

Recuento histórico de la ASTRONOMÍA



Crédito de la imagen: Hugo Heikenwaelder, Wikimedia Commons CC-BY-SA-2.5.

Armando Caussade

Una publicación de la Sociedad de Astronomía de Puerto Rico, Inc.
Institución afiliada a NASA Puerto Rico Space Grant Consortium

2017

Recuento histórico de la astronomía

La astronomía es la más antigua de las ciencias, y la observación de los astros se ha registrado desde el comienzo de la historia. La evidencia del quehacer astronómico existe en cada época y lugar del mundo.

La historia de la astronomía comprende cinco períodos bien demarcados, a saber: (1) la Antigüedad y la Edad Media, concentradas en la *astronomía de posición*; (2) el Renacimiento y la Ilustración, que vieron la implantación del modelo heliocéntrico, la invención del telescopio y la introducción de la *mecánica celeste*, mediante la cual se llegó a explicar el movimiento de los planetas; (3) el siglo XIX, que marcó el origen de la *astrofísica*, disciplina que amplió notablemente el conocimiento del universo estelar; (4) el siglo XX, la era de la *cosmología física*, cuando se logró la comprensión definitiva de las galaxias como universos-islas y se descubrió la expansión del universo; y por último (5) el siglo XXI.

En cierto modo, la evolución de la astronomía ha sido un proceso por el cual la Tierra se ha visto sucesivamente removida de toda localización céntrica e igualmente reducida en su importancia cósmica.

Antigüedad y Edad Media. Durante la Antigüedad, las civilizaciones que más se allegaron a esta ciencia fueron las de Mesopotamia (en particular, el Imperio Neobabilónico o Caldeo, que prosperó durante el siglo VI a.C.), como asimismo, los pueblos helenísticos que adoptaron la cultura griega.

A la astronomía de Mesopotamia se le debe, aunque con algunos refinamientos posteriores, el canon actual de las constelaciones, y particularmente las trece que forman el zodiaco astronómico. A los astrónomos caldeos se les atribuyen también minuciosas observaciones del Sol, de la Luna y de los planetas, mediante las cuales levantaron efemérides que permitieron realizar el primer trazado exacto de la eclíptica, lo cual pudiera haber sido el primer proyecto científico emprendido por la humanidad. La astronomía caldea era por excelencia *la ciencia del zodiaco*, debido a su uso consistente del sistema zodiacal de coordenadas y especialmente por su afán de registrar todo cuanto ocurría en el zodiaco.

Las observaciones de la esfera celeste aumentaron en frecuencia y calidad durante la época del rey asirio Nabonasar (circa 740 a.C.), alcanzando su apogeo durante el período caldeo entre 626 a.C. y 539 a.C. El interés por los astros persistió durante los sucesivos períodos aqueménida y seléucida, siendo los pocos nombres de astrónomos que se conocen (Cidenas y Seleuco, entre varios) correspondientes a estos dos períodos tardíos. Realmente falta mucho por aprender, pues la transcripción de las escrituras cuneiformes donde está documentada la ciencia de Mesopotamia es un proyecto aún en desarrollo.

En el Mediterráneo se aprendió de la astronomía caldea, hecho que apenas recientemente se ha llegado a comprender a cabalidad. Las efemérides elaboradas en Mesopotamia, que

constituyeron las primeras de la historia, fueron estudiadas por los griegos y comparadas con las suyas propias. Se llegó también a medir las coordenadas de las estrellas, y el desplazamiento gradual durante siglos en las longitudes de estas condujo al descubrimiento de la precesión de los equinoccios. Además, se elaboró el sistema geocéntrico, que colocaba a la Tierra en el centro del universo y que intentaba explicar el movimiento aparente de los planetas en el cielo. Aunque imperfecto, este modelo fue el primer intento de descifrar las leyes del cosmos, y evidenciaba el afán griego de comprender el universo y no solo de observarlo.

Entre los astrónomos griegos más destacados se podría nombrar a Eudoxo de Cnido (circa 390–337 a.C.), proponente del sistema geocéntrico; a Aristarco de Samos (circa 310–230 a.C.), que desafiando al establecimiento científico de su época propuso un sistema heliocéntrico; a Eratóstenes de Cirene (circa 276–194 a.C.), que midió la circunferencia de la Tierra; y a Hiparco de Nicea (circa 190–120 a.C.), descubridor de la precesión e introductor de la escala de magnitudes estelares. Posteriormente, Claudio Ptolomeo (circa 100–170) redactó el *Almagesto* (*El gran tratado*, en español), obra que recopilaba y sistematizaba el conocimiento astronómico de la época, mediante la cual perfeccionó el sistema geocéntrico y dio forma definitiva al canon greco-babilónico compuesto por 48 constelaciones.

El problema que sufrió la astronomía antigua fue la carencia de un modelo correcto que pudiera predecir con exactitud el movimiento de las estrellas errantes. En otras palabras, el paso observado del Sol, la Luna y los planetas entre las estrellas fijas nunca coincidía con los cálculos que se hacían de antemano. Esto se debió a la falta de buenas mediciones, aunque también a la preferencia por las órbitas circulares.

Durante la Edad Media continuaron las investigaciones astronómicas, sobre todo en India y en Persia, aunque con pocas innovaciones y siempre sobre el cimiento de la ciencia greco-babilónica. Aryabhata (476–550) contempló la posibilidad de asignar a los planetas órbitas elípticas, llegando incluso a sugerir la rotación de la Tierra, cosa que luego también propondría Abu Raihan Al Biruni (973–1048). Por su parte, Abd Al Rahman Al Sufi (903–986) realizó observaciones que resumió en su *Libro de las estrellas fijas*, incluyendo la primera descripción histórica de la galaxia de Andrómeda.

La astronomía china apenas empieza a conocerse, aunque consta que se desarrolló independientemente. Se distinguía de la astronomía occidental por sus casi 300 constelaciones, por el uso del sistema ecuatorial de coordenadas, y sobre todo por el interés en documentar cambios inesperados en la esfera celeste. Por otro lado, en la América prehispánica sobresalió la cultura maya como la más avanzada en la astronomía, lo cual queda evidenciado por sus exactísimas mediciones de los ciclos celestes (como la duración del año trópico y del mes sinódico), que a su vez emplearon para crear todo un conjunto de calendarios muy precisos que históricamente fueron los mejores del mundo hasta el siglo XVI.

Renacimiento e Ilustración. Encontrándose en su lecho de muerte, Mikołaj Kopernik (1473–1543), i.e., Nicolaus Copernicus, mandó a publicar su libro, *Sobre las revoluciones de las esferas celestes*, en el que proponía un sistema heliocéntrico que colocaba al Sol, y no a la Tierra, en el centro. El modelo copernicano proponía órbitas circulares, error que fue corregido

luego por Johannes Kepler (1571–1630) quien mediante sus leyes de movimiento planetario, publicadas en el libro *Astronomia Nova*, describió las órbitas como elipses. Esto lo logró tras analizar las observaciones hechas por su mentor, Tycho Brahe (1546–1601), las mejores de la era pretelescópica y cuyo error no superaba dos minutos de arco.

Tycho y Kepler también observaron las supernovas de 1572 en Cassiopeia y de 1604 en Ophiuchus, respectivamente, hechos que dieron al traste con la idea que el universo era inmutable. Además, la variabilidad en el brillo de la estrella Mira, descubierta en 1596 por David Faber (1564–1617), i.e., Fabricius, y explicada en 1638 por Johannes Holwarda (1618–1651), abonó a este cambio de filosofía.

Christoph Klau (1538–1612), i.e., Christophorus Clavius, fue uno de los autores de la reforma gregoriana del calendario, proyecto instaurado en 1582 y que le confirió gran prestigio. Y en 1603 Johann Bayer (1572–1625) publicó *Uranometria*, un atlas estelar muy innovador que asignó la primera nomenclatura moderna, empleada universalmente aún hoy día, e introdujo 11 constelaciones nuevas.

La invención del telescopio en los Países Bajos, registrada hacia 1608, llegó a oídos de Galileo Galilei (1564–1642), quien en 1609 construyó un instrumento de 15 milímetros, el primero de varios que llegaría a fabricar. No se le atribuye a Galileo la introducción del telescopio, ni necesariamente ser la primera persona que lo dirigió al cielo nocturno, pero sí haber sido el primero que documentó sus observaciones con rigor científico, las cuales publicó en su *Sidereus Nuncius (El mensajero sideral)* de 1610. Entre sus descubrimientos iniciales se pueden citar los cuatro grandes satélites de Júpiter, hoy llamados lunas galileanas, la topografía de la Luna, y la estructura de la Vía Láctea que resultó ser de carácter estelar. Luego descubriría las fases de Venus, hallazgo desfavorable al sistema geocéntrico.

Pronto el telescopio comenzó a utilizarse habitualmente. Johannes Hewel (1611–1687), i.e., Hevelius, observó la Luna y publicó uno de los primeros atlas lunares, *Selenographia*. Christiaan Huygens (1629–1695) estudió el planeta Saturno, descubriendo la luna *Titan* y convirtiéndose en el primero que acertó al describir la forma del anillo. Ole Rømer (1644–1710) analizó observaciones telescópicas de las lunas galileanas de Júpiter, que condujeron a la primera determinación precisa de la velocidad de la luz.

La popularidad del telescopio propició el florecimiento de los observatorios, primero en Europa y después en el resto del mundo. En 1671 se inauguró el Observatorio de París, el primero de carácter nacional y construido bajo el liderato de Jean-Dominique Cassini (1625–1712). En 1675 se fundó el Real Observatorio de Greenwich, ubicado en Londres y dirigido por John Flamsteed (1646–1719).

Tras un estudio exhaustivo de las leyes de movimiento planetario, Isaac Newton (1643–1727) propuso en 1687 su ley de gravitación universal mediante la obra *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Este tratado resultó revolucionario, pues partía de la premisa que el cosmos posee un mismo conjunto de leyes naturales que rigen por igual tanto en los cielos como en la Tierra. Edmond Halley (1656–1742) asistió a Newton con su libro, dedicándose luego a

armonizar las observaciones con las predicciones hechas por la ley de gravitación. Después de computar la órbita de los cometas avistados en 1531, 1607 y 1682 y al ver su semejanza, concluyó que se trataba de un mismo astro y que este volvería en 1758. Ese mismo año se comprobó su regreso y se le adjudicó el nombre de cometa Halley.

La ley de gravitación universal fue apuntalada en el siglo XVIII mediante minuciosas observaciones de planetas y cometas que luego se comparaban con las órbitas calculadas empleando las leyes de Newton. Leonhard Euler (1707–1783) y Joseph-Louis Lagrange (1736–1813) trabajaron juntos para comprender las perturbaciones orbitales, fenómeno que luego Pierre-Simon Laplace (1749–1827) identificaría como variaciones regulares y no caóticas. Precisamente y por sugerencia de Laplace, esta disciplina se nombró como mecánica celeste. Immanuel Kant (1724–1804) promovió la hipótesis de la nebulosa primitiva (actual teoría nebular) para explicar el origen del Sistema Solar, la misma que en 1796 Laplace reintroduciría, independientemente y con más formalidad, en su *Exposición del sistema del mundo*.

Entre varios proyectos, Halley se había dedicado a catalogar el hemisferio sur celeste, trabajo que fue luego retomado por Nicolas-Louis de La Caille (1713–1762), quien observando desde Sudáfrica añadió 17 nuevas constelaciones. Charles Messier (1730–1817) publicó un catálogo de 103 objetos no estelares (actualmente 110) que estorbaban por su parecido con los cometas. Vale recalcar que entonces los cometas constituían el mejor experimento para estudiar la gravedad. Igualmente, los tránsitos de Venus ocurridos en 1761 y 1769 permitieron calibrar la escala del Sistema Solar con razonable exactitud.

Uno de los científicos que más asiduamente se involucró con los tránsitos de Venus fue Jérôme de Lalande (1732–1807). De otra parte, Johann Elert Bode (1747–1826) publicó varios atlas estelares y divulgó la ley de Titius-Bode, que establece unas proporciones aritméticas entre las distancias que separan los planetas al Sol, aunque falla en sus predicciones acerca de Neptuno, planeta que entonces no se conocía. Hacia 1780 ya se habían fundado un centenar de observatorios prominentes, donde sonaban nombres como el de Maximilian Hell (1720–1792), primer director del Observatorio de Viena, y el de Johann Franz Encke (1791–1865), nombrado para dirigir el Observatorio de Berlín tras su ampliación.

Siglo XIX. William Herschel (1738–1822) fue el fundador de la astronomía estelar. Durante un sondeo de estrellas binarias, en 1781, descubrió sorprendentemente el planeta Urano. Empleaba entonces un telescopio de 160 milímetros, construyendo posteriormente uno de 470 milímetros y otro de 1.2 metros, entre muchos que fabricó. Ayudado por su hermana Caroline Herschel (1750–1848) catalogó 2,514 objetos de espacio profundo, dedicándose luego a investigar la estructura de la Vía Láctea. Su hijo John Herschel (1792–1871) embarcó a Sudáfrica para catalogar los cielos meridionales, llevando consigo el telescopio de 470 milímetros y añadiendo 2,565 nuevos objetos. Sumando este trabajo al de su padre publicó en 1864 el *Catálogo general de nebulosas y cúmulos estelares* que incluía 5,079 entradas.

En 1801, Giuseppe Piazzi (1746–1826) descubrió un nuevo planeta, Ceres, seguido por tres astros más (2 *Pallas*, 3 *Juno* y 4 *Vesta*), que en los seis años siguientes descubrirían otros astrónomos. Medio siglo más tarde, y ante la avalancha de nuevos descubrimientos, fueron

reclasificados como asteroides.

La astronomía de posición mejoró notablemente con el descubrimiento de la aberración de la luz y de la nutación por James Bradley (1693–1762) lo cual permitió que, en adelante, se redujeran los errores posicionales a menos de un segundo de arco. En 1838, Friedrich Bessel (1784–1846) publicó los primeros resultados fiables para algo intentado desde siglos: la medición del primer paralaje estelar, y la consiguiente determinación de una distancia precisa, que se realizó en la vecina estrella 61 Cygni. Posteriormente, F.G.W. Struve (1793–1864) midió paralaje en la estrella *Vega* y publicó extensas listas de estrellas binarias, cuyas órbitas empezaron a visualizarse como laboratorios de gravedad newtoniana.

El descubrimiento del planeta Neptuno en 1846 por el francés Urbain Le Verrier (1811–1877) conmovió al mundo y causó un impacto mayor que el de Urano, en el sentido que un cálculo matemático precedió al avistamiento del planeta, y el hallazgo se interpretó inmediatamente como una prueba contundente de la ley de gravitación universal. Como codescubridores se reconocen al alemán Johann Gottfried Galle (1812–1910), el primero que encontró e identificó el planeta, y al británico John Couch Adams (1819–1892), que independientemente había realizado cálculos que coincidían con los de Le Verrier.

Una nueva disciplina que permitió desentrañar la naturaleza de las estrellas, la astrofísica, nació con los trabajos de Joseph von Fraunhofer (1787–1826) en torno al espectro del Sol, por cuyo análisis llegaría a identificar hasta 600 líneas de absorción. Fortaleció a la astrofísica el nacimiento de la astrofotografía en 1840, y a partir de 1860, el desarrollo de espectroscopios capaces de acoplarse a un telescopio.

El efecto Doppler fue descubierto en 1842 por Christian Doppler (1803–1853), mientras que Gustav Kirchhoff (1824–1887) y Robert Bunsen (1811–1899) lograron juntamente en 1859 descifrar el enigma de las líneas observadas en el espectro solar, asociándolas a los elementos químicos. Estas líneas fueron vistas primero por William Hyde Wollaston (1766–1828) y estudiadas posteriormente por Fraunhofer.

En 1859 ocurrió el llamado evento de Carrington, que consistió en una eyección de masa coronaria que arrancó material al Sol, alcanzó la Tierra y provocó el mayor despliegue de auroras polares jamás visto. Enseguida estas auroras fueron relacionadas por Richard C. Carrington (1826–1875) con la gran cantidad de manchas solares que había observado y también con una sorprendente erupción solar.

Comenzando en 1863, Angelo Secchi (1818–1878) observó no menos de 4,000 estrellas y desarrolló el primer esquema para clasificar espectros estelares, según las líneas y franjas de absorción que pudieran encontrarse en los respectivos espectros. A raíz de estos trabajos fue el primero que pudo afirmar con evidencia firme la naturaleza estelar del Sol. Otro pionero de la espectroscopía lo fue William Huggins (1824–1910), quien sugirió que el desplazamiento de las líneas de absorción en los espectros estelares, causado por el efecto Doppler, podría utilizarse para computar la velocidad radial. Este resultado lo conseguiría en 1871 Hermann Carl Vogel (1841–1907), primero en el Sol y luego en otras estrellas.

De otro lado, F.W.A. Argelander (1799–1875) compiló el *Bonner Durchmusterung* (*La medición de Bonn*), primer catálogo estelar exhaustivo, del cual se levantó también un atlas. Con 324,189 estrellas, cubrió el hemisferio norte celeste hasta la novena magnitud. J.L.E Dreyer (1852–1926) expandió las listas de objetos no estelares de Herschel y publicó el *Nuevo catálogo general* con 7,840 registros. Añadió luego dos suplementos conocidos como *Catálogos índice*, que juntos incorporan 5,386 entradas.

A finales del siglo XIX el auge de la astronomía amateur llevó al establecimiento de organizaciones a escala nacional, como la Sociedad Astronómica de Francia (SAF, 1887) y la Asociación Astronómica Británica (BAA, 1890). En Estados Unidos surgieron la Sociedad Astronómica del Pacífico (ASP, 1889) y la Asociación Americana de Observadores de Estrellas Variables (AAVSO, 1911), entre varias.

Siglo XX. Trabajando independientemente, Ejnar Hertzsprung (1873–1967) y Henry Norris Russell (1877–1957) desarrollaron el actual diagrama de Hertzsprung-Russell, un gráfico de estrellas que las relaciona por temperatura y luminosidad, y que luego se descubrió que ilustra la evolución estelar.

En 1886, el Observatorio de la Universidad de Harvard lanzó un proyecto para fotografiar miles de espectros estelares y emprender su clasificación. El director Edward C. Pickering (1846–1919) llevó al observatorio un grupo de talentosas mujeres que incluían a Williamina Fleming (1857–1911), a Antonia Maury (1866–1952) y a Annie Jump Cannon (1863–1941). Esta última analizó espectros de 350,000 estrellas, clasificándolas bajo un nuevo esquema que representa la base del actual sistema MK de clasificación espectral. En el Observatorio Lowell, Vesto M. Slipher (1875–1969) tomó el espectro de 41 nebulosas espirales y hacia 1921 detectó un consistente desplazamiento al rojo, lo cual se traducía en un movimiento de recesión, pero al no comprenderse aún que aquellas realmente constituían galaxias externas, el hallazgo no llegó entonces a interpretarse como una expansión generalizada del universo.

Henrietta Swan Leavitt (1868–1921) anunció en 1912 la relación período-luminosidad de ciertas estrellas variables conocidas como cefeidas. Harlow Shapley (1885–1972) utilizó esta relación para hallar la distancia de 93 cúmulos globulares, convirtiéndose en el primero que estimó razonablemente el tamaño de la Vía Láctea y nuestra localización dentro de ella, situándonos en las afueras y no en el centro. En 1917 se inauguró en Monte Wilson un telescopio de 2.5 metros, entonces el mayor del mundo y que permitió a Edwin P. Hubble (1889–1953) identificar estrellas cefeidas dentro de la galaxia de Andrómeda, que, al arrojar en 1924 la primera distancia fiable, demostraron que aquella constituía una galaxia externa y no una nebulosa. Este descubrimiento validó el concepto de los universos-islas.

Albert Einstein (1879–1955) publicó la teoría especial de la relatividad (1905) y la teoría general de la relatividad (1915) luego de examinar el conocimiento físico entonces vigente, y en particular todo lo concerniente al electromagnetismo. Entre varias cosas, la relatividad especial establece la velocidad de la luz como un límite absoluto, independiente del observador, y hace explícita la equivalencia entre materia y energía; por su parte, la relatividad general hace explícita la equivalencia entre espacio y tiempo y describe la gravedad como una curvatura del

espacio-tiempo ocasionada por un cuerpo masivo. Las teorías de Einstein fueron cuestionadas inicialmente, aunque Arthur Eddington (1882–1944) consiguió evidencias sólidas a su favor mediante el eclipse solar total de 29 de mayo de 1919.

En su forma original, las ecuaciones sobre relatividad general no resultaban compatibles con la idea de un universo estático y parecían favorecer un cosmos en expansión. Este hecho fue señalado inicialmente en 1924 por el ruso Aleksandr Fridman (1888–1925) y de modo independiente en 1927 por el belga Georges H.J.E. Lemaître (1894–1966), correspondiendo al estadounidense Hubble el honor de proveer en 1929 la primera evidencia empírica. Esto lo hizo comparando las velocidades galácticas obtenidas por Slipher con 24 de sus propias medidas de distancias galácticas, encontrando que la recesión de las galaxias resultaba mayor en aquellas más lejanas, relación que se conoce hoy día como ley de Hubble. Lemaître interpretó estas observaciones como evidencia irrefutable de la expansión del universo.

Comprendiendo que las galaxias se alejan unas de otras, Lemaître publicó en 1931 su hipótesis del átomo primitivo (actual teoría de la gran explosión) para explicar los inicios del universo que, al ser más pequeño, habría sido particularmente denso y caliente. Así comenzó la era de la cosmología física.

George Gamow (1904–1968) apoyó la teoría de la gran explosión y ayudó a desarrollarla. También dentro del ámbito de la cosmología, Allan Sandage (1926–2010) publicó el primer valor fiable para la rapidez de la expansión del universo, la llamada constante de Hubble. Esto lo logró usando el telescopio de 5 metros en Monte Palomar, abierto en 1948 y que duraría hasta 1975 como el mayor del mundo.

Entre 1920 y 1960 la astronomía estelar avanzó significativamente. Cecilia Payne-Gaposchkin (1900–1979) anunció en 1925 que las estrellas estaban constituidas casi exclusivamente por hidrógeno y helio. Eddington había sugerido desde 1920 que la energía de las estrellas parecía provenir de la fusión termonuclear de hidrógeno en helio, cosa que en la década de 1930 sería planteada con gran rigor por Hans Bethe (1906–2005) y Carl Friedrich von Weizsäcker (1912–2007), ambos por separado.

Subrahmanyan Chandrasekhar (1910–1995) identificó las estrellas enanas blancas como remanentes estelares, por lo cual, y junto a otros trabajos, se le otorgó el premio Nobel de física 1983. Mientras tanto, en 1933 Walter Baade (1893–1960) y Fritz Zwicky (1898–1974) teorizaron conjuntamente sobre remanentes estelares de mayor masa, a los que se llamó estrellas de neutrones. En 1957, Fred Hoyle (1915–2001) junto con tres colegas publicaron el famoso artículo apodado *B²FH*, en el cual explicaban el proceso de nucleosíntesis que ocurría en las estrellas: con pocas excepciones, los elementos químicos posteriores al helio se forman exclusivamente mediante reacciones nucleares dentro de las estrellas.

El advenimiento de la radioastronomía abrió nuevas posibilidades. A partir de 1952 Jan Hendrik Oort (1900–1992) y otros emplearon radiotelescopios para observar nubes galácticas de hidrógeno neutro, lo cual condujo al trazado de la estructura espiral de la Vía Láctea. En 1962 la radiofuente 3C273 fue identificada como el primer cuásar por Maarten Schmidt (1929–). En

1964 y por puro accidente, se descubrió el fondo cósmico de microondas, hallazgo de Arno Penzias (1933–) y Robert Wilson (1936–) que cimentó la teoría de la gran explosión y que ganó el Nobel de física 1978. Luego, en 1967, durante un estudio sobre centelleo de cuásares, Jocelyn Bell (1943–) descubrió fortuitamente el primer pulsar, PSR B1919+21, que Hoyle y Thomas Gold (1920–2004) identificarían como una estrella de neutrones. Dicho trabajo aportó al Nobel de física 1974, que extrañamente se otorgó sin reconocimiento a Bell.

El Observatorio de Arecibo ha aportado mucho a este campo. Construido en Puerto Rico e inaugurado en 1963, con su plato de 305 metros permaneció hasta el año 2016 como el radiotelescopio más sensible del mundo. La radioastronomía fue también empleada por los pioneros de la astrobiología, como Frank Drake (1930–) quien realizó el Proyecto *Ozma* y el Mensaje de Arecibo, entre varios trabajos.

Durante la década de 1970 Vera Rubin (1928–2016) y sus colegas estudiaron la rotación de la galaxia de Andrómeda, una de las 21 que inicialmente ella observó, encontrando que esta giraba más rápido de lo esperado. Esto se atribuyó a la materia oscura, concepto que ya Zwicky había anticipado desde 1933.

El estudio del Sistema Solar experimentó un resurgir en la posguerra, destacándose en este campo Gerard Kuiper (1905–1973). Comenzó también la era espacial, sobresaliendo los siguientes cuatro hitos: (1) el lanzamiento del primer satélite artificial, el *Sputnik 1* en 1957, por la Unión Soviética; (2) el primer sobrevuelo exitoso de la Luna, por la sonda soviética *Luna 3*, en 1959; (3) el primer humano en el espacio, el piloto ruso Yuri Gagarin (1934–1968) en 1961, a bordo de la astronave *Vostok 1*; y (4) el proyecto *Apollo*, mediante el cual Estados Unidos envió doce personas a la Luna, entre 1969 y 1972.

Posteriormente, los proyectos *Venera* y *Viking* llevaron sondas hasta la superficie de Venus (1970) y de Marte (1976), mientras que las dos naves *Voyager* se convirtieron en las más productivas jamás empleadas. Por medio de ambas se realizó el llamado *gran recorrido*, que entre 1979 y 1989 visitó los cuatro planetas jovianos del Sistema Solar y que propició el hallazgo del anillo de Júpiter y de los volcanes en la luna *Io*. Se observó también el anillo de Saturno desde cerca y se obtuvieron las primeras imágenes detalladas de la luna *Titan* con su atmósfera, como asimismo de los planetas Urano y Neptuno.

El desarrollo de la astronáutica trajo, además, la posibilidad de colocar telescopios en el espacio para observar en longitudes de onda muy pequeñas que, al ser absorbidas por la atmósfera terrestre, nunca alcanzan la superficie. El satélite *Uhuru* realizó entre 1970 y 1973 el primer sondeo completo de la esfera celeste en rayos X, y en 1973 se anunció el descubrimiento de los estallidos de rayos gamma. Al mismo tiempo, se desarrollaron telescopios para observar en luz ultravioleta e infrarroja, y en 1969, se fabricaron los primeros sensores CCD que, a partir de 1975, se han usado en la fotografía astronómica.

En 1990, el Telescopio Espacial Hubble fue llevado a la órbita terrestre, siendo sus dos mayores aportes los siguientes: (1) numerosos hallazgos de discos protoplanetarios que sostienen la teoría nebular sobre formación de estrellas; y (2) mediciones precisas de distancias galácticas que han

mejorado el valor de la constante de Hubble. Poco tiempo después, en 1993 y 1996, se inauguraron en Hawái los telescopios gemelos Keck de 10 metros que permanecieron como los mayores del mundo hasta el año 2009.

Aleksander Wolszczan (1946–) y Dale Frail (1961–) anunciaron en 1992 algo soñado por siglos: los primeros planetas extrasolares, que fueron hallados en torno a la estrella de neutrones PSR B1257+12. Tres años después, Michel Mayor (1942–) y Didier Queloz (1966–) descubrieron el primer sistema planetario en torno a una estrella de secuencia principal, 51 Pegasi. En 1930 Clyde Tombaugh (1906–1997) descubrió el actual planeta enano Plutón, y en 1992 tras el anuncio de 1992 QB₁ se desencadenó una larga serie de hallazgos que demostró la existencia del cinturón de Kuiper. En 1994 se identificó la primera enana marrón, Teide 1, fruto de una investigación dirigida por Rafael Rebolo López (1961–).

Desde la segunda mitad del siglo XX la popularización de la astronomía ha recibido un impulso enorme. El *Día de la Astronomía* (celebrado cada año desde 1972) ha propiciado un alto nivel de cooperación entre aficionados y profesionales, y el *Año Internacional de la Astronomía* (realizado en 2009 con el auspicio de la IAU y de la UNESCO) dio pie a exitosos proyectos de divulgación que aún hoy perduran.

Siglo XXI. En 1998 y 1999 dos equipos científicos anunciaron, por separado, evidencias empíricas que parecen demostrar una aceleración en la expansión del universo, atribuida a una fuerza repulsiva que se ha denominado como energía oscura. Este descubrimiento, que mereció el Nobel de física 2011, se basó en mediciones de luminosidad en supernovas tipo Ia, realizadas en galaxias muy distantes.

En 2001, la astronave *NEAR-Shoemaker* completó el primer descenso sobre un asteroide, 433 *Eros*. En 2005, *Deep Impact* golpeó por primera vez el núcleo de un cometa, 9P/Tempel 1 y, en 2014, la astronave *Rosetta* lanzó la cápsula *Philae* que descendió sobre el cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko. La sonda *Dawn* viajó al cinturón de asteroides, acercándose a 4 *Vesta* y a Ceres en 2011 y 2015, respectivamente; y en 2015 la sonda *New Horizons* realizó un impresionante sobrevuelo del planeta enano Plutón.

La astronomía sigue desarrollándose hoy día, concentrándose actualmente en el esclarecimiento de las siguientes cuestiones: (1) la evolución temprana del universo y el desarrollo de las galaxias, (2) la naturaleza de la materia oscura y de la energía oscura, (3) la formación de los sistemas planetarios, y (4) la caracterización del Sistema Solar y la búsqueda de vida en ciertos lugares idóneos del mismo.

1.6 LOS GRANDES DIVULGADORES.

En la divulgación de la astronomía han llegado a destacarse tanto profesionales como aficionados. Durante la Ilustración del siglo XVIII, aparecieron en Europa algunos protodivulgadores como el húngaro Maximilian Hell, el francés Jérôme de Lalande y el alemán Johann Elert Bode. Sin embargo, no fue hasta el siglo XIX cuando surgieron las primeras iniciativas verdaderamente abarcadoras. Dos franceses asociados al Observatorio de París

comparten el honor de haber impulsado la popularización de la astronomía: François Arago en la primera mitad del siglo, seguido por Camille Flammarion en la segunda mitad. A continuación aparece un recuento de estos dos, y de otros renombrados divulgadores.

François Arago (1786–1853). Físico francés de ideas liberales que en 1848 llegó a desempeñarse como presidente de la Comisión Ejecutiva de la República Francesa, aunque quizás es más recordado como el pionero de la divulgación astronómica. Orador consumado, recibió del gobierno francés una anualidad de 1,500 francos, comenzando en 1812, para ofrecer cursos gratuitos de "astronomía popular" en el Observatorio de París, los cuales mantuvo por más de treinta años. Entre sus alumnos se encontraban el filósofo Auguste Comte y el renombrado escritor Víctor Hugo. La prensa de la época atestiguaba la elevada concurrencia de sus cátedras y el apasionamiento de los participantes. En 1834 fue nombrado director del observatorio, y póstumamente, en 1854, se publicaron las notas de sus cursos.

Camille Flammarion (1842–1925). Astrónomo francés que escribió 60 libros, la mayor parte de ellos sobre astronomía. Entre 1858 y 1862 trabajó en el Observatorio de París bajo la supervisión del entonces director Urbain Le Verrier, estableciendo en 1882 su propio observatorio en Juvisy-sur-Orge donde instaló un telescopio refractor de 240 milímetros que aún existe. Revisó y corrigió el catálogo de Charles Messier y realizó frecuentes observaciones del planeta Marte, tema que le apasionaba y al que dedicó varios escritos. Editó revistas, y su libro *Astronomía popular* (1880), que vendió la entonces impresionante cantidad de 100,000 ejemplares, se sigue reimprimiendo hasta hoy. Fundó y presidió la Sociedad Astronómica de Francia (SAF), organización que aún permanece como la principal del país.

José Comas Solá (1868–1937). Astrónomo español que sobresalió por sus hazañas de observación telescópica. Utilizando instrumentos modestos vio detalles en las lunas de Júpiter, y el 13 de agosto de 1907 detectó un oscurecimiento en los bordes de la luna *Titan* de Saturno, observación que antes nadie había hecho y que él atribuyó correctamente a la presencia de una atmósfera. Dirigió el Observatorio Fabra en Barcelona y construyó uno propio al que llamó Villa Urania. Fundó y presidió la Sociedad Astronómica de España y América, mediante la cual realizó una extensa labor de divulgación. Escribió 700 artículos de popularización científica en periódicos y revistas, y tradujo los libros de Camille Flammarion. En 1935 publicó su obra cumbre, *Astronomía*, muy difundida en todo el mundo hispánico.

Patrick Moore (1923–2012). Astrónomo inglés especializado en la Luna y reconocido por muchos como anfitrión del programa *El cielo de noche*, transmitido mensualmente desde Londres por BBC Televisión. Durante 55 años permaneció como presentador, desde su primer episodio en 1957 hasta uno póstumo en 2013, reconocimiento que está plasmado en el libro Guinness de los récords mundiales. Dirigió el planetario de Armagh, en Irlanda del Norte, presidió la prestigiosa Asociación Astronómica Británica (BAA) e ingresó como *fellow* de la Real Sociedad Astronómica. Autor prolífico, publicó más de 300 libros, entre los cuales se destaca su *Astronomía de aficionado*, leída por muchos y que apareció en múltiples ediciones. También tradujo a Camille Flammarion y recopiló el *catálogo Caldwell* de objetos de espacio profundo, que divulgó en 1995 con el auspicio de la revista *Sky & Telescope*.

Carl Sagan (1934–1996). Astrónomo estadounidense que ejerció como catedrático en la Universidad de Cornell durante 28 años. Su logro más notable fue como guionista principal y presentador de la serie televisiva *Cosmos: un viaje personal*, transmitida en 13 episodios por PBS (televisión pública de los Estados Unidos). Este programa, que salió en 1980 y consiguió alcanzar 500 millones de televidentes en 60 países, fue seguido por un libro de divulgación, igualmente titulado *Cosmos*. Fue pionero de la astrobiología y en torno a este tema publicó en 1985 la novela *Contacto*, de la cual se realizó en 1997 una película póstuma. Junto con dos colegas fundó la Sociedad Planetaria, llegando enseguida a reclutar 100,000 socios en Estados Unidos y alrededor del mundo. Fungió como asesor de la NASA durante el proyecto *Apollo*, y posteriormente con las misiones *Pioneer*, *Mariner*, *Viking* y *Voyager*, entre otras.

Todo entusiasta de la astronomía debería, oportunamente, acercarse a la obra de estos cinco hombres. ■

Recuento histórico de la astronomía

Extraído del libro *Panorama de la astronomía* (segunda edición).
4 de diciembre de 2017.

Copyright © 2017 Armando Caussade. Reservados algunos derechos.

Excepcuando aquellos textos o imágenes atribuidos de manera distinta.

Corrección y estilo: Juan Antonio Peña Hevia, Ph.D., AACSB PDBP.

Licencia Creative Commons: Atribución – No comercial – Sin derivar 4.0 Internacional.

CC BY–NC–ND 4.0. Resumen de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>. Este opúsculo es gratis. Puede fotocoparse y distribuirse libremente.

Publicado por la Sociedad de Astronomía de Puerto Rico, Inc.

PO Box 362846 • San Juan, PR 00936–2846 • +1 (787) 531–7277 • astronomiapr@gmail.com

Página de descarga: http://www.armandocaussade.org/class_material/

Portada: la ilustración corresponde al famoso grabado publicado por Camille Flammarion, que apareció por primera vez en el libro *La atmósfera: meteorología popular* (1888). Crédito: Hugo Heikenwaelder, Wikimedia Commons CC–BY–SA–2.5, basado en la versión original del grabado que se encuentra actualmente en dominio público.