

LA IDEA DE PLANETA A LO LARGO DE LA HISTORIA

Pere Planesas

*Observatorio Astronómico Nacional
Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento*

Abstract

As the 26th IAU General Assembly unfolded last August the internal debate on a definition for what a planet is reached the mass media. The approved resolution was reasonable, given de constrains, but not everybody liked or understood it. In this paper that discussion is put into historical perspective and in the context of the current knowledge of the solar system, that has changed considerably in the last few decades. Unfortunately the new vision of the solar system has not reached the common culture: for many people the solar system consists of the Sun, nine planets, scores of moons and a few comets. They are not aware of the several hundred thousand objects of different size, orbit or composition that populate the solar system and that have been classified in a larger variety of object families, like that of the dwarf planets.

Introducción

En el mes de agosto de 2006 se ha producido un debate entre los centenares de astrónomos reunidos en Praga con ocasión de la 26^a asamblea general de la Unión Astronómica Internacional (UAI¹) que ha trascendido las reuniones de trabajo allí celebradas y ha tenido repercusión en los medios de comunicación de masas, incluido internet. Posiblemente el hecho de que haya tenido lugar en un mes vacacional en los países del hemisferio norte, mes en que escasean las noticias que habitualmente

¹<http://www.iau.org/>

acapan tales medios, ha influido en su tratamiento casi diario e incluso preferente. Además, el sujeto de la discusión no era un abstracto concepto cosmológico o astrofísico sino uno de cultura general. Tras la pretensión de definir por primera vez lo que es un planeta, realmente se discutía cómo tratar toda una familia de objetos descubiertos a partir de 1992 en el sistema solar, situados más allá del planeta gigante Neptuno. Se trata de objetos más grandes que los asteroides, pero menores que la Luna, que orbitan alrededor del Sol en trayectorias excéntricas e inclinadas con respecto a la órbita de la Tierra; en definitiva, se trata de objetos similares a Plutón. ¿Había que designarlos como una nueva clase de objetos, incluyendo en ella el hasta ahora llamado planeta Plutón? O bien, para preservar el estatus de éste, ¿convenía ampliar la clase de objetos a los que llamamos planetas?

Aun cuando ésta pueda parecer una discusión original, como veremos más a abajo ya se ha producido en otras ocasiones en astronomía. Tal tipo de discusión es habitual entre los científicos de un determinado campo y se produce cuando el aumento de conocimiento sobre un determinado aspecto de estudio (por ejemplo, los astros del sistema solar) provoca el replanteamiento y posible modificación de un concepto que hasta entonces parecía bien establecido. Un concepto en permanente discusión es el de la vida. Ello ya ha ocurrido en el pasado con el concepto de planeta y volverá a ocurrir en el futuro, quizás pronto pues en mi opinión el debate se ha cerrado precipitadamente. Aunque ello tampoco es ningún problema: los astros sujeto de la discusión seguirán siendo como son independientemente de cómo sean llamados y su estudio no se verá afectado por un simple convenio de nomenclatura. El querer pasar en una semana de un convenio a una definición rigurosa posiblemente ha sido la causa de la acritud de las discusiones y de la modestia del resultado conseguido.

Las discusiones habidas en los medios de comunicación también han revelado que en la cultura general el sistema solar se reduce al Sol, los nueve planetas, sus lunas y algunos cometas. Actualmente se han identificado y numerado más de cien mil astros en el sistema solar, la mayoría pequeños objetos agrupados en distintas familias en función de su tamaño, su órbita o sus características físicas. Una de las de más reciente creación es la de los planetas enanos (denominación fallida), actualmente constituida por Plutón, el asteroide Ceres y el objeto transneptuniano Eris.

El sistema solar en la antigüedad

Una inspección continuada del cielo ha revelado a la mayoría de pueblos antiguos que puede imaginarse constituido por una esfera giratoria estrellada, frente a la que se mueven varios astros a menudo considerados, por tal peculiaridad, personificaciones de dioses. Destacan dos: el Sol, por su tamaño claramente apreciable y su brillo, y la Luna, por su tamaño, su variación de aspecto y la rapidez con que se mueve. Además hay otros

astros, de aspecto puntual o parecido a las estrellas fijas en la bóveda celeste, pero que destacan por su movimiento con respecto de ella y sus épocas de visibilidad e invisibilidad. Salvo la Luna, que recorre la bóveda en casi un mes, los demás tardan en recorrerla aproximadamente un año (el Sol, Mercurio y Venus) o más (Marte), incluso mucho más (Júpiter y Saturno). Los siete astros citados son los que aparecen en la mayoría de descripciones del cielo antiguas que nos han llegado por documentos o inscripciones e incluso, en el caso de pueblos que no han desarrollado la escritura, por transmisión oral.

No son sólo especiales el Sol y la Luna. También Mercurio y Venus lo son, por no alejarse nunca demasiado del Sol y por aparecer a veces precediéndole o a veces siguiéndole. De hecho, el identificar el lucero vespertino por excelencia con el lucero matutino por excelencia, con un solo astro que ahora llamamos Venus no es obvio. Nos lo parece ahora que conocemos su naturaleza y sabemos que orbita alrededor del Sol, y acabó siéndolo para los antiguos al observar que cuando uno es visible el otro no lo es y que su comportamiento precediendo o siguiendo el Sol es simétrico, en cuanto a duración y a separación máxima (elongación solar). Sin embargo consta que inicialmente el Venus matutino y el vespertino fueron tenidos por astros distintos. Así fue, por ejemplo, entre los primeros griegos, los de la época de Homero (c. 700 a.C.) y Hesíodo (c. 650 a.C.), que los denominaban Eosphoros y Hesperos, respectivamente. Diógenes Laercio (y lo confirma Aecio) escribe:

Y se cree que [Parménides de Elea] fue el primero en ver que la Estrella Matutina y la Estrella Vespertina son una y la misma . . . , aunque otros dicen que fue Pitágoras.

Lo mismo ocurrió en el caso de Mercurio (la estrella de Hermes, para los griegos). Su menor brillo y su cercanía al Sol dificultan su visión, por lo que aparece en pocos textos, aunque consta que era conocido por los Pitagóricos y que en su época (s. V a.C.) debió de identificarse con un solo astro. Podemos así pensar que en época anterior los griegos habrían podido identificar hasta nueve estrellas peculiares: Sol, Luna, Venus Matutino, Venus Vespertino, Mercurio Matutino, Mercurio Vespertino, Marte, Júpiter y Saturno. Posteriormente estas estrellas quedaron reducidas a las siete que, por ejemplo, cita Platón (c. 427 - 347 a.C.) en *Timeo*:

. . . el Sol, la Luna y las otras cinco estrellas que son llamadas “planetas” . . . en siete órbitas siete estrellas.

Nuestra palabra “planeta” proviene de la griega *πλανήτης* que significa errante. Es decir, los griegos se referían a las estrellas con un movimiento apreciable con respecto a las estrellas fijas como estrellas errantes. La expresión inicial de *planetes asteres* se convirtió en *planetae* hacia el s. IV

a.C.. Este es el proceso conceptual por el que los cinco astros dejaban de ser estrellas para tener una identidad propia dada por su comportamiento, aún no por su naturaleza física. Estas cinco estrellas errantes iniciaban su conversión en planetas, aunque durante algún tiempo esta denominación incluyó también el Sol y la Luna.



Figura 1: Universo geocéntrico en *Cosmographicus liber* de Apiano (Peter Bienewitz 1495 – 1552). Biblioteca del OAN.

Muchos siglos antes que los griegos, los egipcios y los mesopotámicos habían identificado y dado nombre a los cinco planetas visibles. Los egipcios los conocían como “las estrellas que no descansan”. Dieron diversas denominaciones a cada uno de ellos, pero parece claro que se referían a uno concreto en cada caso. Hay indicios de que identificaron a Mercurio en el crepúsculo matutino con el del vespertino en época bastante temprana, quizás en el segundo milenio (a.C.). En cuanto a Mesopotamia, en la colección de presagios *Enūma Anu Enlil* (anterior

al 900 a.C.) figuran diversos nombres de los cinco planetas, conocidos como “las ovejas salvajes”, y cálculos simples de sus épocas de visibilidad y de las retrogradaciones² de los planetas Marte, Júpiter y Saturno. Sin embargo el desarrollo de teorías matemáticas para la predicción precisa de sus efemérides no se produjo hasta el florecimiento de la astronomía mesopotámica en la época persa que, por lo tanto, precedió al desarrollo de la griega.

En definitiva, a pesar del interés de los mesopotámicos por los movimientos planetarios, el nombre con que denominamos a las “estrellas errantes” proviene de una palabra griega y los nombres con que los denominamos son herencia romana. Inicialmente los griegos les asociaron el nombre de un dios. En época posterior (periodo helenístico) les dieron un nombre propio descriptivo a fin de evitar la confusión causada por la asociación de varios dioses a un mismo planeta, aunque ésta parece haber sido la denominación más común. En su ordenación habitual entre los griegos, de más lento a más rápido en su movimiento, los planetas eran:

Φαινων	Phainon	Estrella de Cronos
Φαεθων	Phaëton	Estrella de Zeus
Πυροειζ	Pyroëis/Pyroeides	Estrella de Ares
Εωζφοροζ, Εσπεροζ	Eosphoros y Hesperos	Estrella de Afrodita o de Hera
Στιλβον	Stilbon	Estrella de Hermes

Los dioses de la última columna se inspiraron en algunos de los dioses que les atribuyeron los babilónicos siglos antes:

(Saturno)	Ninurta	dios de la fertilidad y la guerra.
(Júpiter)	Marduk	principal dios babilónico.
(Marte)	Nergal	dios de los infiernos, las plagas y la guerra.
(Venus)	Ištar	diosa del cielo.
(Mercurio)	Nabû	dios de las ciencias y las letras.

Los romanos adoptaron otros nombres para las *stellae errantes* o *sidera errantia* (astros errantes) asignándoles los de dioses de su propia mitología equivalentes o similares a los de los griegos:

Saturnus	dios romano identificado con el griego Cronos.
Jupiter	principal dios romano.
Mars, Hercules	
Venus, Juno, Isis	Lucifer (Lucero o Lucífero) al amanecer, Hesperus (Véspero o Vespertino) al anoecer.
Mercurius, Apollo	(Apolo se asignaba preferentemente al Sol)

²Movimientos con respecto del fondo del cielo en que el planeta parece moverse en el sentido opuesto al habitual.

Para ellos, los planetas y la Luna reflejan la luz del Sol. Plinio el Viejo (c. 24 – 79) dice de la Luna:

... como los demás astros [errantes], está gobernada por la luz del Sol, puesto que brilla con luz totalmente prestada por él...

Ello refleja otro cambio conceptual, pues se trata a la Luna y los planetas como astros sin luz propia, no como las estrellas fijas que sí la tienen. Este cambio se inició con la afirmación de Anaxágoras de Clazómene (c. 500 – c. 428 a.C.) de que la Luna no tiene luz propia sino que su luz proviene del Sol. Esto fue repetido y sostenido por muchos astrónomos posteriores y está en la base de los trabajos de Aristarco de Samos (c. 310 – c. 230 a.C.) sobre los tamaños y distancias del Sol y la Luna.

III. Systema Ægyptiorum, Vitruuij, Capellæ, Macrobij, Bedæ &c.

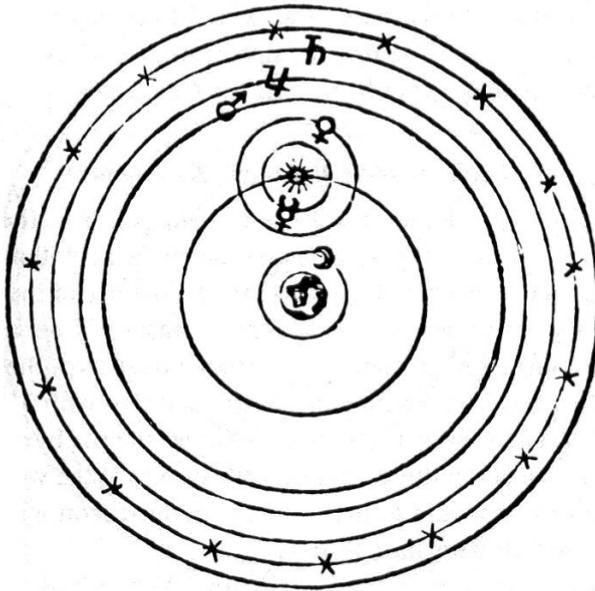


Figura 2: Sistema planetario presuntamente propuesto por Heráclito de Pontos (s. IV a.C.), en *Almagestum novum* de Giovanni Baptista Riccioli (1598 – 1671).

En lo referente a la luz de los planetas había diversidad de opiniones. En sus comentarios a los *Fenómenos* de Arato, Avieno (s. IV) dice que los planetas “son capaces de mantener fuegos incandescentes con sólo sus llamas” y, en cuanto a su aspecto, que “no sugieren ninguna figura concreta.”

El tamaño de los planetas, en cambio, fue sujeto de especulación pues no se podía medir. Abandonadas las ideas antiguas de los planetas como fuegos o aberturas en ruedas huecas llenas de fuego (Anaximandro, c. 610 – c. 546 a.C.) Tolomeo³ (s. II), utilizando el brillo de los planetas como indicador de su tamaño y comparándolos visualmente con la Luna, estimó que éstos eran similares a la Tierra, siendo Saturno, Júpiter y Marte mayores que ella, mientras que Venus y Mercurio eran menores.

Las teorías heliocéntricas

La primera propuesta de que algunos planetas giran alrededor del Sol pudo deberse a Heráclito de Pontos (c. 390 – c. 310 a.C.). Los peculiares movimientos de Mercurio y Venus, que nunca se separan mucho del Sol, le llevaron a proponer que tales planetas giran alrededor del Sol y éste gira alrededor de la Tierra. Tal explicación aparece en textos de varios autores romanos (Vitruvio, s. I; Marciano Capela, s. V), pero el único texto que cita explícitamente a Heráclito (Calcidio, s. IV) no convence a muchos estudiosos. Sí hay acuerdo en que Heráclito propuso la rotación diaria de la Tierra.

Algo mejor documentada está la teoría totalmente heliocéntrica de Aristarco. Según Arquímedes de Siracusa (c. 287 – 212 a.C.), en *El arenario*:

Aristarco de Samos ha publicado un libro . . . concluye que el universo es mucho mayor . . . las estrellas fijas y el Sol son inmóviles. En cuanto a la Tierra, se mueve alrededor del Sol en la circunferencia de un círculo centrado en el Sol.

Una hipótesis implícita es la rotación diaria de la Tierra. Si se entiende por planetas aquellos astros que se mueven regularmente alrededor del Sol, otra conclusión es que la Tierra es un planeta y que la Luna no lo es.

La hipótesis heliocéntrica de Aristarco sólo tuvo un valedor en la antigüedad, el matemático babilónico Seleuco de Seleucia (c. 150 a.C.), que la consideró una descripción del mundo real. Los demás autores que se refirieron a esta teoría fue para rechazarla. Incluso hubo una campaña de desprestigio popular hacia Aristarco basada en el sacrilegio que suponía para la religión griega el haber desplazado el centro del mundo de la Tierra

³Klaudios Ptolemaios, el astrónomo más influyente de la antigüedad, autor del libro *μαθηματικὴ συντάξις*, más conocido como *Almagesto*.

al Sol, con lo que el corazón de la Casa de los Dioses, y por lo tanto la Tierra, dejaba de ser inmóvil.

La teoría heliocéntrica no reaparecería hasta que hacia 1509, dieciocho siglos después de Aristarco, empezó a circular el tratado manuscrito conocido como *Commentariolus*⁴ de Nicolás Copérnico (1473 – 1543). En él la Tierra se considera el centro de la gravedad y de la órbita lunar, mientras que es el Sol el centro de las órbitas de todos los planetas y del universo. En 1540 su discípulo Rheticus⁵ (1514 – 1576) publicó un libro comentando los nuevos trabajos de Copérnico lo que, junto con otras presiones, indujo a éste a publicarlos al completo en la obra *Los seis libros sobre las revoluciones de los orbes celestes* aparecida el año de su muerte.

Una primera consecuencia de esta teoría fue el aumento del número de planetas, pues la Tierra pasaba a ser uno de ellos. Del más lejano al más cercano al Sol los planetas eran: Saturno, Júpiter, Marte, Tierra, Venus y Mercurio, seis en total.

La teoría heliocéntrica tardó más de un siglo en consolidarse (véase el artículo de Mariano Esteban en este mismo ANUARIO) y lo hizo en gran parte gracias a los trabajos de Johannes Kepler (1571 – 1630) y de Galileo Galilei (1564 – 1642). La invención del telescopio por parte de este último en 1609 tuvo un enorme impacto en este tema. Otra importante consecuencia poco citada de tal invención fue que permitió estimar el tamaño angular de los planetas y, por lo tanto, determinar sus diámetros: con un telescopio los planetas aparecen como discos mientras que las estrellas siguen siendo puntos luminosos. Las medidas de Johannes Remus Quietanus, Pierre Gassendi (1592 – 1655) y Martinus Hortensius⁶ (1605 – 1639) dieron valores angulares algo superiores a los reales, hasta en un factor 2, pero eran mucho mejores que las estimaciones pretelescopicas. El desconocimiento de la distancia de la Tierra al Sol (la Unidad Astronómica) constituía la principal dificultad que entrañaba su conversión en distancias lineales. En 1633 Hortensius, adoptando una distancia de 1.500 radios terrestres (el valor real es de 23.455 R_{\oplus}), dedujo que todos los planetas salvo Saturno eran menores que la Tierra. Según sus medidas, de mayor a menor eran: Saturno, Tierra, Júpiter, Venus, Marte y Mercurio.

La observación telescópica de las fases de Venus por Galileo en 1610 demostró que los planetas, así como la Luna, no tienen luz propia sino que son cuerpos opacos que reflejan la del Sol. Con ello terminó un largo debate sobre si el Sol es la única fuente de luz, como sostuvieron griegos como Aristóteles (384 – 322 a.C.) y árabes como Averroes (Ibn Rushd, 1126 – 1198), o si los planetas son luminosos cual estrellas, como sostuvieron el

⁴*De hypothesibus motuum caelestium a se constitutis commentariolus* de Mikolaj Koper-nik, forma original de su nombre.

⁵Georg Joachim von Lauchen

⁶Maarten van den Hove

romano Macrobio (s. IV) y el persa Avicena (Ibn Sīnā, 980 – 1037).

Uno de los descubrimientos más relevantes que efectuó Galileo con su telescopio fue el de los cuatro mayores satélites de Júpiter, los que conocemos apropiadamente como “galileanos”. Estos fueron los primeros astros del sistema solar descubiertos por un ser humano en tiempos históricos⁷, si exceptuamos los pasajeros cometas. Además de constituir una especie de sistema planetario en miniatura, mostraban que la Tierra no es el único planeta con satélites. Estos descubrimientos, junto con el de las fases de Venus y las variaciones de tamaño de Venus y Marte a lo largo de su órbita, constituyeron argumentos observacionales muy poderosos en favor del heliocentrismo.



Figura 3: Posiciones relativas de los cuatro satélites “mediceos” de Júpiter, descubiertos por Galileo Galilei en *Sidereus nuncius* (1610).

En la segunda mitad del s. XVII los astrónomos Christiaan Huygens (1629 – 1695) y Giovanni Domenico Cassini (1625 – 1712) descubrirían varios satélites de Saturno. En 1656 Hyugens sugirió que el aspecto cambiante de Saturno se podía explicar si el planeta:

*... está rodeado por un fino anillo plano que no lo toca y que está inclinado con respecto a la eclíptica*⁸.

Detalles en la superficie de Marte, Saturno y Júpiter, así como el achataamiento y la gran mancha (roja) de éste, fueron puestos de manifiesto por varios astrónomos, constituyendo los primeros indicios de las diferencias y singularidades que existen entre los planetas. Francesco Fontana (1580 – 1656) publicó en 1646 *Novae coelestium terresiriumque rerum observationes*, el primer libro ilustrado con numerosos dibujos del aspecto telescópico de los planetas.

Al finalizar el siglo XVII el sistema solar se consideraba constituido por el Sol, seis planetas y diez satélites. La Unidad Astronómica (UA) se estimaba entre 20.000 y 22.000 R_{\oplus} y el diámetro de los planetas se conocía con un error menor al 10 %, excepto en el caso de Mercurio que alcanzaba el 40 %. Los astrónomos eran por fin conscientes del enorme tamaño del Sol y de que Júpiter y Saturno son mucho mayores que los demás planetas.

⁷Una posible, pero incierta, observación a simple vista de un satélite de Júpiter por el astrónomo chino Gan De hacia el 364 a.C. no tuvo trascendencia.

⁸Plano de la órbita terrestre alrededor del Sol.

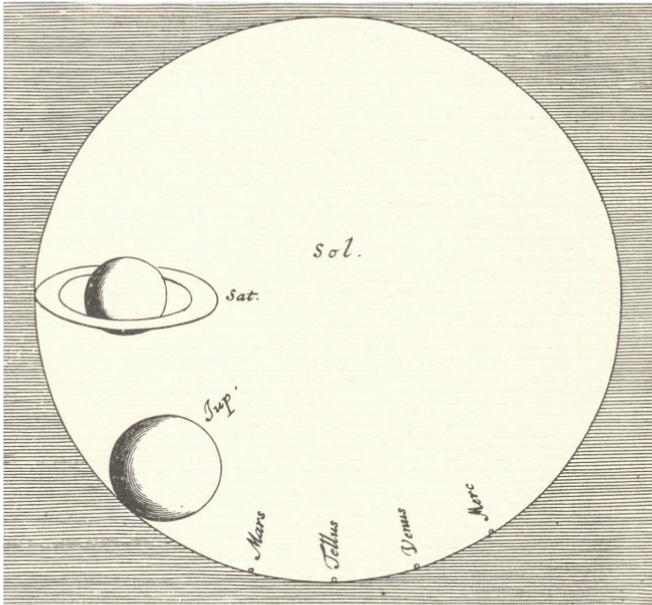


Figura 4: Tamaños relativos de los astros del sistema solar según aparecen en la obra *Kosmotheoros* de Christiaan Huygens publicada en 1698. El círculo mayor corresponde al Sol.

En esta época terminaron también las últimas especulaciones de origen medieval que consideraban los planetas como cuerpos transparentes. Ahora eran considerados sólidos, opacos y capaces de reflejar la luz del Sol. Incluso algunos divulgadores describían el nuevo sistema solar apoyándose en habitantes imaginarios que poblaban la superficie de los planetas, como hizo Bernard Le Bouyer de Fontenelle (1657 – 1757) en su obra *Entretiens sur la pluralité des mondes* (1686) reimpresa decenas de veces a lo largo de su larga vida.

Primer descubrimiento de un planeta

A lo largo del s. XVIII se sucedieron los comentarios acerca de la posible existencia de otros planetas que pudieran hallarse demasiado cerca del Sol o excesivamente lejos de él, mucho más allá de Saturno, como para ser vistos. En los libros aparecían citas a “los planetas conocidos”, dando a entender que el conocimiento del sistema planetario probablemente era incompleto. El tamaño del sistema solar se había extendido tras la predicción hecha por Edmond Halley (1656 – 1742) acerca de la existencia

de un cometa de órbita elíptica muy excéntrica alrededor del Sol con un periodo de 75 años, cometa que reapareció, tal como predijo, en 1758. Si la órbita de Saturno pudo ser considerada durante milenios como el límite del sistema solar, el afelio⁹ del cometa de Halley llegaba casi cuatro veces más lejos, un espacio en el que bien podían encontrarse otros planetas. Además, éstos podían ser muy grandes si se aceptaba la hipótesis de Huygens, negada por las medidas de diámetros, que cuanto más distante del Sol se hallaba un planeta mayor era éste.

Más comúnmente se especulaba (por ejemplo Immanuel Kant, 1724 – 1804) sobre la existencia de planetas en el gran espacio que media entre las órbitas de Marte y Júpiter, lo que se plasmaría en la famosa conjetura de Johann Daniel Titius (1729 – 1796) defendida y popularizada por Johann Elert Bode (1747 – 1826) acerca de la existencia de un planeta a una distancia de 2,8 UA del Sol, intermedia entre la de 1,5 UA de Marte y las 5,2 UA de Júpiter.

Sin embargo, el s. XVIII transcurría sin que se descubrieran nuevos planetas o satélites. En 1764 Charles Bonnet (1720 – 1793) en su obra *Contemplación de la naturaleza* hablaba de “los 17 planetas conocidos”, denominación vaga bajo la que incluía también el Sol y los satélites, el último de ellos descubierto ochenta años antes por Cassini.

El primer descubrimiento de un nuevo planeta lo debemos a un músico alemán, emigrado a Inglaterra, con una tardía afición a la astronomía. Friedrich Wilhelm Herschel (1738 – 1822), conocido después como Sir William Herschel, descubrió un nuevo astro no catalogado la noche del martes 13 de marzo de 1781, utilizando para ello un telescopio reflector de 16 cm de diámetro construido por él mismo. Creyendo haber descubierto un cometa, envió una comunicación a la Royal Society. El mucho más experimentado astrónomo real Nevil Maskelyne (1732 – 1811) sospechó que se trataba de un planeta. Efectivamente, observaciones realizadas por otros astrónomos mostraron que ni su apariencia ni su órbita correspondían a un cometa. Más aún, las órbitas calculadas por Anders Johan Lexell (1740 – 1784) y Pierre Simon marqués de Laplace (1749 – 1827) concordaban con las de un planeta en órbita ligeramente elíptica alrededor del Sol a una distancia doble que la de Saturno.

Curiosamente, este astro había sido observado al menos una veintena de veces desde que en 1690 el primer astrónomo real inglés, John Flamsteed (1646 – 1719), lo había catalogado como una estrella (34 Tau). Antes de Herschel siempre fue considerado como tal. Así pues, no fue Herschel quien lo descubrió sino quien al suponerlo un cometa, pues su posición en 1781 no concordaba con la de ninguna estrella catalogada, despertó un interés por él que llevó al hallazgo de que se trataba de un astro del sistema solar y con una órbita casi circular, como la de los planetas.

⁹La mayor distancia al Sol que alcanza un astro en su órbita alrededor de él.

La sensación que produjo este descubrimiento fue enorme, no en vano se trataba del primero de un planeta en la Historia. Ello fue determinante en la vida de Herschel, pudiendo desde entonces dedicarse por enteramente a la exploración del cielo y la construcción de nuevos telescopios, gracias a la protección y salario adjudicados por el rey Jorge III. En agradecimiento Herschel propuso llamar el planeta “Georgius sidus” (estrella de[el rey] Jorge), mientras otros proponían denominarlo Herschel. Así figura, por ejemplo, en el *Tratado de astronomía* que publicó en 1833 su hijo Sir John Frederick William Herschel (1782 – 1871), aunque en este libro también aparece con el nombre de Urano. Este nombre, sugerido por Bode, finalmente se impuso sobre aquéllos y varios más (Océano, Cibeles, Neptuno, ...). Este es el primer planeta con un nombre de dios griego en lugar de romano.

Pronto fue evidente su gran tamaño, más parecido a Saturno que a los planetas interiores. John Herschel escribe:

De Urano o Herschel todo lo que vemos es un disco pequeño, redondo y uniformemente iluminado, sin anillos, bandas, ni manchas discernibles. ... su volumen es como 80 veces el de la Tierra.

En 1787 W. Herschel descubrió los dos primeros satélites de Urano, Titania y Oberón, lo que permitió determinar la masa del planeta. Por aquel entonces recibía muchos encargos de telescopios (llegaría a construir más de medio centenar) con los que se pretendía encontrar nuevos planetas.

La búsqueda de nuevos planetas

El barón húngaro Franz Xaver Freiherr von Zach (1754 – 1832) inició en 1787 la búsqueda sistemática de un planeta entre Marte y Júpiter, animando a otros astrónomos europeos a participar en tal tarea. Uno de ellos, Giuseppe Piazzi (1749 – 1826) tuvo éxito en Palermo la primera noche del siglo XIX. A partir del 1 de enero de 1801 fue observando la trayectoria de un astro con respecto de las estrellas, concluyendo que se trataba de un cometa sin cola. En cambio von Zach, a pesar de que su órbita no había sido bien determinada, publicó inmediatamente un artículo titulado *Sobre un largamente supuesto y ahora probablemente descubierto nuevo planeta primario de nuestro sistema solar entre Marte y Júpiter*. Finalmente su órbita fue calculada por un joven Karl Friedrich Gauss (1777 – 1855), obteniendo una distancia media al Sol de 2,77 UA. Piazzi propuso llamarlo Ceres Ferdinandea, en honor a la diosa patrona de Sicilia y a Fernando IV, rey de Sicilia, mientras que von Zach propuso Hera. Actualmente se le conoce simplemente como Ceres.

La idea de que Ceres fuera un nuevo planeta del sistema solar pronto se enfrentó a grandes dificultades. La primera, su pequeño tamaño: W. Herschel calculó que su diámetro era inferior a 261 km (realmente es de unos 950 km). La segunda, su órbita inclinada más de 10° con respecto del plano de la órbita terrestre, del que los demás se separan menos de 4° , salvo Mercurio cuya inclinación es de 7° . La tercera y definitiva, el descubrimiento por Heinrich Wilhelm Matthäus Olbers (1758 – 1840) en marzo de 1802 de Palas, un segundo objeto parecido en tamaño y brillo a Ceres y con una distancia media al Sol muy similar, de 2,67 UA.

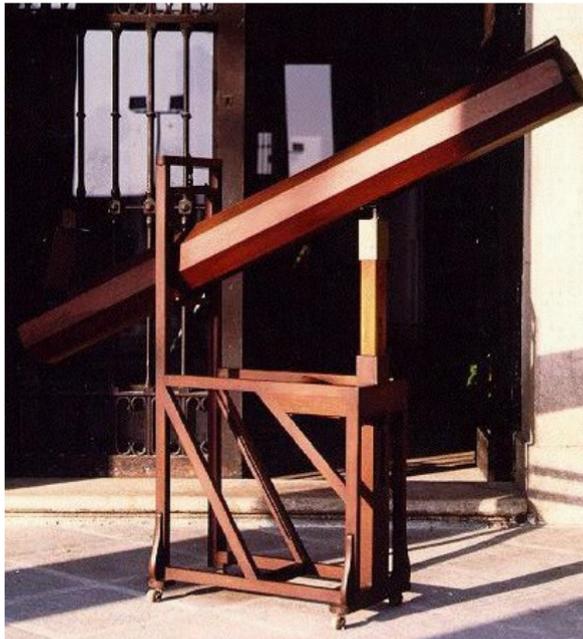


Figura 5: Telescopio de 7 pies de longitud construido por W. Herschel para el Observatorio Astronómico de Madrid. Es similar a aquel con el que descubrió Urano.

Tras el descubrimiento de Olbers se planteó la cuestión de cómo denominar estos astros. Piazzi propuso llamarlos “planetoides”, en razón de su pequeño tamaño. W. Herschel propuso “asteroides” pues, aunque no se trata de estrellas, aparecen al telescopio como tales. En el mismo año 1802 Herschel propuso una serie de criterios para decidir cuando denominar planeta o cometa a un astro. Ceres y Palas no podían ser considerados ni lo uno ni lo otro, por lo que se establecía una nueva categoría de objetos en el

sistema solar, imponiéndose la denominación de asteroides. En 1804 Karl Ludwig Harding (1765 – 1834) descubrió el tercero de ellos, Juno, y en 1807 Olbers descubrió el cuarto, Vesta. Al terminar el s. XIX se conocían 463 asteroides.

Los siete criterios que, según W. Herschel, debe satisfacer un astro del sistema solar para ser llamado planeta son: tamaño considerable, movimiento poco elíptico alrededor del Sol, órbita inclinada pocos grados respecto de la terrestre, movimiento en la misma dirección que la Tierra, distancia grande con sus planetas vecinos, puede tener satélites y anillos, y debe tener una atmósfera considerable (criterio éste que ni Mercurio ni Marte satisfacen, algo que Herschel ignoraba). Ceres no cumplía todos estos requisitos, por lo que sólo pudo ser considerado planeta durante un año.

Fracasados los intentos de descubrir un planeta principal entre Marte y Júpiter, la búsqueda debía centrarse en encontrarlo más allá de Urano. La posibilidad de que hubiera un gran planeta transuránico venía apoyada por los fracasos en calcular con precisión la posición de Urano, aún teniendo en cuenta las perturbaciones gravitatorias debidas a Júpiter y Saturno. En la década de 1830, especulaciones sobre tal hipotético planeta aparecían incluso en libros de divulgación, como el famoso libro de Mary Fairfax Greig Somerville (1780 – 1872) *Sobre la conexión de las ciencias físicas*, publicado en 1834.

En la década siguiente Urbain Jean Joseph Leverrier (1811 – 1877) y, privadamente, John Couch Adams (1819 – 1892) propusieron independientemente unos elementos orbitales del desconocido planeta perturbador y en qué zona concreta del cielo los observadores debían buscarlo. El 23 de septiembre de 1846 Johann Gottlieb Galle (1812 – 1910), acompañado de su asistente Heinrich Louis d'Arrest (1822 – 1875), descubrió dicho planeta con un refractor de 23 cm de apertura. La noche siguiente determinaron su tamaño angular resultando, si se confirmaba su distancia, ser otro planeta grande aunque menor que Júpiter y Saturno. Unos días después William Lassell (1799 – 1880) descubrió su primer satélite, Tritón.

Como en el caso de Urano, el nuevo planeta había sido observado mucho antes, en 1612 por Galileo. Su lento movimiento propio y los escasos aumentos del telescopio de Galileo le impidieron darse cuenta de que no se trataba de una estrella. Asimismo, hubo desacuerdos con el nombre del nuevo planeta. Leverrier inicialmente sugirió Neptuno, nombre de un dios romano que von Zach no habría aprobado, dado que sugirió en 1801 denominar los nuevos planetas con nombres griegos a fin de distinguirlos de los conocidos en la antigüedad. En tal caso podía haberse denominado Posidón, el equivalente griego a Neptuno.

A lo largo del s. XIX poco se concluyó acerca de la naturaleza de los planetas. Se desconocía el estado en que estaba la materia acumulada a partir de una nebulosa primordial, pero se solía considerar que tenían

una superficie sólida y que, salvo Marte, estaban rodeados de una espesa atmósfera que no permitía ver detalles de su superficie (caso de Venus y, erróneamente, de Mercurio) o cuya estructura y variaciones observamos, como en el caso de Júpiter. A principios del siglo la masa y la densidad se estimaban de manera muy precaria, salvo la buena determinación para la Tierra hecha en 1797 por Henry Cavendish (1731 – 1810). En la segunda mitad de siglo se conocía que los cuatro planetas interiores tienen una densidad media unas 4 veces mayor que los planetas exteriores. Estos, además, son más grandes, están achatados por su rápida rotación y van acompañados de varios satélites. En esta época, el progresivo desarrollo del análisis espectroscópico de la luz aplicado a la astronomía permitió conocer algunos de los componentes gaseosos de las atmósferas planetarias.

El increíble planeta menguante

A lo largo del s. XIX y principios del XX hubo intentos de predecir la existencia de un planeta transneptuniano (situado más allá de Neptuno), complementados con búsquedas basadas en la nueva y eficiente técnica de la fotografía astronómica que permitía detectar astros mucho menos luminosos que las observaciones visuales. Tal búsqueda se prolongó durante décadas, hasta que el 18 de febrero de 1930 Clyde William Tombaugh (1906 – 1997) descubrió un nuevo planeta comparando fotografías tomadas con un telescopio de 33 cm de apertura los días 23 y 29 de enero. El descubrimiento fue hecho público el 13 de marzo, aniversario del de Urano. Como en los casos precedentes, se sugirieron varios nombres, imponiéndose finalmente el de Plutón, sugerido por una niña inglesa, y también había sido observado antes, pues aparece en fotografías tomadas al menos desde 1908.

La suposición inicial de que el nuevo planeta era el causante de las irregularidades en la órbita de Neptuno había llevado a suponer que su masa era unas 7 veces la de la Tierra¹⁰, a lo que correspondería un tamaño tres veces mayor que ésta (o sea, unos 40.000 km) si su densidad fuera similar a la de los demás planetas grandes. Sin embargo su baja magnitud no concordaba con un tamaño tan grande, sino más bien con un tamaño menor que el de la Tierra. En su libro *Iniciación a la astronomía*, William Herbert Steavenson (1894 – 1975) escribe en 1933:

Plutón se encuentra tan distante, que no hay telescopio con que se llegue a apreciar su disco. Sin embargo, su brillo aparente induce a creer que su tamaño es algo semejante al de Marte.

¹⁰La masa de la Tierra es: $1 \mathcal{M}_{\oplus} \approx 6$ cuatrillones (10^{24}) de kg. Su volumen es de aproximadamente 1 billón (10^{12}) de km^3 .

Suponer un tamaño mitad al de la Tierra implicaba también suponer que se trataba de un planeta denso, quizás como los cuatro primeros (densidad media de $5,0 \text{ g/cm}^3$), y no de un planeta gigante ligero (densidad media de $1,2 \text{ g/cm}^3$), como los cuatro siguientes. Además se distinguía de éstos por tener un órbita más excéntrica que ningún otro planeta y muy inclinada, de unos 17° , tanto que según los criterios de W. Herschel no debía ser considerado planeta sino asteroide.

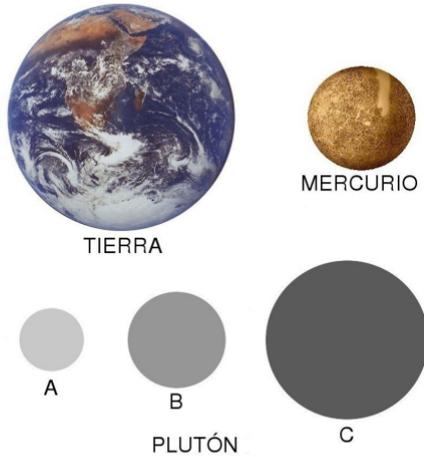


Figura 6: Dimensiones de Plutón basadas en distintos valores (A, B y C) de su reflectividad, comparadas a las de la Tierra y Mercurio. Ilustración inspirada en la del bello libro *Sur les autres mondes* (1937) del pintor y astrónomo aficionado Lucien Rudaux (1874 – 1947).

Dos dificultades añadidas eran comentadas por Josep Comas Solà (1868 – 1937) en su libro *Astronomía* (1935):

Si... se tiene en cuenta que su masa debe de ser considerable para explicar las perturbaciones observadas, hay que admitir que su densidad es muy grande. El ángulo considerable que forma el plano de la órbita de Plutón con la eclíptica y la proximidad relativa a que pasa de Neptuno, inducen a suponer que aquel planeta es un astro cosmogónicamente extraño al sistema solar y que fué capturado en tiempos remotos por Neptuno.

Es decir, recién descubierto ya se ponía en duda que Plutón se hubiese formado junto con los demás planetas. A pesar de todos estos argumentos

en contra, Plutón aparece en tales libros como el noveno planeta del sistema solar.

En 1976 la UAI recomendaba utilizar 5.000 km como diámetro de Plutón y una masa del 11 % de la de la Tierra. De hecho, su masa no pudo conocerse hasta 1978, año en que se descubrió su primer satélite conocido¹¹, Caronte. El efecto inmediato de este descubrimiento fue el de disminuir el tamaño estimado para Plutón, pues su brillo debía repartirse entre ambos astros. Además, se pudo calcular por primera vez la masa de Plutón, que resultó ser cercana al 0,2 % \mathcal{M}_{\oplus} , 50 veces menor que lo supuesto. Este valor de la masa concordaba con un tamaño pequeño incluso si se suponía una densidad más baja que la de los planetas interiores.



Figura 7: Fotografía de Plutón y Caronte tomada en 1994 con la cámara para objetos débiles (FOC) de la Agencia Europea del Espacio instalada en el Telescopio Espacial Hubble. (Cortesía de NASA/ESA.)

En 1980 la ocultación de una estrella por Caronte mostró que el tamaño de este satélite excede los 1.200 km. Medidas radioastronómicas, infrarrojas y la serie de eclipses de Caronte por Plutón que se dieron entre 1985 y 1990 permitieron por fin determinar el tamaño de Plutón, que ha resultado estar entre 2.200 y 2.400 km, y su densidad, intermedia entre la de los planetas rocosos y la de los gaseosos.

En conclusión, se pasó de considerar que Plutón podría tener un diámetro de 40.000 km a medirse unos 2.400 km. Se trata, pues, de un planeta bastante más pequeño que todos los demás (el menor, Mercurio, tiene un diámetro de 4.879 km), menor incluso que muchos satélites (la Luna tiene 3.476 km y el mayor, Ganimedes, 5.262 km).

¹¹En 2006 se han descubierto dos nuevos satélites de Plutón, denominados Nix e Hydra.

El sistema solar a finales del siglo XX

En la década de 1990 nuestra visión del sistema solar iba a cambiar una vez más. Al inicio de la década se consideraba que el sistema solar se componía principalmente del Sol, nueve planetas (sólo dos de ellos importantes, Júpiter y Saturno, pues contienen más del 90 % de la masa planetaria), 61 satélites, unos 20.000 asteroides y unos 800 cometas.

Las órbitas de los asteroides conocidos no se limitan ya al espacio que hay entre Marte y Júpiter, conocido como “cinturón de asteroides”, sino que se les puede encontrar en órbitas que cruzan la de la Tierra como la de Atenas, el primero de tales asteroides, descubierto en 1932. Otros tienen órbitas caóticas entre Saturno y Neptuno, los denominados “centauro”, pues el primero de los cuales es Quirón, descubierto en 1977. Durante unos años a partir de 1988 Quirón aumentó su brillo, como si se tratara de un cometa, a pesar de que su tamaño de unos 200 km es un orden de magnitud mayor que el típico del núcleo de un cometa.

En 1992 se descubrió 1992 QB₁, el primero de una serie de objetos cuya órbita se encuentra más allá de la de Neptuno. En pocos años se descubrió que había muchos objetos en la región situada entre 30 y 50 UA del Sol, que pasó a denominarse “cinturón de Kuiper”¹². En esta misma década se descubrió que los asteroides más alejados del Sol parecen contener más hielos. Con todo ello parece difuminarse la diferencia clásica entre cometas y asteroides: un asteroide rico en hielos de materiales volátiles puede convertirse en un cometa si se acerca suficientemente al Sol; un cometa que ha perdido todos sus volátiles aparecerá como un asteroide de baja densidad.

Aún hubo mayores sorpresas. El ritmo de descubrimiento de objetos transneptunianos ha aumentado encontrándose algunos de gran tamaño, incluso mayores que Ceres, el mayor de los asteroides. Reciben un nombre oficial generalmente basado en divinidades de la creación o del infierno en diversas mitologías: Quaoar, Sedna, Orco, Varuṇa, Ixión. Las medidas realizadas con diversas técnicas sugieren que se trata de objetos similares a Plutón o a Tritón, es decir con una densidad de unos 2 g/cm³ y un elevado albedo¹³, muy superior al de los asteroides. En 2005 Michael E. Brown (1965) y sus colaboradores descubrieron un objeto inicialmente catalogado como 2003 UB₃₁₃ y actualmente nombrado Eris o Éride, siguiendo su sugerencia de usar el nombre griego de la diosa romana Discordia. Las primeras medidas revelaron que su tamaño excede ligeramente el de Plutón, por lo que no había razón para no considerarlo a su vez un planeta: se habló del décimo planeta del sistema solar.

Parece probable que el elevado ritmo de descubrimiento de este tipo de

¹²En honor a Gerrit Pieter Kuiper (1905 – 1973).

¹³Fracción de energía luminosa reflejada o difundida por un cuerpo no luminoso.

objetos pueda llevar al descubrimiento de nuevos objetos transneptunianos mayores que Plutón. Por ello, pronto se planteó el debate acerca de la idoneidad de considerar o descartar como planetas estos astros. Un grupo de trabajo establecido por la UAI con miembros de la División III (Ciencias de los sistemas planetarios) abordó el tema considerando aspectos físicos y dinámicos, pero no alcanzó un consenso en aspectos culturales como es el estatus de Plutón. Posteriormente se formó un comité más diverso, cuyos miembros presentaron en agosto de 2006 una propuesta a la Asamblea General de la UAI en Praga. Según ella, planeta es cualquier cuerpo celeste que orbita alrededor de una estrella (sin ser estrella o satélite de un planeta) y que tiene masa suficiente para que su fuerza de gravedad supere las fuerzas de sólido rígido y dicho cuerpo alcance una forma (casi) esférica de equilibrio hidrostático. Esta propuesta, que daba pie a que el número de planetas en el sistema solar pasara inmediatamente a ser de 12 y que pudiera llegar a ser de varias decenas, fue mayoritariamente rechazada.

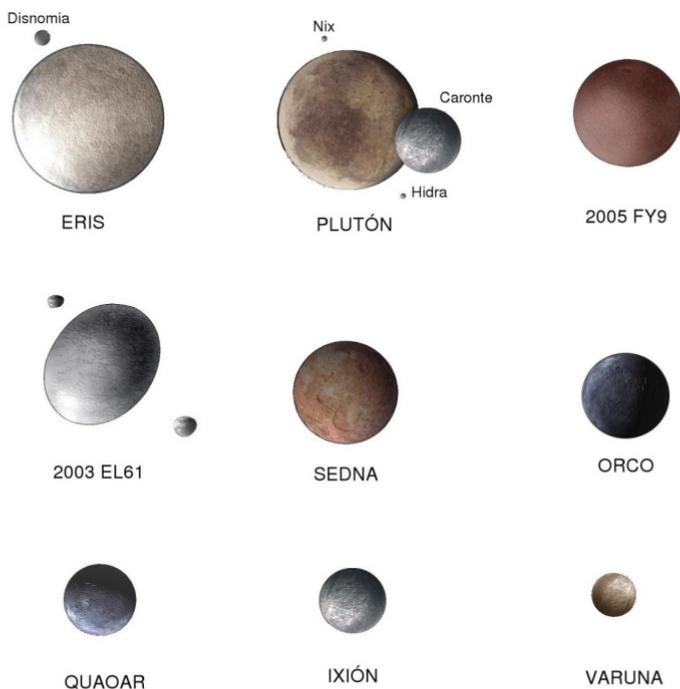


Figura 8: Dimensiones estimadas de algunos de los mayores objetos transneptunianos conocidos comparadas con las de Plutón. (Adaptada de una ilustración de NASA.)

En su lugar se aprobó una resolución (5A) mucho menos ambiciosa, pues sólo se refiere a los planetas del sistema solar. Se definen tres términos:

Planeta. Es un cuerpo celeste que orbita alrededor del Sol, que tiene masa suficiente para que su fuerza de gravedad supere las fuerzas de sólido rígido y dicho cuerpo alcance una forma (casi) esférica de equilibrio hidrostático y que ha “limpiado” la vecindad de su órbita. (En la práctica, ello es lo mismo que decir que hay 8 planetas y éstos son: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.)

Planeta enano. Es un cuerpo celeste que orbita alrededor del Sol, que tiene masa suficiente para que su fuerza de gravedad supere las fuerzas de sólido rígido y dicho cuerpo alcance una forma (casi) esférica de equilibrio hidrostático, que no ha “limpiado” la vecindad de su órbita y que no es un satélite. (Hasta la fecha se han incorporado a esta categoría el asteroide Ceres, y los objetos transneptunianos Plutón y Eris.)

Cuerpos menores del sistema solar. Son todos los demás objetos que orbitan alrededor del Sol, exceptuando los satélites. (Esta categoría incluye la mayoría de asteroides y de objetos transneptunianos, los cometas y otros cuerpos aún menores.)

Se aprobó, asimismo, la resolución 6 que establece que Plutón es un planeta enano, según la definición anterior, y que es el prototipo de una nueva categoría de objetos transneptunianos que aún no ha recibido un nombre oficial. Las definiciones anteriores no permiten establecer una masa o un tamaño mínimos para que un astro sea considerado planeta, pues el alcanzar una forma casi esférica depende también de su composición química, su densidad y su temperatura.

En definitiva, actualmente se considera que el sistema solar se compone del Sol, 8 planetas con 152 satélites, 3 planetas enanos con 3 satélites, unos 340.000 asteroides, más de 1.000 objetos transneptunianos y unos 2.500 cometas, además de centenares de miles de astros de un tipo u otro que presumiblemente aún quedan por descubrir.

Otros sistemas planetarios

En los últimos quince años también hemos vivido una revolución en el conocimiento de otros sistemas planetarios, cuya existencia hasta hace poco era una simple hipótesis. En 1992 se descubrió el primer planeta alrededor de otra estrella, aparentemente un planeta de tipo terrestre orbitando alrededor de una estrella de neutrones detectada como púlsar, un tipo de estrella moribunda. En 1995 se descubrió el primero de los planetas gigantes alrededor de una estrella normal. (Véase el artículo *El*

descubrimiento de planetas alrededor de otros soles de Francisco Colomer publicado en el ANUARIO de 1998.) Actualmente se conocen más de doscientos “exoplanetas”, como a veces son conocidos, la mayoría de los cuales tienen una masa superior a la de Júpiter¹⁴, alcanzando incluso 17 veces su masa. La fracción de sistemas con varios planetas es bajo (10%), aunque este porcentaje probablemente crecerá a medida que las técnicas de detección mejoren.

La existencia de estos planetas tendrá sus implicaciones en una posible futura definición más general de planeta. En particular, habrá que establecer una masa máxima por encima de la cual deba hablarse de otro tipo de astro, como es una “enana marrón”. Se trata de un objeto con una masa menor que la necesaria para mantener las reacciones de fusión nuclear que se dan en la mayoría de estrellas, pero que es suficiente para que su interior sea homogéneo, sin estratos con distinta composición química, debido al efecto de una convección global. Los límites mínimo y máximo para que un objeto pueda ser denominado enana marrón no están muy claros y son objeto de intenso estudio. Se estima que son del orden de 13 y 75 veces la masa de Júpiter, respectivamente.

En cuanto a los objetos subestelares que flotan libremente en el espacio sin estar ligados gravitatoriamente a una estrella, la UAI recomienda no llamarlos planetas. Se denominarán enanas marrones, si su masa es suficientemente grande, y subenanas marrones, si su masa es inferior a unas 13 veces la de Júpiter. Su naturaleza y propiedades físicas están aún bajo discusión.

En conclusión, la definición apresurada de planeta aprobada recientemente por la UAI es válida sólo para el sistema solar y presenta varias lagunas, como son la necesidad de decidir en comité qué objetos son considerados planetas enanos, la inadecuación de la definición de éstos (según la cual un planeta enano no es un planeta) y la falta de una denominación específica para la clase de objetos de las que Plutón es prototipo. Quizás hubiese sido más conveniente simplemente establecer convenios flexibles según los cuales denominar, en base al conocimiento de cada época, las familias de astros a fin de disponer de una nomenclatura común.

Por otra parte, la definición actual, aún con sus limitaciones, engloba objetos de distinta naturaleza y serían aún más diversos si se incluyeran los planetas encontrados alrededor de otras estrellas. En efecto, la riqueza del concepto actual de planeta es mucho mayor que lo imaginado en la antigüedad.

¹⁴La masa de Júpiter es $1M_J \simeq 318M_{\oplus}$, $13M_J \simeq 1/80M_{\odot}$.

Referencias

Para ampliar conocimientos sobre la consideración de los planetas en distintas épocas:

T. Heath, *Aristarcus of Samos. The ancient Copernicus*, Clarendon Press, 1913 (reeditado por Dover, 1981).

A. van Helden, *Measuring the Universe. Cosmic dimensions from Aristarcus to Halley*, U. Chicago Press, 1985.

E. Grant, *Planets, stars and orbs. The medieval cosmos, 1200 – 1687*, CUP, 1996.

R. Taton y C. Wilson (eds.), *Planetary astronomy from the Renaissance to the rise of astrophysics* (2 volúmenes), CUP, 1989 y 1995.

J.H. Shirley y R.W. Fairbirdge (eds.), *Encyclopedia of planetary sciences*, Chapman & Hall, 1997

http://en.wikipedia.org/wiki/Definition_of_planet