que a una temperatura constante, la presión y el volumen de un gas son inversamente proporcionales. En el campo de la química, Boyle observó que el aire se consume en el proceso de combustión y que los metales ganan peso cuando se oxidan. Reconoció la diferencia entre un compuesto y una mezcla, y formuló su teoría atómica de la materia basándose en sus experimentos de laboratorio. En su obra *El químico escéptico* (1661). Entre sus obras están *Origen de formas y características según la filosofía corpuscular* (1666) y *Discurso de las cosas más allá de la razón* (1681). Boyle fue uno de los miembros fundadores de la Royal Society de Londres.

Isaac Newton (1642−1727), matemático y físico británico, considerado uno de los más grandes científicos de la historia, que hizo importantes aportaciones en muchos campos de la ciencia. Sus descubrimientos y teorías sirvieron de base a la mayor parte de los avances científicos desarrollados

desde su época. Newton fue, junto al matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz, uno de los inventores de la rama de las matemáticas denominada cálculo. También resolvió cuestiones relativas a la luz y la óptica, formuló las leyes del movimiento y dedujo a partir de ellas la ley de la gravitación universal.

Nació el 25 de diciembre de 1642 (según el calendario juliano vigente entonces; el 4 de enero de 1643, según el calendario gregoriano vigente en la actualidad), en Woolsthorpe, Lincolnshire.

Newton obtuvo en el campo de la matemáticas sus mayores logros. Generalizó los métodos que se habían utilizado para trazar líneas tangentes a curvas y para calcular el área bajo una curva, y descubrió que los dos procedimientos eran operaciones inversas. Uniéndolos en lo que él llamó el método de las fluxiones, Newton desarrolló en el otoño de 1666 lo que se conoce hoy como cálculo, un método nuevo y poderoso que situó a las matemáticas modernas por encima del nivel de la geometría griega.

Aunque Newton fue su inventor, no introdujo el cálculo en las matemáticas europeas. En 1675 Leibniz llegó de forma independiente al mismo método, al que llamó cálculo diferencial; su publicación hizo que Leibniz recibiera en exclusividad los elogios por el desarrollo de ese método, hasta 1704, año en que Newton publicó una exposición detallada del método de fluxiones, superando sus reticencias a divulgar sus investigaciones y descubrimientos por temor a ser criticado. Sin embargo, sus conocimientos trascendieron de manera que en 1669 obtuvo la cátedra Lucasiana de matemáticas en la Universidad de Cambridge.

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

Nacido el 31 de marzo de 1596 en La Haye , hoy Descartes (Indre−et−Loire), era hijo de un miembro de la baja nobleza y pertenecía a una familia que había dado algunos hombres doctos. Cuando tenía ocho años de edad fue enviado al colegio jesuítico de La Flèche (en Anjou), donde permaneció 10 años. Junto a las disciplinas clásicas tradicionales, también aprendió matemáticas y las principales doctrinas del escolasticismo, tendentes a orientar la razón humana hacia la comprensión de la doctrina cristiana. El catolicismo ejerció una gran influencia en Descartes a lo largo de toda su vida. Tras concluir su periodo de formación primaria en dicho centro, cursó estudios de Derecho en la Universidad de Poitiers, donde se licenció en 1616. Sin embargo, nunca llegó a ejercer como jurista. En 1618 entró al servicio del príncipe Mauricio I de Nassau−Orange, con la intención de seguir la carrera militar; posteriormente 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. Tras realizar numerosos viajes residió en París desde 1625 a 1628. Durante este periodo se dedicó al estudio de la filosofía y también realizó experimentos de óptica. En 1628, después de vender las propiedades que poseía en Francia, se trasladó a las Provincias Unidas y vivió en diferentes ciudades (Amsterdam, Deventer, Utrecht y Leiden).

Sus estudios sobre óptica culminaron con el descubrimiento de la ley fundamental de la reflexión: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. La publicación de su citado ensayo sobre óptica supuso la primera exposición de este principio. Además, el hecho de que Descartes tratara la luz como un tipo de fuerza en un medio sólido preparó el terreno para la teoría ondulatoria de la luz.

Su contribución más notable 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. 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 $x2$) para indicar las potencias de los números. Además, formuló la regla (conocida como ley cartesiana de los signos) para descifrar el

número de raíces negativas y positivas de cualquier ecuación algebraica.

Albert Einstein (1879−1955), físico alemán nacionalizado estadounidense, premiado con un Nobel, famoso por ser el autor de las teorías general y restringida de la relatividad y por sus hipótesis sobre la naturaleza corpuscular de la luz. Es probablemente el científico más conocido del siglo XX.

Nació en Ulm el 14 de marzo de 1879 y pasó su juventud en Munich, donde su familia poseía un pequeño taller de máquinas eléctricas. Ya desde muy joven mostraba una curiosidad excepcional por la naturaleza y una capacidad notable para entender los conceptos matemáticos más complejos. A los doce años ya conocía la geometría de Euclides.

A la edad de 15 años, cuando su familia se trasladó a Milán, Italia, a causa de sucesivos fracasos en los negocios, Einstein abandonó la escuela. Pasó un año con sus padres en Milán y viajó a Suiza, donde terminó los estudios secundarios e ingresó en el Instituto Politécnico Nacional de Zurich.

En 1905 se doctoró en la Universidad de Zurich, con una tesis sobre las dimensiones de las moléculas; también publicó cuatro artículos teóricos de gran valor para el desarrollo de la física del siglo XX. En el primero de ellos, sobre el movimiento browniano, formuló predicciones importantes sobre el movimiento aleatorio de las partículas dentro de un fluido, predicciones que fueron comprobadas en experimentos posteriores. El segundo artículo, sobre el efecto fotoeléctrico, anticipaba una teoría revolucionaria sobre la naturaleza de la luz. Según Einstein, bajo ciertas circunstancias la luz se comportaba como una partícula. También afirmó que la energía que llevaba toda partícula de luz, denominada fotón, era proporcional a la frecuencia de la radiación. Lo representaba con la fórmula $E = h\eth$, donde E es la energía de la radiación, h una constante universal llamada constante de Planck y es la frecuencia de la radiación. Esta teoría, que planteaba que la energía de los rayos luminosos se transfería en unidades individuales llamadas cuantos, contradecía las teorías anteriores que consideraban que la luz era la manifestación de un proceso continuo. Las tesis de Einstein apenas fueron aceptadas. De hecho, cuando el físico estadounidense Robert Andrews Millikan confirmó experimentalmente sus tesis casi una década después, éste se mostró sorprendido e inquieto por los resultados.

La tercera publicación de Einstein en 1905, *Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento*, y la cuarta titulada *¿Depende la inercia de un cuerpo de la energía que contiene?*, formulaban lo que después llegó a conocerse como la teoría especial de la relatividad (o teoría restringida de la relatividad). Desde los tiempos del matemático y físico inglés Isaac Newton, los filósofos de las ciencias naturales (nombre que recibían los físicos y químicos) habían intentado comprender la naturaleza de la materia y la radiación, y su interacción en algunos modelos unificados del mundo. La hipótesis que sostenía que las leyes mecánicas eran fundamentales se denominó visión mecánica del mundo. La hipótesis que mantenía que eran las leyes eléctricas las fundamentales recibió el nombre de visión electromagnética del mundo. Ninguna de las dos concepciones era capaz de explicar con fundamento la interacción de la radiación (por ejemplo, la luz) y la materia al ser observadas desde diferentes sistemas de inercia de referencia, o sea, la interacción producida en la observación simultánea por una persona parada y otra moviéndose a una velocidad constante.

En su cuarto artículo, Einstein dedujo la famosísima fórmula $E = m{\cdot}c2$ que relaciona la energía (E) con la masa (m) y la velocidad de la luz (c). Como el valor de c es muy elevado, una pequeña masa equivale a una gran cantidad de energía.

La dificultad de otros científicos para aceptar la teoría de Einstein no estribaba en sus complejos cálculos matemáticos y su dificultad técnica, sino que partía del concepto que tenía Einstein de las buenas teorías y su relación con la experimentación. Aunque sostenía que la única fuente del conocimiento era la experiencia, también pensaba que las teorías científicas eran creaciones libres de

una aguda intuición física, y que las premisas en que se basaban no podían aplicarse de un modo lógico al experimento. Una buena teoría sería, pues, aquella que necesitara los mínimos postulados para explicar un hecho físico. Esta escasez de postulados, característica de la obra de Einstein, provocó que su trabajo no fuera accesible para sus colegas, que le dejaron solo.

Esta teoría general completa de la relatividad no fue publicada hasta 1916. De acuerdo con ella, las interacciones entre los cuerpos, que hasta entonces se atribuían a fuerzas gravitacionales, se explican por la influencia de aquéllos sobre la geometría espacio−tiempo (espacio de cuatro dimensiones, una abstracción matemática en la que el tiempo se une, como cuarta dimensión, a las tres dimensiones euclídeas).

Einstein consagró gran parte del resto de su vida a generalizar su teoría. Su último trabajo, la teoría del campo unificado, que no tuvo demasiado éxito, consistía en un intento de explicar todas las interacciones físicas, incluidas la interacción electromagnética y las interacciones nucleares fuerte y débil, a través de la modificación de la geometría del espacio−tiempo entre entidades interactivas.

La teoría de la relatividad suponía un rechazo fundamental a la noción estricta de causalidad. Sin embargo, Einstein mantuvo una posición crítica respecto a estas tesis hasta el final de su vida. Dios no juega a los dados con el mundo, llegó a decir.

A partir de 1919, Einstein recibió el reconocimiento internacional y acumuló honores y premios de distintas sociedades científicas, como el Nobel de Física en 1921. Sus visitas a países de todo el mundo, como la que realizó a España en 1923, impulsada por el matemático Julio Rey Pastor, o las que realizó a Argentina, Uruguay y Brasil en 1925, eran un acontecimiento; le seguían fotógrafos y periodistas.

En 1939 Einstein participó junto con otros físicos en la redacción de una carta dirigida al presidente Franklin D. Roosevelt en la que se pedía la creación de un programa de investigación sobre las reacciones en cadena. La carta, que sólo iba firmada por Einstein, consiguió acelerar la fabricación de la bomba atómica, en la que él no participó ni supo de su finalización. En 1945, cuando ya era evidente la existencia de la bomba, Einstein volvió a escribir al presidente para intentar disuadirlo de utilizar el arma nuclear.

Después de la guerra, Einstein se convirtió en activista del desarme internacional y del gobierno mundial, y siguió contribuyendo a la causa del sionismo, pero declinó una oferta de los líderes del Estado de Israel para ocupar el cargo de presidente. A finales de la década de 1940 y principios de la de 1950, defendió en Estados Unidos la necesidad de que los intelectuales del país hicieran todo lo posible para mantener la libertad política. Einstein murió el 18 de abril de 1955 en Princeton.