

ASTEROIDES

Pedro J. Gutiérrez.

Desde mediados del siglo XX, la atención científica sobre los asteroides ha estado en continuo crecimiento. Hoy en día, la comunidad científica es consciente de que el estudio de estos objetos puede ayudar a responder muchas de las cuestiones fundamentales sobre la formación del Sistema Solar. Consecuencia de ello es que se utilizan todas las técnicas observacionales de las que se dispone para obtener información de estos objetos. En particular, los asteroides han sido y son objetivo principal de varias misiones de distintas agencias espaciales, como la NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), la ESA (*European Space Agency*) o la agencia japonesa JAXA (*Japan Aerospace Exploration Agency*). Actualmente, además de por la información que nos pueden proporcionar para avanzar en la comprensión sobre la formación de nuestro Sistema Solar, los asteroides tienen interés estratégico. Por un lado, por su composición, pueden ser utilizados como fuentes de minerales y combustible para la exploración y colonización del espacio exterior. Por otro lado, por su proximidad, algunos de ellos son susceptibles de colisionar con la Tierra. Ello nos obliga a vigilarlos para conocer su riesgo potencial.

El descubrimiento de los asteroides.

En el año 1766 el astrónomo alemán Johann Titius (1729-1796) descubrió que los 6 planetas conocidos entonces (Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter y Saturno) estaban a una distancia del Sol (distancia heliocéntrica) que seguía una secuencia matemática sencilla. Titius mostró que la distancia heliocéntrica en unidades astronómicas¹ (abreviado UA) de esos seis planetas se podía calcular a partir de la expresión

$$\text{Distancia} = 0.4 + n/10.$$

dándole a “n” los valores de 0 para calcular la distancia de Mercurio, 3 para la de Venus, 6 para la de la Tierra, 12 para la de Marte, 48 para la de Júpiter y 96 para la de Saturno. Como se puede ver, a partir de Venus, el número de cada planeta se obtiene del anterior multiplicándolo por 2, excepto entre Marte y Júpiter que presenta un salto de 4. Este salto, que parecía dejar la serie incompleta, sugería la existencia de un planeta “perdido”, no descubierto, entre las órbitas de Marte y Júpiter. La idea de la existencia de un planeta perdido no era nueva, ya se había planteado con anterioridad. Casi dos siglos antes, en 1596, Johannes Kepler (1571-1630), sorprendido por el número y tamaño de las órbitas de los planetas que él calculó, sugirió en su libro *Mysterium Cosmographicum* la posible existencia de un planeta no descubierto que se situaría entre Marte y Júpiter.

La “ley” empírica de Titius se popularizó a partir de 1772 por el astrónomo alemán Johann Bode (1747-1826) siendo inicialmente acogida como una mera curiosidad matemática. Sin embargo, el interés por la “regla” de Titius-Bode cambió cuando el astrónomo inglés William Herschel (1738-1822) descubrió el planeta Urano. Curiosamente, este planeta se encontraba a una distancia aproximadamente igual que la que predecía la relación de Titius-Bode para el número n igual a 192; ¡la secuencia parecía continuarse! Esta extraordinaria circunstancia o casualidad despertó el interés

¹ La “unidad astronómica” es una unidad de medida, igual a la distancia media que separa el Sol y la Tierra, 149597870691 m. Es muy útil para expresar distancias en el Sistema Solar utilizando números pequeños.

científico por la “ley” empírica. Según la secuencia matemática, debería haber un planeta a unas 2.8 UA del Sol (n igual a 24), entre las órbitas de Marte y Júpiter. Así, el astrónomo austro-húngaro Franz von Zach (1754-1832) organizó una sociedad astronómica, en la que participaron algunos de los astrónomos más activos de la época para, dividiendo el cielo en zonas relativamente pequeñas, acometer la búsqueda de ese “planeta perdido”.

El 1 de Enero de 1801, el monje siciliano Giuseppe Piazzi (1746-1826), trabajando en un proyecto de catalogación de estrellas, observó un objeto de apariencia estelar y que, por tanto, clasificó inicialmente como estrella. Sin embargo, observaciones de ese objeto en sucesivas noches, le permitieron advertir que el objeto se movía con respecto a las estrellas del cielo. El día 4 de Enero Piazzi anunció que había descubierto una nueva “estrella” que posiblemente fuese un cometa. Parece ser que Piazzi, como indica su correspondencia con el astrónomo italiano Oriani (1752-1832), sospechó que, dado que el objeto no presentaba nebulosidad, su “estrella” podría tratarse en realidad del “planeta perdido”. Sin embargo no existen evidencias de que compartiera sus sospechas con otros astrónomos. Bode recibió una carta del propio Piazzi anunciando el descubrimiento de la “estrella”, posiblemente cometa simplemente notando que no presentaba nebulosidad. Fue el propio Bode quién tras conocer el descubrimiento de este objeto realizó cálculos de la órbita del “planeta perdido” comprobando que eran compatibles con las observaciones de Piazzi. Aún con este estudio preliminar, Bode anunció que se había descubierto un nuevo planeta, el “planeta perdido” y fue bautizado inicialmente como Juno, aunque poco después se adoptó su equivalente griega llamándolo Hera. Piazzi, por su parte, con el legítimo derecho de bautizar este objeto, le dio el nombre de Ceres Ferninanda, en honor de la patrona de Sicilia y del rey de Sicilia Fernando (Ferdinando) de Borbón. Finalmente se acordó, ante la comunidad astronómica, darle el nombre simplemente de CERES.

El problema que siguió a las observaciones de Ceres por Piazzi es que nadie más lo había observado y poco después del anuncio del descubrimiento se perdió en el cielo vespertino europeo. Astrónomos franceses intentaron determinar la órbita de Ceres a partir de las observaciones de Piazzi para poder observarlo cuando apareciese de nuevo en el cielo nocturno. Sin embargo, los cálculos no eran suficientemente precisos y el objeto no se encontraba de nuevo. Esta circunstancia hizo que se empezara a dudar de la existencia real del nuevo planeta. Fue finalmente el matemático alemán Gauss (1777-1855) quién calculó la órbita de Ceres de manera precisa y así, haciendo uso de sus efemérides, fue observado de nuevo y confirmada su existencia a finales del 1801.

Poco tiempo después de la recuperación de Ceres, el 28 de Marzo de 1802, el astrónomo alemán Wilhelm Olbers (1758-1840), detectó un segundo objeto con características similares a las Ceres. Ese segundo objeto fue bautizado como Pallas. Poco después, William Herschel realizó observaciones sistemáticas de estos dos objetos intentando determinar sus magnitudes, colores, tamaños, atmósferas y satélites. En una memoria para la *Royal Society of London* presentada en Mayo de 1802 afirma que el tamaño de estos cuerpos es muy pequeño estimando 162 millas para Ceres y 72 para Pallas y que sus discos no mostraban la apariencia de un planeta. Ante la ausencia de una coma extensa, como los cometas, Herschel plantea que se está ante una nueva “especie” de objetos celestes sugiriendo, como nombre genérico, que se les llamase asteroides, por su apariencia estelar. Y así ha sido hasta hace poco tiempo. En agosto del 2005, la Unión Astronómica Internacional presentó y aprobó una propuesta sobre la definición de planeta que afectaba a los asteroides y, en general, a los cuerpos menores del Sistema Solar. Según esta resolución, Ceres deja de ser considerado como asteroide para ser

denominado como planeta enano. Esta circunstancia nos modifica el pasado y, en consecuencia, el primer asteroide descubierto sería entonces Pallas.

Retomando la historia, el descubrimiento de dos “planetas” entre las órbitas de Marte y Júpiter no satisfacía la “ley” de Titius-Bode. Esto llevó a Olbers a establecer ya en 1802 una hipótesis sobre el origen de los asteroides descubiertos hasta la fecha. Según Olbers, como los asteroides orbitaban a una distancia del Sol muy parecida, estos cuerpos eran, en realidad, fragmentos de un planeta que, por una causa desconocida, se había fracturado. Entre las causas sugirió la acción de fuerzas internas o la colisión con un cometa. Esta hipótesis no sólo permitía una reconciliación con la “ley” de Titius-Bode, sino que también estaba de acuerdo con la teoría cosmogónica más aceptada en la época, la de Kant-Laplace, según la cual los planetas se formaban directamente a partir del material de la nebulosa solar. Dos años después el astrónomo alemán Karl Harding (1765-1834), observando la región donde intersecaban las órbitas de Ceres y Pallas, encontró un nuevo objeto que fue bautizado, ahora sí, como Juno. Tres años después de este descubrimiento, Olbers, de nuevo, encontró un cuarto objeto observando en esa misma región. El nuevo asteroide se bautizó como Vesta. La localización de estos objetos en la misma región del cielo contribuyó a afianzar la hipótesis de Olbers.

Entre 1807 y 1845 no se descubrió ningún nuevo asteroide. Sin embargo, a partir de esa fecha el descubrimiento de nuevos asteroides creció vertiginosamente. Alrededor de 1850 se encontraban cuatro asteroides por año, siete por año alrededor de 1875 y hasta veinte por año alrededor de 1890, después del desarrollo de la técnica de la fotografía. El descubrimiento de este gran número de asteroides hacía insostenible la hipótesis de Olbers, haciendo necesarias otras teorías. Así por ejemplo, el astrónomo estadounidense Daniel Kirkwood (1814-1895) fue uno de los primeros en sugerir que los asteroides se habían formado a partir de un anillo de la nebulosa solar que no dio origen a un planeta por la fuerza gravitatoria de Júpiter.

Con el comienzo del siglo XX el interés por esos “pequeños planetas” empezó a decaer, y dada su “movilidad” resultaban molestos para otro tipo de observaciones. Así, se convirtieron en un objeto pobre de estudio y llegaron a ser apodados como los “bichitos molestos del cielo” (*the vermin*, en inglés). Es cierto que, desde el punto de vista científico, puede parecer que no tiene mucho interés el tomar fotografías del cielo y descubrir un nuevo “planeta”, y esa era la mayor parte de la actividad científica respecto a los “pequeños planetas” hasta mediados del siglo XX. Ni siquiera se avanzaba o profundizaba en las medidas precisas de sus posiciones, ni se realizaban observaciones sistemáticas que permitieran determinar las órbitas de manera precisa. Así, por ejemplo, en 1931 se llegaron a descubrir 398 nuevos asteroides, de los cuales se perdieron 239.

A mediados del siglo XX se empezaron a realizar grandes esfuerzos por diseñar una teoría de formación del Sistema Solar consistente y a la que contribuyeron numerosos científicos de distintas nacionalidades. En este proceso se estableció la teoría de los “planetesimales” de formación de los planetas. Según esta teoría, los planetas serían el resultado final de un proceso jerárquico de acumulación de materia. Así, primero se formarían los “planetesimales”, cuerpos con un tamaño del orden de los kilómetros que juntándose podrían dar lugar al nacimiento de un planeta. En este contexto, los asteroides serían precisamente “planetesimales”, es decir “bloques” o “ladrillos” a partir de los cuales se formaron los planetas. Es necesario decir que ya en 1804, poco después de que Olbers planteara su hipótesis, el astrónomo alemán Hofrath Huth sugirió un escenario muy parecido al este último. Este científico, tras el descubrimiento de Juno, sugirió que la masa en el espacio entre Marte y Júpiter “coaguló” en muchas esferas pequeñas en el propio momento en el que comenzó la formación planetaria.

Hoy en día sabemos que los asteroides son pequeños cuerpos rocosos que orbitan alrededor del Sol, siendo comúnmente aceptado su carácter de “planetesimales”. Sin embargo, todavía no está clara la razón por la que no llegaron a formar uno o varios planetas y es en ello donde radica parte del interés científico en el estudio de estos cuerpos. Una de las posibles explicaciones es que en la región entre Marte y Júpiter nunca hubo suficiente masa para formar un planeta. La razón estaría en que la nebulosa solar presentaría una estructura de anillos. Otra de las explicaciones, suponiendo que sí hubo masa suficiente, es que parte de ella fue extraída por colisiones y por el efecto de las fuerzas no gravitacionales (como por ejemplo el arrastre del gas). Alternativamente, fue Júpiter, con su gran masa y crecimiento rápido, lo que evitó o quizás interrumpió la formación de un planeta en una región entre su órbita y la de Marte, quedando en su lugar un gran número de cuerpos.

El papel que juegan los asteroides en la comprensión de los procesos de formación del Sistema Solar es por tanto evidente. El estudio de los asteroides nos ofrecería información de una de las etapas intermedias ocurridas entre la nebulosa solar y el Sistema Solar como lo conocemos hoy en día. En concreto, como la mayor parte de los asteroides se encuentran en la región de transición entre Marte y Júpiter, estos cuerpos nos proporcionan información sobre la frontera entre los planetas rocosos y los gigantes gaseosos o, dicho de otra manera, de la zona de transición entre los planetas rocosos y la región helada del sistema solar. La información relevante que nos permitiría avanzar en el conocimiento de nuestro entorno sería, por ejemplo, la composición, las masas, que nos dicen la cantidad total de materia, o los tamaños y períodos, directamente relacionados con el momento angular y su evolución. El modelo definitivo sobre la formación del Sistema Solar debe dar cuenta de la diversidad y heterogeneidad de los datos asteroidales.