



Anexo.

Grandes astrónomos

1. Claudio Ptolomeo
2. Nicolás Copérnico
3. Tycho Brahe
4. Johannes Kepler
5. Galileo Galilei
6. Isaac Newton
7. Charles Messier
8. William Herschel
9. Edwin Hubble
10. Albert Einstein
11. Mujeres astrónomas
 - Hypatia de Alejandría
 - Caroline Herschel
 - Williamina Fleming
 - Annie Jump Cannon
 - Henrietta Leavitt
 - Vera Rubin
 - Jocelyn Bell Burnell

CLAUDIO PTOLOMEO (100 - 170)

Vivió y trabajó en Egipto (se cree que en la famosa Biblioteca de Alejandría), dedicándose a los estudios científicos en época de los emperadores Adriano y Antonino Pío. Fue astrólogo y astrónomo, actividades que en esa época estaban íntimamente ligadas; también geógrafo y matemático.

Su concepción del universo fue heredera de la de Platón y Aristóteles aunque su método de trabajo, empirista, fue muy diferente al de ellos.

Su obra cumbre y una de las más importantes en toda la historia de la Ciencia, es un tratado astronómico conocido como *Almagesto* (nombre que se debe a la traducción de la obra al árabe), en el que hace referencia a la Tierra, inmóvil, como centro del universo. Alrededor de ella giran



el Sol, la Luna y los planetas. Para cada uno de ellos construye un sistema de círculos que le permite reproducir los fenómenos observados con mucha fidelidad. En esta obra Ptolomeo aportó también las medidas del Sol y la Luna y un catálogo de 1.022 estrellas. El *Almagesto* es el broche de oro de toda la Astronomía griega (entre sus predecesores destaca Hiparco de Nicea) y fue el tratado de referencia durante más de mil años, hasta Copérnico.

Publicó unas tablas derivadas de las teorías del *Almagesto* llamadas *Tablas manuales* las cuales sólo se conocen por referencias escritas. Fue también un divulgador ya que escribió y publicó su *Hipótesis de los planetas* en un lenguaje sencillo apto para quienes no dominaban las matemáticas.

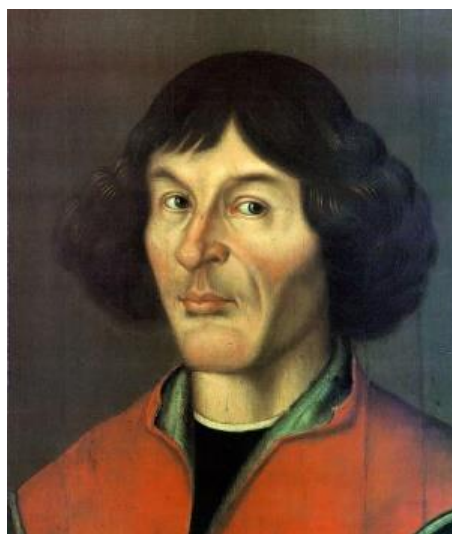
Aplicó sus estudios de trigonometría a la construcción de astrolabios y relojes de Sol y sus conocimientos de astronomía en su obra de carácter astrológico *Tetrabiblos*. En el campo de la óptica exploró las propiedades de la luz, sobre todo, la reflexión y la refracción, aplicando para ello sus conocimientos matemáticos.

Otra obra importantísima fue la *Geografía* en la que realizó mapas del mundo conocido utilizando por primera vez de forma sistemática la latitud y la longitud que sirvió de ejemplo, a pesar de sus errores, a los cartógrafos durante muchos años. También se interesó por la música y escribió un tratado de teoría musical llamado *Harmónicos*. Pensaba que las leyes matemáticas subyacían tanto en los sistemas musicales como en los cuerpos celestes, y que ciertos modos e incluso ciertas notas correspondían a planetas específicos, las distancias entre estos y sus movimientos.

De esta manera, a pesar de los errores de sus teorías, Claudio Ptolomeo trató de explicar científicamente los movimientos aparentes de los astros y su método de trabajo fue seguido durante casi 1.500 años.

NICOLAS COPÉRNICO (1473 - 1543)

Científico polaco nacido en 1473 en Torun en una familia acomodada de mercaderes y oficiales municipales. Su tío, Lucas Watzenrode, príncipe-obispo de Ermland, le procuró la mejor formación académica. En 1491 ingresó en la Universidad de Cracovia donde siguió una carrera de estudios generales y, posteriormente, viajó a Italia para estudiar derecho y medicina. En la Universidad de Bolonia llegó a ser profesor de astronomía.



Tras recibir el grado de doctor en derecho canónico, Copérnico alternó su ocupación de astrónomo con la de matemático, físico, clérigo, y otras más. Pronto se mostró insatisfecho con el sistema astronómico aristotélico-ptolemaico vigente durante siglos y llegó a la conclusión de que los movimientos aparentes de los planetas eran fruto de la propia rotación de la Tierra alrededor de su eje y de su desplazamiento a lo largo de su órbita. En 1514, escribió un breve “Comentario sobre las teorías de los movimientos de los objetos celestes a partir de sus disposiciones” en él escribió “giramos alrededor del Sol, como todos los demás planetas”.

Temeroso de exponerse a las iras del público y de la Iglesia, rehusó publicar el manuscrito que hizo circular discretamente entre sus amistades. Tras años de trabajo de corrección y ampliación de su *Comentario* completó en 1530 su obra “Sobre las revoluciones de los orbes celestes” cuya publicación retrasó durante trece años. Esta obra representa el punto inicial de la astronomía moderna debido al desarrollo de su modelo heliocéntrico. Las ideas principales de esta teoría son:

1. No hay ningún centro en el universo.
2. El centro de la Tierra no es el centro del universo.
3. El centro del universo está cerca del Sol.
4. La distancia desde la Tierra al Sol es imperceptible comparada con la distancia a las estrellas.
5. La rotación de la Tierra explica la aparente rotación diaria de las estrellas.
6. El aparente ciclo anual de movimientos del Sol está causado por la Tierra trasladándose a su alrededor.
7. El movimiento retrógrado aparente de los planetas está causado por el movimiento de la Tierra desde la que los observamos

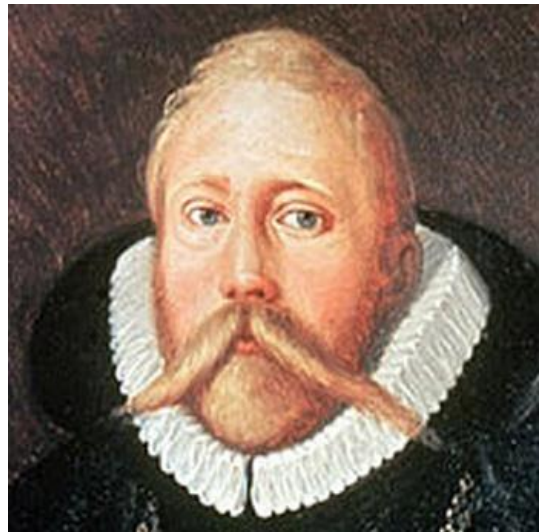
Su modelo representó una ruptura con la ideología religiosa medieval. Sustituía el cosmos cerrado, con el hombre como centro, por un universo infinito, situado alrededor del Sol. Su teoría con la Tierra y los planetas girando alrededor del Sol, permitió aclarar fenómenos hasta entonces explicados de forma insatisfactoria y proporcionó las bases que permitieron a Newton culminar la revolución astronómica, al pasar de un cosmos geocéntrico a un universo heliocéntrico y cambió irreversiblemente la visión del cosmos que había prevalecido hasta entonces.

Copérnico murió el 24 de mayo de 1543 el mismo día que se publicó, por primera vez, su obra.

TYCHO BRAHE (1546 - 1601)

Nació en el castillo de Knudstrup, Escania (Suecia). Fue un astrónomo danés, considerado el más grande observador del cielo en el período anterior a la invención del telescopio.

Estudió en las universidades de Copenhage y Leipzig, y más tarde en Wittenberg, Rostock, y Basel. Su principal interés se centraba en la alquimia y la astronomía. En 1566 perdió parte de la nariz durante un duelo que mantuvo con otro estudiante de Wittenberg, y durante el resto de su vida llevó una prótesis que disimulaba su defecto. Volvió a Dinamarca en 1570.



En 1572 Tycho observó una nueva estrella (una supernova) en la constelación de Casiopea. Por aquella época se pensaba que los cielos eran inmutables, de acuerdo con la teoría aristotélica, y que las "estrellas nuevas", de las que se tenían noticia histórica, se debían a fenómenos ocurridos en la atmósfera de la Tierra.

Tycho Brahe demostró que esto no era cierto, se trataba por tanto de una verdadera estrella. Como resultado de su estudio publicó un breve trabajo en el que se ponía en duda la inmutabilidad de los cielos del modelo aristotélico, como lo atestiguaba el nacimiento de la estrella nueva.

En 1574 comenzó a impartir cursos en la Universidad de Copenhage y a relacionarse con otros astrónomos. Llegó a la conclusión de que cualquier avance en astronomía se tenía que apoyar en observaciones más precisas, para lo cual era necesario construir mejores instrumentos.

Con la ayuda del Rey Federico II construyó en la isla de Hven, cerca de Copenhage, un moderno observatorio al que llamó Uraniborg, la ciudad de Urano, que fue el mejor de su época. En él trabajó desde 1576 hasta 1597. El sucesor de Federico II, Cristian IV, se llevaba mal con él y le retiró la subvención. Invitado por el Emperador Rodolfo II, se estableció en Praga donde le ofrecieron el puesto de Matemático Imperial. Inventó nuevos instrumentos y realizó las observaciones más precisas de la posición de los planetas hasta la llegada del telescopio.

Propuso un modelo en el que la Tierra estaba en el centro del Universo, pero con los planetas girando en torno al Sol. Era un sistema más complicado, intermedio entre el de Ptolomeo y el de Copérnico, por lo cual no llegó a prosperar. Fue el último intento de mantener la idea de la Tierra en el centro del Universo. Gracias a las rigurosas observaciones de Tycho que, finalmente y después de su muerte pudo conocer Kepler, éste enunció las tres leyes del movimiento planetario que supusieron un gran avance en el progreso de la Astronomía.

JOHANNES KEPLER (1571 - 1630)

Nació en Württemberg, actual Alemania, en 1571. Fue enviado, con once años a los seminarios de Alberg y Maulbronn para seguir la carrera eclesiástica. Con 17 años ingresa en la Universidad de Tübingen para ser sacerdote. Allí, uno de sus profesores lo introdujo en la hipótesis del universo Heliocéntrico de Copérnico. No llegó a ordenarse ya que prefirió ser profesor de Matemáticas en una escuela de secundaria de Graz. Junto a sus clases, empezó a preparar almanaques astronómicos, a confeccionar horóscopos y desarrolló una teoría, *El Misterio Cósmico* según la cual las órbitas de los planetas conocidos estaban “anidadas” en los cinco sólidos regulares. No obstante, a pesar de los cálculos realizados los sólidos y los datos de las órbitas planetarias no encajaron bien. Llegó a la conclusión de que necesitaba los datos más exactos de las posiciones planetarias por lo que tomó, entonces, la determinación de acceder a las observaciones más precisas que estaban en poder del mejor observador de la época, Tycho Brahe.



Las guerras entre católicos y protestantes le obligaron a exiliarse a Praga donde pudo, por fin, conocer a Tycho, por entonces matemático imperial. Kepler, el mejor teórico del momento y Tycho, el mejor observador, mantuvieron una relación tirante. Aunque Kepler siempre apreció la valía de las observaciones de Tycho, nunca aceptó su imagen del Universo (Tierra central e inmóvil, con el Sol girando a su alrededor arrastrando las órbitas del resto de planetas). Tycho, por el contrario, nunca le facilitó sus datos para que los utilizara libremente. En 1601 muere Tycho Brahe y finalmente, Kepler, convertido en matemático imperial, hereda sus anotaciones e intenta ajustar las posiciones de Marte a una órbita que satisficiera los datos anotados por Tycho a lo largo de muchos años.

Desde la antigüedad, todos los astrónomos dieron por sentado que los planetas se movían siguiendo caminos circulares también Galileo, Tycho, Copérnico e, incluso, Kepler quien intentó explicar las observaciones de Tycho suponiendo que la Tierra y Marte se movían así.

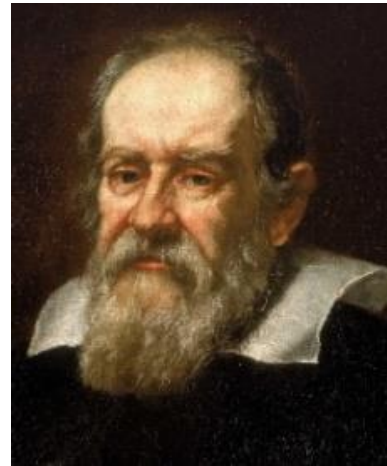
Después de años y muchos intentos, descubrió que Marte seguía, en su camino en torno al Sol, un círculo alargado, una especie de óvalo. Probó diversas fórmulas y, finalmente, encontró que la de la elipse encajaba perfectamente con las observaciones de Tycho si el Sol ocupaba uno de los focos.

Esta fue la primera de las tres leyes que Kepler enunció respecto al movimiento de los planetas en torno al Sol y que expuso en su obra *Astronomía Nova*. En obras posteriores publicó las dos siguientes leyes que configuran su legado.

Murió en Ratisbona (Alemania) en 1630

GALILEO GALILEI (1564 - 1642)

Nació en Pisa en febrero de 1564. Su padre, músico y matemático, contrariando su inclinación por las matemáticas y las investigaciones mecánicas, le matriculó en la universidad de Pisa para estudiar medicina y filosofía aristotélica. Pronto abandonó estos campos para dedicarse a las matemáticas que estudió y enseñó tanto en Florencia como en Pisa donde fue nombrado profesor de matemáticas y astronomía. En esta época se interesó por el movimiento de los cuerpos llegando a descubrir la isocronía del péndulo y la proporcionalidad entre la velocidad de caída de los cuerpos y su densidad y no con su peso como se creía hasta entonces.



A la muerte de su padre en 1592 se trasladó a Padua. Allí fue nombrado catedrático de matemáticas e impartió geometría y astronomía. En esta ciudad permaneció dieciocho años donde inventó una bomba para subir agua, una regla de calcular útil para ingenieros y comenzó a trabajar en un modelo matemático que describía el movimiento de la caída de los cuerpos. En este periodo inició una correspondencia con Kepler al haber simpatizado con las opiniones copernicanas recogidas en *Mysterium cosmographicum*.

A principios del siglo XVII Galileo se situó al frente de la astronomía de su tiempo al mejorar un catalejo recién patentado y dirigirlo hacia el cielo. Con él comprobó que la Luna no era un disco liso, sino que contenía montañas y cráteres, que la Vía Láctea era en realidad un conjunto vastísimo de estrellas separadas, que Júpiter tenía cuatro lunas que orbitan en torno a él, que Venus presentaba fases análogas a las de la Luna y que Saturno tenía forma oblonga (no llegó a distinguir sus anillos). Estas observaciones tuvieron implicaciones tremendas pues confirmaban la teoría de Copérnico de que la Tierra era un planeta que giraba alrededor del Sol. En 1610 publicó *Sidereus Nuncius*, se desvinculó de la enseñanza consiguiendo una plaza en Florencia como matemático y filósofo y se dedicó por completo al telescopio.

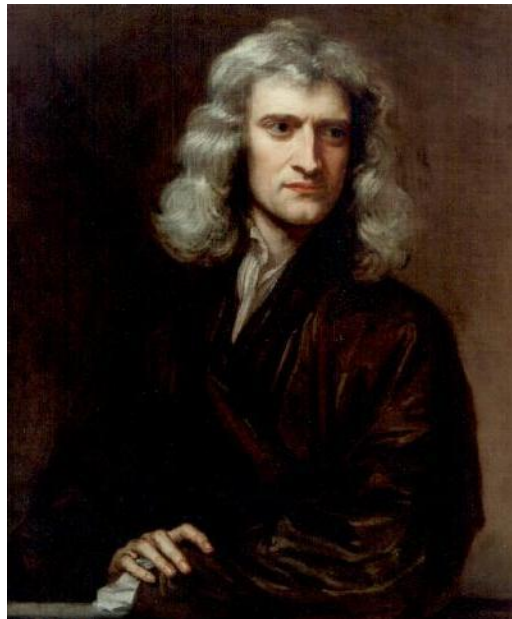
En 1613 sostuvo en *Cartas sobre las manchas solares* su visión de un universo heliocéntrico lo que dio lugar a que fuera atacado y denunciado a la Santa Inquisición. En 1616 fue llamado a Roma para responder por sus planteamientos en los que había insistido en su *Teoría de las mareas*. Un consejo de teólogos le censuró y fue advertido de que las teorías copernicanas eran contrarias a las Escrituras y que solo podían ser presentadas como hipótesis.

Aun contando con la protección inicial del papa Urbano VIII la publicación de su obra “Los dos máximos sistemas del mundo” le acarreó la acusación de hereje, fue obligado a abjurar en un proceso humillante y condenado a prisión perpetua conmutada posteriormente por un arresto domiciliario en Siena. En este proceso, se le atribuye, aunque no es seguro que fuera así, su famosa frase “eppur si muove” (sin embargo, se mueve) como desafío al oscurantismo y su búsqueda de la verdad aún en circunstancias adversas. En su retiro terminó su última obra, *Diálogo sobre dos nuevas ciencias*, el compendio de sus descubrimientos en física entre los que destaca su demostración de que la trayectoria de un proyectil describe una parábola y que la distancia recorrida aumentaba proporcionalmente al cuadrado del tiempo transcurrido.

Murió en Arcetri (Florencia) en 1642, el mismo año en el que nació Newton

ISAAC NEWTON (1642 - 1727)

Nació el día de Navidad de 1642 en Woolsthorpe, en Lincolnshire (Inglaterra). Su infancia estuvo marcada por el abandono familiar ya que su padre murió antes de nacer y su madre se casó cuando él tenía dos años con un clérigo que lo confió al cuidado de su abuela. Desde niño mostró gran curiosidad en prototipos automáticos y dibujos arquitectónicos construyendo relojes mecánicos, de sol, cometas, y molinos en miniatura. A pesar de su gran curiosidad, en sus primeros años de escolaridad no fue un alumno destacado, pero bajo el influjo de su tío William llegó a matricularse en el Trinity College, en la Universidad de Cambridge.



En 1665, Newton se retiró a su pueblo natal cuando la universidad cerró por una epidemia de fiebre bubónica. En el año que permaneció allí inventó el cálculo diferencial e integral, realizó descubrimientos fundamentales sobre la naturaleza de la luz y estableció las bases de la teoría de la gravitación universal.

A su regreso a Cambridge, mostró gran interés por la astronomía de Copérnico, la mecánica de Galileo y la óptica de Kepler. Se hizo cargo, además, de la cátedra de matemáticas a la edad de veintisiete años y se centró en el campo de la óptica demostrando que la luz blanca está compuesta por una mezcla de varios tipos de luz.

Newton, a pesar de las mezquinas disputas que mantuvo con otros científicos como Robert Hooke y Leibniz, de la arrogancia y actitudes rencorosas que marcaron su vida y su inclinación hacia estudios esotéricos como la alquimia y el revisionismo religioso, ha sido para muchos el mayor genio científico que haya existido. Es considerado el padre del estudio del cálculo infinitesimal, la mecánica y el movimiento planetario y de la teoría de la luz y el color. Formuló la fuerza de la gravitación y definió las leyes del movimiento planetario y de la atracción en su obra cumbre *Principios matemáticos de la filosofía natural*, conocida como los *Principia*. Es el primer libro de física teórica y unánimemente considerado como la obra más importante de la historia de la ciencia. En ella fundió las contribuciones científicas de Copérnico, Galileo y Kepler.

Las tres leyes de Kepler sobre el movimiento planetario pueden derivarse de los principios newtonianos. Las leyes de Kepler se basaban en las laboriosas observaciones de Tycho Brahe. Las leyes de Newton eran teóricas, abstracciones matemáticas a partir de las cuales podían derivarse todas las mediciones de Tycho.

Realizó otras aportaciones tanto en el campo de las matemáticas en el que inventó en una sola noche la rama del cálculo de variaciones como en el de la astronomía en el que inventó el telescopio reflector. Ocupó diversos cargos como el de presidente de la Royal Society y director de la Real Casa de la Moneda.

Murió en 1727, a la edad de ochenta y cinco años.

CHARLES MESSIER (1730 - 1817)

Nació en Badonviller, Lorena, el 26 de junio de 1730 y falleció en París el 12 de abril de 1817, fue un astrónomo y cazacometas francés, conocido por ser el creador del catálogo de 110 objetos del espacio profundo (nebulosas, galaxias y cúmulos de estrellas).

Desde muy joven, Charles adquirió una gran habilidad para dibujar y observar. Esto le permitió en 1751 poder adquirir un empleo como astrónomo real de la Marina de Francia. En este trabajo no sólo dibujaba mapas celestes, sino que también hacía mapas geográficos, los cuales eran realizados con gran precisión.

Estuvo trabajando en una torre de observación de la Marina Real, donde tenía su propio despacho. El primer gran trabajo que hizo consistió en elaborar un gran mapa de China. Más adelante hizo algunos de los dibujos del tránsito de Mercurio y comenzó también a realizar cálculos y medidas de las posiciones exactas de los astros del Sistema Solar. Estos fueron sus inicios en la astronomía. La destreza del manejo que tenía para los aparatos astronómicos y su vista excelente le hicieron convertirse en un gran observador.



Hacia finales de 1758 se esperaba que regresara el cometa Halley, anunciado por el astrónomo inglés, el cual había fallecido unos años antes. Se suponía que su órbita iba a pasar de nuevo cerca de la Tierra y podría verse. La búsqueda de este cometa se convirtió en una de las prioridades para Messier. Se dedicó completamente a ello de tal forma que descubrió 15 nuevos cometas a lo largo de su vida.

Dado que los instrumentos que empleaba, comparados con los telescopios actuales, tenían muy poca calidad, seguía encontrando objetos difusos que confundía con cometas. Para no equivocarse, los fue clasificando en números y anotando su posición con una breve descripción. De esta forma, cuando descubría algo nuevo, podía revisar los datos anotados para saber si ya lo había observado con anterioridad.

El primero de estos objetos (M 1) en la lista, es la nebulosa del Cangrejo en Tauro, descubierta el 28 de agosto de 1758 mientras buscaba el famoso cometa que había visto dos semanas antes. El segundo objeto (M 2) es la nebulosa globular en Acuario aunque ésta no fue observada hasta 1760. Pero tal trabajo de compilación no comenzó en serio hasta 1764. En siete meses Messier añadió 38 entradas a la lista, incluyendo objetos como el cúmulo globular en Hércules (M 13), las nebulosas Omega y Trífida en Sagitario (M 17 y M 20), la nebulosa planetaria Dumbell (M 27), y la nebulosa de Andrómeda (M 31)

Messier no descubrió todos los objetos de su catálogo, ya que muchos fueron observados por el también francés Pierre Méchain y el inglés Edmond Halley. Curiosamente, Messier es más famoso por su catálogo de objetos estelares que por los cometas que descubrió.

WILLIAM HERSCHEL (1738 - 1822)

Nació en Hannover, Alemania el 15 de noviembre de 1738 y falleció en Berkshire, Inglaterra, el 25 de agosto de 1822. Músico de profesión, profundizó en Inglaterra sus estudios. Se convirtió primero en profesor, posteriormente en organista y en 1766 director de orquesta en Bath. Gran amante de la Astronomía desde su infancia y dotado de una gran habilidad manual comenzó desde muy pronto a calcular, diseñar y construir sus propios telescopios. Sus primeros grandes descubrimientos los realizó con ayuda de su telescopio de 18 pulgadas, del cual se sirvió hasta el fin de su vida.



Mientras construía telescopios por encargo, muy abundantes en esos años de la Ilustración, observaba los cielos ayudado por su hermana Caroline que anotaba todos los detalles que veía William. En fecha tan temprana como febrero de 1774, ya habían observado y analizado con todo detalle la Nebulosa de Orión, descubierta con anterioridad, en 1610.

El 13 de marzo de 1781 Herschel observó un objeto no registrado que a primera vista parecía un cometa. Estudiándolo con todo cuidado pronto consiguió determinar que en realidad se trataba de un nuevo planeta. Éste se desplazaba lentamente. Observándolo noche tras noche, llegó a la conclusión de que había descubierto el séptimo planeta. Pidió a otros astrónomos que confirmaran su diagnóstico, y todos estuvieron de acuerdo con él; existía un nuevo planeta situado al doble de la distancia de Saturno.

Herschel bautizó al planeta con el curioso nombre de "Planeta Jorge", en homenaje al rey Jorge III de Inglaterra. El nuevo planeta siguió llamándose así hasta bien entrado el siglo XIX, cuando siguiendo la tradición mitológica de los planetas contiguos (Marte, Júpiter y Saturno) y para continuar con la secuencia genealógica (nieto, padre, abuelo) pasó a llamarse Urano.

Se dio cuenta de que el catálogo de Messier, astrónomo contemporáneo francés, sólo contenía una ínfima parte de los objetos de espacio profundo existentes en la realidad. El 23 de octubre de 1783, con la ayuda de Caroline inició una búsqueda sistemática desde su observatorio. Cinco días más tarde hizo su primer descubrimiento: NGC 7184, una pequeña galaxia en la constelación de Acuario de magnitud 11,2. En un año y medio descubrió 1.000 nuevos objetos del espacio profundo.

Comprobó que el Sol no estaba quieto, como suponía la teoría de Copérnico y Galileo, sino que se desplaza hacia la estrella Lambda Herculis, arrastrando a la Tierra y al resto de su séquito planetario. Herschel estudió el movimiento propio de las estrellas y basándose en estadísticas de las poblaciones de estrellas en cada sector del cielo, diseñó un modelo bastante correcto de la Vía Láctea. Asimismo en 1787, descubrió Titania y Oberón, dos lunas de Urano.

EDWIN HUBBLE (1889 - 1953)

Nació el 20 de noviembre de 1889 en Mansfield, Missouri, EE. UU. Entre los años de 1907 y 1910, estudió matemáticas, astronomía y filosofía en la Universidad de Chicago, y posteriormente astronomía en el Observatorio Yerkes en 1914,

Fue fundador y director del Observatorio Mount Wilson de Carnegie Institution, cerca de Pasadena, California. Al iniciar la Primera Guerra Mundial Hubble se alistó en la infantería. Cuando regresó a los Estados Unidos en el verano de 1919, fue inmediatamente a ocupar su puesto en el Observatorio, donde permanecería hasta su muerte, el cual sería el escenario de todos sus principales descubrimientos.

Sus primeros trabajos se centraron en el estudio de lo que entonces se conocía como nebulosas. Por entonces, la forma y el tamaño de estas se conocían razonablemente bien, pero se pensaba que todas formaban parte de nuestra galaxia.



Estaba claro que algunas nebulosas se encontraban en la galaxia y que, básicamente, eran gas iluminado por estrellas en su interior. En 1924 Hubble tuvo éxito al distinguir estrellas en la nebulosa de Andrómeda. Usando la ley del periodo-luminosidad de Leavitt, pudo llegar a estimar su distancia, que calculó en 1,5 millones de años luz, ocho veces más lejos que las estrellas más remotas conocidas (más tarde resultaría infravalorada). En los años siguientes, repitió su éxito nebulosa tras nebulosa, dejando claro que la galaxia era una entre toda una hueste de "micro universos aislados".

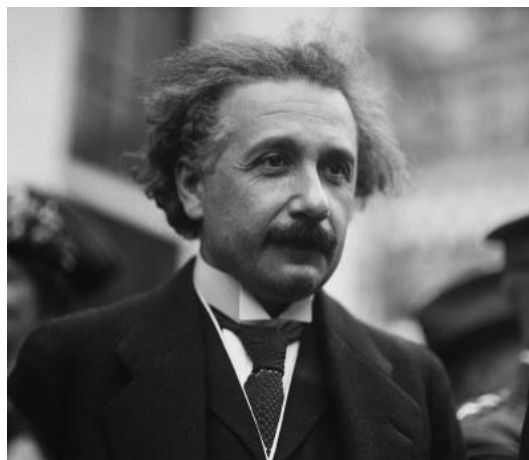
En 1929 publicó un análisis de la velocidad radial de las nebulosas, cuya distancia había calculado, estableciendo que, aunque algunas nebulosas extragalácticas tenían espectros que indicaban que se movían hacia la Tierra, la gran mayoría, mostraba corrimientos hacia el rojo. Este hecho sólo tenía explicación bajo la suposición de que se estaban alejando. Incluso, descubrió que existía una relación directa entre la distancia de una nebulosa y su velocidad de retroceso.

Hubble llegó a la conclusión que el propio universo, incluido el espacio entre galaxias, se estaba expandiendo. Esto llevó al astrónomo a elaborar junto a Milton Humason el postulado de la ley de Hubble acerca de la expansión del universo.

No obstante, como ha quedado demostrado recientemente, el sacerdote y astrónomo Pierre Lemaître había predicho dicha expansión en 1927. Sin embargo no se puede atribuir plagio a Hubble puesto que la traducción al inglés del artículo de Lemaître y por tanto su conocimiento por la comunidad científica no fue hasta 1931.

ALBERT EINSTEIN (1879 - 1955)

Nació en Ulm, Alemania, el 14 de marzo de 1879, falleció en Princeton, Estados Unidos, el 18 de abril de 1955. Fue un físico de origen judío, nacionalizado después suizo, austriaco y estadounidense. Se le considera el científico más importante del siglo XX.



En 1905, cuando era un joven físico desconocido, empleado en la Oficina de Patentes de Berna, publicó su teoría de la relatividad especial. En ella incorporó, en un marco teórico simple fundamentado en postulados físicos sencillos, conceptos y fenómenos estudiados antes por Henri Poincaré y por Hendrik Lorentz. Ese mismo año escribió otros tres artículos sobre distintos temas científicos; son los correspondientes al movimiento browniano, cinética del calor de pequeñas partículas, el efecto fotoeléctrico, a partir de los cuantos de luz o fotones y la equivalencia masa-energía, mediante la conocida expresión $E = m \cdot c^2$

Por sus explicaciones sobre el efecto fotoeléctrico y sus numerosas contribuciones a la física teórica, en 1921 obtuvo el Premio Nobel de Física y no por la Teoría de la Relatividad, pues el científico a quien se encomendó la tarea de evaluarla no la entendió, y temieron que se demostrase errónea, pues en esa época era aún considerada un tanto controvertida.

En noviembre de 1915, Einstein presentó una serie de conferencias en las que describió la teoría de la relatividad general. La última de estas charlas concluyó con la presentación de la ecuación que reemplaza a la ley de gravedad de Isaac Newton. En esta teoría todos los observadores son considerados equivalentes y no únicamente aquellos que se mueven con una velocidad uniforme. La gravedad no es ya una fuerza o acción a distancia, como era en la gravedad newtoniana, sino una consecuencia de la curvatura del espacio-tiempo. La teoría proporcionaba las bases para el estudio de la cosmología y permitía comprender las características esenciales del Universo, muchas de las cuales no serían descubiertas sino con posterioridad a la muerte de Einstein.

La relatividad general fue obtenida por Einstein a partir de razonamientos matemáticos, sin contar realmente con una base experimental. A pesar de la abstracción matemática de la teoría, las ecuaciones permitían deducir fenómenos comprobables. El 29 de mayo de 1919, Arthur Eddington, astrónomo británico, fue capaz de medir, durante un eclipse, la desviación de la luz de una estrella al pasar cerca del Sol, una de las predicciones de la relatividad general. Cuando se hizo pública esta confirmación la fama de Einstein se incrementó enormemente y se consideró un paso revolucionario en la física. A pesar de su popularidad, o quizás precisamente por ella, contó con importantes detractores entre la comunidad científica que no podían aceptar una física sin un sistema de referencia absoluto.

Falleció en un hospital de Princeton (EEUU) dejando en su mesilla de noche un estudio sobre la teoría del Campo Unificado referente a la integración de las fuerzas fundamentales de la Física.

HYPATIA de ALEJANDRÍA (355 o 370 - 415)

Fue una maestra de prestigio en la escuela neoplatónica y realizó importantes contribuciones a la ciencia en los campos de las matemáticas y astronomía. Hija y discípula del astrónomo Teón, fue la primera mujer matemática de la que se tiene conocimiento razonablemente seguro y detallado.

Escribió sobre geometría, álgebra y astronomía, miembro y cabeza de la Escuela de Alejandría a comienzos del siglo V. Mejoró el diseño de los primitivos astrolabios, instrumentos para determinar las posiciones de las estrellas sobre la bóveda celeste.



Hypatia fue asesinada a los 45 o 60 años, puesto que no se sabe con certeza la fecha de su nacimiento. El motivo, su vinculación o no con la autoridad eclesiástica, ha sido objeto de muchos debates. Su brutal asesinato, que escenifica el paso del razonamiento clásico al oscurantismo medieval, se produjo en el marco de la hostilidad cristiana contra el paganismo en declive.

CAROLINE HERSCHEL (1750 – 1848)

Nació y murió en Hannover, Alemania, aunque gran parte de su vida transcurrió en el sur de Inglaterra. Debido a su condición de mujer y las enfermedades que contrajo en su infancia, viruela y tifus, no recibió ningún tipo de educación, debiendo dedicarse a las tareas del hogar.

Afortunadamente su hermano William la rescató de su encierro en Hannover, llevándola consigo a Bath (Inglaterra), donde empezó a colaborar con él en sus descubrimientos astronómicos. Comenzó tomando anotaciones de los cuerpos celestes divisados por William para realizar a continuación sus propias observaciones, que luego contrastaban juntos. En 1786 poseía ya un pequeño observatorio propio. William era el astrónomo del rey y cuando ella tenía 37 años el rey Jorge III le asignó un sueldo como ayudante de su hermano, lo que le dio independencia económica y le permitió convertirse en una celebridad en el mundo científico.



Descubrió ocho cometas, de los cuales seis llevan su nombre, entre los que destaca el cometa periódico 35P/Herschel-Rigollet encontrado el 21 de diciembre de 1788.

WILLIAMINA FLEMING (1857 – 1911)

Abandonada por su esposo y sin trabajo en Boston, lejos de su Escocia natal, se presentó para un puesto de sirvienta y ama de llaves en el Harvard College Observatory que dirigía Edward Pickering. Probablemente aquello supuso un golpe para su orgullo: Williamina llevaba años trabajando como profesora, y pasar de ahí a limpiar el polvo no debió ser fácil. Pero la necesidad apremiaba y ella precisaba un sueldo.



Pickering detectó rápidamente que tenía unas dotes especiales y la contrató para analizar imágenes, captadas con los telescopios de Harvard y de otros observatorios, con el objetivo de calcular el brillo y posición de las estrellas. Al poco tiempo fue ella la que estaba al mando de las nuevas contrataciones favoreciendo que más mujeres accedieran a estos puestos y organizando el “*Grupo de calculadoras de Pickering*”, del que formarían parte entre otras Henrieta Leavitt y Annie Jump Canon.

Como astrónoma realizó una gran labor catalogando más de 10.000 estrellas, descubriendo otras 300 además de novas, nebulosas y enanas blancas. La peculiar Nebulosa Cabeza de Caballo fotografiada con detalle con el telescopio Hubble ya la había descrito Williamina unas décadas antes.

ANNIE JUMP CANNON (1863 – 1941)

En 1896, Pickering la contrató con el objetivo de completar el catálogo de Henry Draper (astrónomo de prestigio que había fallecido recientemente), y clasificar los espectros de todas las estrellas hasta una magnitud 9. Modificó el sistema de clasificación estelar seguido hasta la fecha. En concreto, redujo drásticamente el número de clases y las reordenó, de manera que seguían el orden O, B, A, F, G, K, M; además introdujo la subdivisión de cada clase en diez tipos numéricos, del 0 al 9. Ordenado así, el sistema refleja una secuencia de temperatura, donde las estrellas O son las más calientes y las M, las más frías.



A lo largo de su vida clasificó manualmente alrededor de 350.000, más que ninguna otra persona. Además, descubrió 300 estrellas variables, cinco novas y una binaria espectroscópica.

HENRIETTA LEAVITT (1868 – 1961)

Nació en Lancaster y murió en Cambridge (EEUU). Cambió la manera de observar el universo gracias a su descubrimiento sobre la luminosidad de las estrellas. Estudió las estrellas variables Cefeidas en el Observatorio del Harvard College: era una de las ‘calculadoras’ en el “grupo de Pickering”.

Descubrió y catalogó estrellas variables en las Nubes de Magallanes, lo que le llevó a deducir en 1912 que las Cefeidas de mayor luminosidad intrínseca tenían largos periodos, estableciendo la relación entre ambas características.

Un año después, el danés Ejnar Hertzsprung determinó la distancia de unas pocas Cefeidas de la Vía Láctea, lo que le permitió calibrar la relación Periodo-Luminosidad. Por lo tanto, a partir de entonces, observando el periodo de una Cefeida se puede conocer su luminosidad (y magnitud absoluta) que comparándola con la magnitud aparente observada permite establecer la distancia a dicha Cefeida. Este método se utilizaría posteriormente también para obtener la distancia a otras galaxias en las que se observasen estrellas Cefeidas, tal y como lo hizo Edwin Hubble en los años 1920 con la galaxia de Andrómeda.

En 1925, la Academia de Ciencias Sueca escribió una carta a Henrietta para proponer su nominación al Premio Nobel por sus trabajos sobre las estrellas variables y los cálculos de las distancias estelares: desconocía que había fallecido cuatro años antes.



VERA RUBIN (1928 – 2016)

Después de obtener su licenciatura de Astronomía 1948 por el Vassar College, trató de inscribirse en la Universidad de Princeton, pero en aquellos años estaba prohibido a las mujeres graduarse en estudios de Astronomía en este centro universitario.

Su tesis para el doctorado en Física concluía que las galaxias estaban juntas en racimos, más que distribuidas al azar por todo el universo. Esta idea no fue aceptada por otros reputados astrónomos hasta dos décadas después.

Estudió la velocidad de rotación de las galaxias, empezando por Andrómeda y observó que lo hacen más rápido de lo que cabía suponer. Este fenómeno conocido como curva de rotación galáctica suponía un problema. Sus cálculos



mostraron que las galaxias deben contener al final diez veces más masa de la que hay acumulada por las estrellas visibles. Es lo que se denominó como materia oscura. Estos fueron los primeros resultados que sugieren que la gravedad Newtoniana no se aplica universalmente en un gran halo de materia existente alrededor de estas galaxias.

La existencia de materia oscura explicaría además el movimiento de rotación de las galaxias dentro de los cúmulos de galaxias, patrones de lentes gravitacionales, y la distribución de masa en sistemas como el cúmulo de Bala, que corresponde a dos cúmulos en colisión.

JOCELYN BELL BURNELL (1943 –)

Es una astrofísica norirlandesa que, como estudiante de postgrado, co-descubrió la primera radioseñal de un púlsar en 1967. La detección de estas radiofuentes ha permitido contrastar la teoría de la evolución estelar.

El descubrimiento fue reconocido por la concesión del Premio Nobel de Física de 1974, pero a pesar de que ella fue la primera en observar los púlsares, Bell no fue uno de los destinatarios del premio. Este hecho provocó una gran crítica entre los astrónomos de reconocido prestigio.

