



PLANETAS Y EXOPLANETAS I

Por Antonio Elipe

Los planetas han sido objeto de estudio desde los albores de la Astronomía. Desde siempre han inquietado esas "estrellas" que alteraban un universo perfecto, fijo, inmutable. Estos objetos errantes entre las estrellas fijas no tardaron en asociarse con las divinidades y, por tanto, regían los destinos de la humanidad. Los planetas conocidos hasta finales del siglo XVIII son los que se pueden ver a simple vista y, por tanto, identificados desde la antigüedad. Mercurio y Venus, los más próximos al Sol, son visibles en los crepúsculos. El resto describe sobre el cielo extraños caminos, unas veces en movimiento directo, otras retrógrado, pero siempre en las proximidades de un círculo sobre el firmamento. Para poder situarlos, los astrónomos hicieron agrupaciones de las estrellas que están próximas a ese círculo basándose en la figura geométrica que presentan (por perspectiva, pues hoy sabemos que no están agrupadas) y les dieron nombres caprichosos, que se han mantenido hasta la fecha, y que no son sino las constelaciones del Zodiaco. De ahí la importancia que tienen estas 12 constelaciones, y que casi todo el mundo conoce aún cuando desconozca que hay más de un centenar de constelaciones y algunas poseyendo las estrellas más brillantes que podemos ver. Para poder predecir el movimiento de los planetas en un universo geocéntrico, donde los movimientos tenían que ser perfectos (circulares), se construyó un sistema de epiciclos que consistía en que los planetas se movían en círculos, y el centro de éstos describían de nuevo círculos alrededor de la Tierra. Con el conveniente número de epiciclos, se alcanzaba una precisión en las efemérides muy elevada.

Planetas y exoplanetas I

Fue Galileo en 1609 quien miró por primera vez los objetos celestes con un invento reciente, el telescopio, quien descubrió, entre otras cosas, parte de los secretos que los planetas tenían. Así, resulta que todos los planetas tenían forma esférica, como la Luna y el Sol. Mercurio y Venus aparecían con fases como la Luna; Marte presentaba ciertas irregularidades en su superfi-

ce; el disco de Júpiter era de mayor tamaño que los anteriores, poseía una enorme mancha roja en su superficie y, sorprendentemente, tenía cuatro satélites y, finalmente, Saturno parecía que tenía dos protuberancias adosadas a él; con más detalle, resultó ser que era un anillo que lo circundaba. Ha sido tanta la importancia del hecho de estas observaciones de Galileo, que este año 2009, a propuesta de la Unión Astronómica Internacional (IAU), ha sido declarado por la ONU como "Año internacional de la Astronomía" con el siguiente lema: "Un Universo para que lo descubras".

Fue Galileo en 1609 quien miró por primera vez los objetos celestes con un invento reciente, el telescopio.

A partir de los descubrimientos de Galileo se empezaron a construir telescopios cada vez más potentes y, en 1781, Sir William Herschel, con un telescopio que él mismo construyó (su profesión era músico en la corte de Inglaterra), descubrió Urano.

En este mismo año de 2009, se cumplen 400 años de otro hito fundamental en la historia de la Astronomía. En efecto, en 1609, Johannes Kepler publicaba su obra "Astronomia Nova", donde daba cuenta del movimiento de Marte, abandonando defini-

tivamente el sistema de epiciclos, e introducía las dos primeras de sus famosas tres Leyes:

- Los planetas se mueven en órbitas elípticas y el Sol ocupa uno de los focos.
- Los planetas se mueven de tal modo que el segmento que une el planeta con el Sol, barre áreas iguales en tiempos iguales.
- Los cubos de los semiejes de las elipses que describen los planetas son proporcionales a los cuadrados de los tiempos que emplean en recorrerlas.

La tercera ley la publicó en 1610, diez años después de su Astronomia Nova.

Con Kepler se supo cómo se movían los astros del sistema solar. Faltaba saber la causa de ese movimiento. La respuesta la proporcionó en 1687 Isaac Newton, quizás el mayor científico de la Historia, en su famosa obra "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" (Principios Matemáticos de la Filosofía Natural), estableciendo

que la fuerza que ejercen dos cuerpos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de sus distancias.

Así pues, quedaba desvelado el misterio del movimiento de los planetas. Pero un planeta no se mueve solamente atraído por el Sol, sino que la masa de los demás planetas también ejercen su atracción gravitatoria. El problema de determinar matemáticamente la órbita de un planeta es muy complicado, pues requiere conocimiento muy preciso de las masas, de las distancias, y el sistema de ecuaciones diferenciales, que describe el movimiento, no tiene solución cerrada, es decir, solamente se puede conocer por aproximación. Pues bien, dos astrónomos, uno francés, Le Verrier y otro inglés, Adams, calculando la órbita de Urano llegaron a la conclusión de que, para que sus efemérides coincidiesen con las observaciones, debería haber un planeta más allá de la órbita de Urano. Le Verrier escribió a Galle, director del observatorio de Berlín, que observase una determinada zona del cielo,



El Sistema Solar es un sistema planetario de la galaxia Vía Láctea que se encuentra en uno de los brazos de ésta, conocido como el Brazo de Orión.

y la noche del mismo día que recibió la carta, el 23 de septiembre de 1846, Galle descubrió el planeta, que fue bautizado con el nombre de Neptuno. Se trata, por lo tanto, de un planeta que fue descubierto matemáticamente antes que observado.

Pero con anterioridad se habían encontrado otros "planetas". En 1801 Piazzi descubre un nuevo objeto entre la órbita de Marte y Júpiter (lo que venía a rellenar el hueco existente en la ley empírica de Titius-Bode) que se llamó Ceres.

Muy pronto, en 1807, se descubre otro más, Vesta, en la misma región y en pocos años se descubrieron casi un centenar de objetos. El

1978 se descubrió que poseía un satélite (Caronte) de casi la mitad del tamaño de Plutón, lo que ponía de manifiesto que Plutón era un planeta de características distintas a los anteriores. Además, se trataba de un sistema binario, dado que el centro de masas del sistema no está dentro de ninguno de los dos cuerpos.

Parecía que había concluido la lista de planetas a pesar de que las búsquedas continuaban. Pero en 1992 Jewitt y Hsu descubrieron un objeto, (15760) 1992 QB1, perteneciente a una región más allá de la órbita de Plutón, donde se había especulado que tendría que haber objetos similares a Plutón, y que se denominó el "cinturón de Kuiper". Este nuevo descubrimiento fue

el primero de una larga serie de KBO (Kuiper Belt Objects), que también se conocen como TNO (Trans-Neptunian Objects). Ahí se han encontrado cuerpos con diámetros entre

500 y 1200 km. En 2005 se descubrió Eris, que tiene un diámetro de 2500 km y un 27% más masa que Plutón.

Con todo esto, la Unión Astronómica Internacional (IAU) en su Asamblea General en 2006 aprobó una resolución sobre la definición de planeta, de tal modo que se distinguen dos categorías:

- Un planeta es un cuerpo celeste que (a) está en órbita alrededor del Sol, (b) tiene una forma determinada (redondeada) por el equilibrio hidrostático resultante del hecho de que su fuerza de gravedad supera

las fuerzas de cohesión de los materiales que lo constituyen, y (c) es un objeto de dimensiones predominantes entre los objetos que se encuentran en órbitas próximas.

- Un planeta enano es un cuerpo celeste que cumple los requisitos (a) y (b) anteriores, más (c) no ha limpiado el entorno de su órbita y (d) no es un satélite.
- Al resto de cuerpos que orbitan alrededor del Sol y no son satélites se les demonima cuerpos pequeños del sistema solar.

Así pues, el sistema solar tiene 8 planetas y Plutón, junto con Ceres, Eris, Haumea y Makemake, son planetas enanos.

La resolución de la IAU se aprobó por mayoría y, con toda seguridad, volverá a ser debatida este próximo agosto en Rio de Janeiro en la Asamblea General. Queda por debatir también qué consideración tienen los nuevos planetas que se han descubierto en otros sistemas estelares, de los que hablaremos en una nueva entrega.

Antonio Elipe
Director del Instituto Universitario de Matemática y Aplicaciones (IUMA)
Universidad de Zaragoza

Así pues, el sistema solar tiene ocho planetas y Plutón, junto con Ceres, Eris, Haumea y Makemake son planetas enanos.

diámetro de Ceres, el mayor de ellos, es de 950 km (el de nuestra Luna es de 3476 km). Estos objetos no están considerados planetas, sino que reciben el nombre de Asteroides o "pequeños planetas".

Como vemos, la "caza" de planetas estaba abierta y es sabido que una "pieza" es más valiosa cuanto más escasa es, por lo que, aún siendopreciado el descubrimiento de asteroides, se seguían buscando nuevos planetas. El nuevo trofeo lo obtuvo Tombaugh en 1930 en el Observatorio Lowell de Arizona, en una búsqueda sistemática de un nuevo planeta trasneptuniano. Al nuevo planeta se le llamó Plutón. Se encuentra a una distancia del Sol de 40 unidades astronómicas (1 ua = distancia Tierra-Sol = 150 M km) y su órbita es bastante excéntrica ($e = 0.248$). En