

PLUTÓ

T. CADEFU SURROCA;¹ M. A. CATALÀ POCH²

¹ IES PERE BORRELL, PUIGCERDÀ.

² DEPARTAMENT D'ASTRONOMIA I METEOROLOGIA, UNIVERSITAT DE BARCELONA.

Paraules clau: *sistema solar, individual (Plutó), planetes nans*

Plutó

Summary: *Pluto was discovered in 1930 by Clyde Tombaugh and accepted as Solar System's ninth planet. In the International Astronomical Union General Assembly held on 24 August 2006 in Prague, Pluto became a dwarf planet with Ceres, Caront and 2003B313 (Eris). We present a collection of the short history of this, now new, dwarf planet.*

Key words: *Solar System, individual (Pluto), dwarf planet*

Els planetes coneguts no han estat sempre els mateixos, és per aquest motiu que, tot i centrar el nostre estudi en Plutó, no podem deixar de repassar breument un període de temps més ampli per veure com ha evolucionat el coneixement sobre el sistema solar.

El descobriment casual d'Urà a la constel·lació de Gèminis per William Herschel el 13 de març de l'any 1781 va marcar una nova etapa prolongant els límits del nostre sistema solar i va trencar amb la idea d'un sistema solar limitat. Actualment se li coneixen 20 satèl·lits, els dos primers, Titània i Oberó, van ser descoberts pel mateix Herschel el 1787; 64 anys més tard, el 1851, Lassell va descobrir Ariel i Umbriel; Kuiper descobrí Miranda l'any 1948; deu satèl·lits més foren descoberts per la Voyager 2 entre els anys 1985 i 1986, i els cinc restants entre l'any 1997 (2) i el 1999 (3). L'any 1977 James Elliot va descobrir els anells d'Urà.

L'1 de gener de 1801, Piazzi descobrí Ceres a la constel·lació de Taurus; l'any següent, el 28 de març de 1802, Olbers descobrí Pallas a la constel·lació de Virgo, i els següents Juno, Vesta..., astres que venien a omplir el buit que hi havia entre Mart i Júpiter. Tots ells contribuïren, en principi, a augmentar el nombre de planetes.

El descobriment de Neptú l'any 1846 (Comas Solà, 1927: 222-223), en principi, va suposar l'èxit de la teoria i el càlcul en la predicció de nous descobriments. Urbain Jean Joseph Leverrier (també Le Verrier) aconsellat per François Arago va estudiar les desviacions observades en la posició d'Urà respecte de l'òrbita calculada, i el 31 d'agost de 1846 anuncià quina seria la posició d'un hipotètic planeta que les justificaria. Johan Gottfried Galle el 5 d'octubre de 1846, per encàrrec de Leverrier, va buscar i trobar el nou planeta, Neptú, a menys d'1° de la posició anunciada. Per altra part, sembla que John Couch Adams va efectuar el mateix càlcul que Leverrier, amb un procediment una mica diferent i donant al planeta una posició una mica diferent, el seu treball no es va conèixer fins després de saber-se del de Leverrier i d'haver-se confirmat la predicció. Segons Leverington (Leverington, 1996: 87-93) Adams es va posar a calcular l'òrbita de l'hipotètic planeta l'any 1843, i el setembre de 1845 en tenia la posició calculada.

El mèrit del descobriment de Neptú s'ha atribuït per igual a Leverrier i a Adams; ara bé, un article arran d'uns documents sobre el descobriment (Sheehan *et al.*, 2005) perduts, que van reaparèixer el 1998, analitzen el protagonisme d'Adams en tot el procés. Comenten que Adams no va arribar a presentar tots els càlculs, sinó tan sols una nota sobre la predicció, i afirmen que: «...a Adams no se le puede atribuir el mismo mérito que a Le Verrier en el descubrimiento de Neptuno. Ha de recaer en exclusiva en quien predijo la posición del planeta y convenció a los astrónomos de que diesen con él. El autor de esta hazaña fue Le Verrier».

Neptú té vuit satèl·lits, el primer que es va descobrir fou Tritó, l'any 1846 per Lassell; el segon Nereida, descobert tres anys més tard, el 1949, per Kuiper, i els sis restants van ser descoberts l'any 1989 per la Voyager 2. Com a curiositat direm que els arcs dels anells de Neptú van rebre els noms d'Adams, Leverrier, Galle, Lassell i François Arago.

L'any 1851 el nombre de planetes en el sistema solar arriba a ser de vint-i-tres per tornar a ser vuit l'any 1852: Ceres, Pallas... passen a ser petits planetes o asteroides. L'any 1930 s'incorpora Plutó i el nombre de planetes del sistema solar és de nou. L'agost de 2006 (IAUC, 2006b) Plutó deixa de ser planeta per ser classificat com a planeta nan: el nombre de planetes del sistema solar torna a ser de vuit.

Descobriments de Plutó

Percival Lowell va néixer a Boston el 13 de març de 1855, es graduà a Harvard (Leverington, 1996: 96-99). Estava interessat i era partidari de l'existència dels canals de Mart de Schiaparelli, per aquest motiu fundà l'observatori de Flagstaff (Arizona) i es dedicà a estudiar-los i acabà publicant un mapa d'aquests canals. També es dedicà a buscar un planeta més enllà de Neptú, anomenat per ell mateix planeta X. L'any 1905 contractà un ajudant, William Carington, per analitzar els moviments residuals dels altres planetes i predir la posició d'aquest

possible planeta desconegut, a l'hora que inicià una recerca fotogràfica en les zones properes a l'eclíptica. El 1908 encara no havia obtingut cap resultat, i, per altra part, un altre astrònom, William Pickering, s'afegia a la cursa de la recerca. Lowell decidí calcular ell mateix les desigualtats en el moviment d'Urà, no explicades per les pertorbacions causades per Neptú; acabà els càlculs el 1910 ajudat per Elisabeth Williams, i demanà a Carl Lampland que iniciés una nova recerca fotogràfica. Lowell publicà els resultats de les seves anàlisis el 1915, on predeia que el nou planeta tindria una massa 6,6 vegades la de la Terra i es trobaria a la constel·lació de Gèminis, a una distància de 43 UA. L'any següent Lowell moria d'un atac de cor.

La recerca no s'aturà, però fins a l'any 1927 no es va tornar a intensificar. Vesto Melvin Slipher, director successor de Lowell de l'observatori de Flagstaff, va contractar Clyde Tombaugh.

Clyde Tombaugh va néixer el 4 de febrer de 1906 a Streater (Illinois). Granger i astrònom amateur, amb peces velles de maquinària s'havia construït un telescopi per mirar el cel. L'any 1928, Tombaugh demanà l'opinió a Flagstaff sobre uns croquis seus de Mart i Júpiter, Slipher quedà impressionat per la precisió del treball i li va oferir una plaça d'ajudant de l'observatori, la qual acceptà. Comença a treballar el 6 d'abril de 1929. Al principi tenia problemes amb la conducció del telescopi i amb les fotografies, que a causa del fred se li clivellaven, si bé un cop resolt començà fotografiant l'àrea de Gèminis i Càncer, però al setembre encara no havia obtingut cap resultat i va decidir fotografiar una àmplia zona al llarg de l'eclíptica. El gener de 1930 ja havia completat tot el zodíac i tornava a ser a la zona de Gèminis. A mitjan febrer comparava les plaques dels dies 21, 23 i 29 de gener, el mètode era el següent: prenia dues fotografies de la mateixa zona però de dates diferents i les superposava simultàniament alternant-les de manera que si un punt lluminós no es trobava al mateix lloc es detectava, i per tant si es desplaçava indicava que no era una estrella. El 18 de febrer en comparar les dues últimes plaques, les dels dies 23 i 29, va trobar un objecte de magnitud 15 que es movia, va buscar l'objecte a la placa del dia 21... i havia trobat el planeta X.

Els seus superiors li van demanar prudència i insistiren que se n'assegurés abans de fer pública la troballa. Tres setmanes més tard s'informà del descobriment del nou planeta i va fer-se públic el 13 de març de 1930, just en el 75è aniversari del naixement de Lowell i 149è aniversari del descobriment d'Urà per Herschel.

El nou astre rebé el nom de Plutó. El va proposar Venetia Burney, una nena anglesa d'onze anys. El nom fou acceptat perquè era el nom d'un déu de la mitologia i, a més, començava amb les inicials de Percival Lowell, el seu símbol seria **P**.

El següent repte era determinar l'òrbita que seguia Plutó. L'observatori havia facilitat poques dades; tot i així, la primera estimació de l'òrbita va ser publicada per Armain Leuschner, Ernest Bower i Fred Whipple de la Universitat de Califòrnia el 7 d'abril de 1930: li va deduir una distància de 41 UA i una inclinació orbital de 17°, valors molt propers als reals. Però va ser Andrew Crommelin, del Reial Observatori de Bèlgica, qui, basant-se en una fotografia que l'observatori tenia del 27 de gener de 1927 i en la qual es va poder identificar Plutó, va poder calcular amb suficient precisió l'òrbita.

Plutó és molt petit i està lluny, per això és difícil d'observar. Hi ha qui creu que el seu descobriment, igual que el de Neptú, és fruit de l'atzar, i hi ha qui considera que realment era el planeta X que amb tanta cura va predir Lowell. Ara bé, la seva massa és molt més petita de la que ell va calcular i la posició, una mica diferent.

Anàlisis posteriors més acurades de l'òrbita d'Urà i Neptú, amb les dades proporcionades per la sonda Voyager 2, han permès obtenir les òrbites d'aquests planetes amb més exactitud, i han demostrat que no hi havia tals discrepàncies: els errors en el cas d'Urà s'atribueixen a errors sistemàtics dels catàlegs utilitzats, i en el cas de Neptú s'havia sobrevalorat la seva massa, que en realitat era una mica més petita.

Característiques de Plutó

Plutó és molt petit, el seu diàmetre equatorial és de 2.300 km, aproximadament un 18% del de la Terra (Audouze & Israël, 1985: 10-211; IAUC, 1986a). La seva massa és unes 500 vegades més petita que la de la Terra. La seva densitat, $2,1 \text{ g/cm}^3$, està entre la dels planetes terrestres (de $3,9$ a $5,5 \text{ g/cm}^3$) i la dels planetes gegants (de $0,7$ a $1,6 \text{ g/cm}^3$). La gravetat de Plutó és $0,06$ vegades la de la Terra, i $6,3$ vegades menor que la de Mart o Mercuri ($0,38 \text{ g}$). La inclinació de l'òrbita de Plutó respecte de l'eclíptica és d'uns $17,2^\circ$, molt superior a la de qual-sevol planeta del sistema solar. Per altra part, Mercuri té una excentricitat de $0,206$, i com a molt per a la resta de planetes no arriba a $0,1$, mentre que la de Plutó és de $0,25$, la qual cosa provoca que la seva distància al Sol variï entre les 30 UA en el periheli i les 49 UA en l'afeli, i la seva distància mitjana al Sol és d'unes 39,5 UA; això fa que la seva òrbita s'entrecruï amb la de Neptú (distància mitjana 30 UA, afeli 30,3 UA i periheli 29,8 UA). L'òrbita de Plutó va estar entre les d'Urà i Neptú, entre el 7 de febrer de 1979 i l'11 de febrer de 1999. El seu període de rotació és de 6d 9h 17m, i el moviment, d'est a oest. Té un període de revolució de 248 anys. La seva velocitat orbital mitjana és d'uns $4,7 \text{ km/s}$, i en ser la seva òrbita altament excèntrica varia entre uns $3,7 \text{ km/s}$ en l'afeli i uns $6,1 \text{ km/s}$ en el periheli.

Que l'òrbita de Plutó creui la de Neptú fa pensar en la possibilitat que els dos planetes topin, però això és gairebé impossible, ja que l'òrbita de Plutó és molt més inclinada i no hi ha un punt en comú entre les dues òrbites. En el periheli Plutó està per sota de l'òrbita de Neptú aproximadament unes cinc vegades la distància de Mart al Sol, $1,52 \text{ UA}$, i en l'afeli, està per sobre una mica més de la distància entre el Sol i Saturn, $9,5 \text{ UA}$. La distància mínima entre Neptú i Plutó és de $16,7 \text{ UA}$, que és més gran que la distància mínima entre les seves òrbites. Els dos planetes estan en «ressonància estable»: Plutó manté una resonància del tipus 3:2 amb Neptú, és a dir: per cada dues voltes de Plutó al voltant del Sol, Neptú en dóna 3, la qual cosa implica que aproximadament cada 495 anys les posicions relatives entre els dos planetes siguin les mateixes. El moment en què Neptú coincideix amb Plutó és en l'afeli. Aquestes resonàncies entre el moviment dels planetes o entre els seus satèl·lits són les que eviten el risc de col·lisions.

Des de 1976 (IAUC, 1988; IAUC, 1992) se sap que Plutó està envoltat per una fina capa de metà, i observacions posteriors, del 1992, hi han determinat l'existència de nitrogen i

monòxid de carboni, essent el nitrogen el gas dominant (Owen *et al.*, 1993). L'origen d'aquesta atmosfera és la sublimació del gel de la superfície com a conseqüència del progressiu escalfament que pateix en apropar-se al periheli (l'últim pas va ser el 1989). Això fa que s'observin variacions en l'albedo de Plutó. L'altura d'aquesta atmosfera és de desenes de quilòmetres i només existeix durant algunes dècades al voltant de la data de pas pel periheli. El 1983 la zona de l'equador es veia més fosca, per tant seria una mica més calenta que els pols, la qual cosa indica que el metà gelat no cobriria les regions equatorials sinó que aquestes serien més rocoses, és a dir el metà no estaria uniformement repartit.

Satèl·lits

Amb la resolució de 24 d'agost de 2006 de la UAI, Caront deixa de ser satèl·lit de Plutó per tenir la categoria de planeta nan. La seva massa, $1,52 \cdot 10^{21}$ kg, és 1/7 de la de Plutó. Es parla de sistema binari o doble, Plutó-Caront, i el motiu és que el seu baricentre és exterior a Plutó, és a dir, en realitat els dos cossos, Plutó i Caront, es mantenen en òrbita girant plegats al voltant d'aquest punt.

Caront va ser descobert casualment per James W. Christy el 2 de juliol de 1978 (Castilla-Cañamero, 2007: 69-70), sembla que estava observant Plutó quan s'adonà d'una petita protuberància borrosa en la imatge, curiosament se li espatllà l'aparell i demanà un tècnic per reparar-lo. El tècnic demanà a Christy si podia quedar-se mentre revisaven l'aparell i Christy ho aprofità per repassar anteriors imatges del planeta (del 1965 i 1970), i s'adonà que presentaven la mateixa irregularitat. Investigacions posteriors van provar que aquella protuberància borrosa era en realitat, i en aquell moment, un satèl·lit de Plutó. Provisionalment se l'anomenà 1978 P1, posteriorment (IAUC, 1986a) se'l designava satèl·lit de Plutó, Plutó I, i se'l reconeixia amb el nom definitiu de Caront.

Caront es troba a uns 19.500 km de Plutó, la seva excentricitat pot considerar-se zero, cosa que vol dir que la seva òrbita seria circular. El seu període orbital és de 6,378 dies i coincideix amb el seu període de rotació, per tant la posició relativa de Plutó i Caront serà sempre la mateixa i sempre es mostraran mútuament la mateixa cara.

Les últimes estimacions donen a Caront un diàmetre equatorial de ~1.300 km, una densitat de $1,7 \text{ g/cm}^3$, més petita que la de Plutó, o sigui que deu tenir més quantitat de gel i deu ser menys rocós que Plutó (IAUC, 1986b; IAUC, 1987; Buie *et al.*, 2006). Caront és massa petit per poder retenir atmosfera i les possibles molècules que s'evaporen de la superfície es poden escapar cap a l'espai, per això quan observem la superfície de Caront apareix més fosca i apagada.

Nix i Hidra foren descoberts el 15 de maig de 2005 per un equip d'astrònoms que observaven Plutó amb el Hubble Space Telescope. Provisionalment se'ls anomenà S/2005 P2 i S/2005 P1, i posteriorment la circular del 21 de juny de 2006 (IAUC, 2006a) de la Unió Astronòmica Internacional (IAU) designava els satèl·lits com a Plutó II i Plutó III i els reconeixia el nom definitiu de Nix i Hidra, respectivament. Les seves inicials coincideixen amb les de New Horizons, que és la missió espacial no tripulada de la NASA destinada a

l'exploració de Plutó, on està previst que arribi el 2015, i el cinturó de Kuiper. Plutó es convertiria així en el primer objecte del cinturó de Kuiper conegut amb més d'un satèl·lit.

Situats a una distància mitjana de 49.400 km, Nix, i 64.700 km, Hidra, aquests dos satèl·lits són molt més petits que Caront, els seus diàmetres oscil·len entre 60 i 167 km i 45 i 138 km respectivament (Buie *et al.*, 2006). L'excentricitat de l'òrbita d'Hidra, igual que passa amb Caront, es pot considerar zero, mentre que la de Nix és una mica excèntrica, aproximadament 0,005. Els seus períodes són de 24,8 i 38,2 dies. La comparació d'aquests períodes orbitals amb el període orbital de Caront suggereix que el seu moviment orbital mitjà està en ressonància amb Caront, per a Nix 4:1 i per a Hidra 6:1 i, per tant, entre Nix i Hidra, 3:2.

Teories sobre l'origen de Plutó

Hi ha diverses hipòtesis sobre l'origen de Plutó (Taylor, 2000: 110), una d'elles pressuposaria que Plutó es va formar a l'interior del sistema solar, però el mecanisme de trasllat a la posició actual és complexa i la composició del planeta ho fa poc probable. Una segona teoria pressuposaria que es va formar a la part exterior del sistema solar, però en aquest cas Plutó resulta ser massa rocós. Una tercera teoria seria que Plutó és un satèl·lit fugitiu de Neptú, encara que és complicat explicar com va poder desprendre's. M. M. Woolfson (Woolfson, 2002) suposa que Plutó era un satèl·lit natural de Neptú i Tritó inicialment en una òrbita molt excèntrica, i com a resultat d'una col·lisió entre els dos, Tritó va ser capturat per Neptú i Plutó fou llançat a una òrbita heliocèntrica de la qual es va desprendre un petit tros, Caront, que gira en òrbita retrògrada al voltant de Plutó.

Plutó vist per alguns astrònoms

Si bé és cert que Plutó ha estat el novè planeta del sistema solar durant 66 anys i 164 dies, del 13 de març de 1930 al 24 d'agost de 1996, també ho és que des del seu descobriment sempre ha estat en controvèrsia; en aquests anys, per les seves peculiaritats, hi ha qui ha mostrat cautela a l'hora d'afirmar que Plutó era un planeta.

— Camille Flammarion (Flammarion 1963: 329): a l'*Astronomie Populaire*, edició revisada del 1963, p. 329, es transcriuen les paraules de l'edició original del 1879:

El hecho de que Neptuno sea el último planeta que conocemos, no nos da derecho a pensar que más allá no exista otro: creer que todo está descubierto, es un error profundo es como tomar el horizonte por límite del mundo..., las perturbaciones de un planeta se manifiestan de manera sensible. De este planeta incógnito solamente sabemos que, de existir, tiene que ser de magnitud inferior a 12 y tener un movimiento extremadamente lento.

S'hi explica breument el descobriment de Plutó i les característiques d'aquest planeta, es comenta que amb les dades conegudes de Plutó li correspondria una densitat molt elevada (50) i

per altra part es qüestiona que si la seva densitat fos la mateixa que la de la Terra no podria pertorbar el moviment d'Urà i Neptú. Plantejada aquesta contradicció, es considera que només les noves observacions ho podran aclarir. Aquest capítol està revisat per A. Danjon i A. Dollfus.

—Josep Comas Solà: a *El cielo* no s'anomena Plutó, l'edició de l'any 1927 és anterior al seu descobriment, el 1930. A *Astronomía* (3a ed., del 1933) (Comas Solà 1933: 132-133) explica breument el descobriment i comenta els seus elements orbitals. Escriu que amb Plutó s'acaba el sistema solar, però no pot afirmar-se que defineixi el límit, i poden existir altres planetes més allunyats que només futures observacions poden decidir.

—M. Andre Danjon: a l'*Astronomie générale* (2a ed., del 1980) (Danjon, 1980), que és una edició revisada de l'original de 1959, no s'anomena Plutó, tot i haver-hi un capítol dedicat al «*Moviment des planetes*» i un altre a «*Lune, Sol planetes et satellites, rotation, fases*».

—Carl Sagan (Sagan *et al.*, 1966: 173-174): a *Los planetas*, de 1966, explica breument el descobriment de Plutó i en dona el seu període, els valors entre els quals oscil·la la seva distància al Sol, i comenta: «Petit, fred i fosc, Plutó és el planeta menys apte per a la vida».

—Sir Fred Hoyle (Hoyle, 1967: 273): en el seu llibre *Astronomia*, escriu: «Un altre planeta, Plutó, està més enllà de l'òrbita de Neptú. Però com ha dit Lytleton, Plutó pot ser un satèl·lit que s'ha escapat de Neptú, en aquest cas no pot considerar-se de cap manera planeta».

—Enciclopèdia Ulisses (Enciclopèdia Ulisses, 1982: 138-139) tracta Plutó, juntament amb Neptú, com a «planetes inferits». Informa d'algunes característiques seves i comenta: «...la conclusió més interessant que se segueix d'aquestes dades és que Plutó no pot ésser el planeta que hom cercava: la seva descoberta fou accidental, i quasi no hi ha dubte que ni tan sols és planeta,... sembla, versemblantment, una lluna escapada de Neptú...».

—J. Hermann (Hermann, 1983: 103) presenta Plutó com a novè planeta del sistema solar i ens descriu les seves característiques físiques i orbitals conegudes. El volum d'informació és similar a la d'Urà o de Neptú, i notem que l'edició és prèvia a les missions espacials. L'hem inclòs perquè no deixa de ser un prototip.

—L'Enciclopèdia Salvat Ciència y Tècnica (Salvat Ciència y Tècnica, 1986: 2.534-2.535), comenta les característiques i el descobriment de Plutó, tot puntualitzant la incertesa del valor de la seva massa i densitat, i de la semblança amb el seu satèl·lit, que indueix a teoritzar sobre un «planeta doble» o «asteroide doble».

—La Nova Enciclopèdia Temàtica (Nova Enciclopèdia Temàtica, 1990: 73) planteja: «Plutó, planeta o asteroide?»; i referint-se a Plutó i a Caront ens diu: «... cada cop sigui més evident la tendència a considerar-los com a integrants d'un possible cinturó d'asteroides, de gran òrbita, situat al límit del sistema solar. Així doncs, faltaria descobrir el novè planeta...».

—D. Leverington (Leverington, 1996: 96-100): a *A history of Astronomy from 1890 to the present*, escriu un capítol dedicat als planetes terrestres (Mercuri, Venus, la Terra i Mart), un altre dedicat als gegants gasosos (Júpiter, Saturn, Urà i Neptú), i en el capítol dedicat als petits cossos del sistema solar hi figura Plutó juntament amb els asteroides, cometes i meteorits.

—David Mc Nab i James Younger (Nab and Younger, 1999: 231-233): a *Los planetas* (1999), llibre de divulgació, ens parla de Plutó com el novè planeta, del seu descobriment, dels programes espacials previstos i, qualitativament, de les seves característiques més importants.

—Stuart Ross Taylor (Taylor, 2000: 108-110): a *Nuestro Sistema Solar y su lugar en el Cosmos* diferencia dos grups de planetes: Mercuri, Venus, la Terra i Mart; i Júpiter, Saturn, Urà i Neptú; i a Plutó li dóna un tractament a part. Referint-s'hi comenta: «Sovint s'al·ludeix al minúscul Plutó com a novè planeta...». Considera que en un futur ens acostumarem al fet que el sistema solar tingui vuit planetes, i no deu o més. Ens explica les característiques del sistema Plutó-Caront i a l'últim opina sobre les teories existents del seu origen.

Com podem classificar Plutó?

Plutó sempre s'ha considerat un astre/cos un xic original i com més se l'ha conegut més ens ha mostrat les seves peculiaritats que són les següents.

La seva òrbita té una inclinació de 17°2, mentre que en els altres planetes com a màxim és 7° (Mercuri). O sigui que és altament excèntrica i creua la d'un altre planeta, Neptú.

La massa de Caront representa aproximadament una setena part de la de Plutó, mentre que per als planetes del sistema solar la proporció entre satèl·lit i planeta arriba com a màxim a una vuitanta-unena part, que correspon a la Lluna i la Terra; i per altra banda, Caront tindria un període de rotació elevat, de 153 hores. Per grandària, Plutó seria el «planeta» més petit, de fet hi ha satèl·lits amb volums més grans que el seu: la Lluna, de la Terra; Io, Europa, Ganímedes i Calixt, de Júpiter; Tità, de Saturn, i Tritó, de Neptú.

Tradicionalment, Mercuri, Venus, la Terra i Mart són planetes més petits i densos i amb atmosferes relativament petites. En canvi, a Júpiter, Saturn, Urà i Neptú se'ls anomena gegants gasosos (encara que seria més correcte anomenar gegants gasosos a Júpiter i Saturn i gegants gelats a Urà i Neptú): tenen grans masses, són poc densos i les seves atmosferes són relativament grans. Plutó, per contra, tot i ser més proper a aquests últims, és més rocós, petit i dens, més semblant als primers, però massa diferent per poder incloure'l entre ells.

A l'últim, l'origen de l'atmosfera de Plutó és conseqüència de la sublimació del gel de la superfície, la qual cosa indueix a pensar que Plutó és un cometa gegant, però no pot classificar-se com a tal perquè té satèl·lits i no té coma visible. Sabem que es comporta com un asteroide, ara bé, a la distància del Sol a què es troba, l'acreció és un procés lent i no tan efectiu com a l'interior del sistema solar, ja que els cossos tenen menor densitat i menor velocitat. Per aquest motiu es pensa que Plutó està a mig camí entre els planetes i els cossos menors.

Plutó i Ceres

La història de Plutó sembla repetir la de Ceres: si bé tots dos en principi han estat classificats com a planetes, tots dos han canviat la seva condició, són els primers i obren una nova categoria de cossos del sistema solar.

A mitjan segle XIX en el llibre *Élèments d'Astronomie* (Rion, 1851?: 58-59) hi trobem que: «Le système planétaire, qui comprend un orbe de plus de 6,600 millions de lieues (nous ne comprenons pas ici les comètes dont quelques-unes s'éloignent 10 fois plus que Neptune, sans se soustraire à l'influence du Soleil), est composé de 23 planètes: Mercure, Venus, la Terra, Mart, Flora, Vesta, Iris, Hébé, Métis, Astrée, Junon, Cérès, Pallas, Hygie, Parthénope, Clio, Egérie, Irène, Eunomia, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune». S'hi classifica com a planetes inferiors Mercuri i Venus, ja que les seves òrbites es troben entre la Terra i el centre comú, i com a planetes superiors, Mart, Júpiter... i tots els altres planetes, ja que les seves òrbites estan més enllà de l'òrbita terrestre. Quan s'hi explica cada planeta, a continuació de Mart i abans de Júpiter hi situa els planetes telescòpics o planetes que no són visibles a ull nu, en total 15: Flora, Vesta, Iris, Hébé, Métis, Astrée, Junon, Cérès, Pallas, Hygie, Parthénope, Clio, Egérie, Irène, Eunomia, i explica que la descoberta d'aquests omple el buit que hi havia entre les distàncies dels planetes al Sol, ja esmentat per Kepler que considerava que les distàncies estaven en proporcions harmòniques, i entre Mart i Júpiter faltava, deia ell, un acord; per altra part, s'hi apunta la idea d'Olbers que aquests planetes eren fragments d'una massa més considerable trencada per qualsevol causa.

Aquests planetes telescòpics són els que posteriorment va ser necessari reclassificar i es van anomenar planetes menors, i concretament asteroides. L'observació, l'augment del seu nombre (actualment són més de 135.000) i les característiques comunes van portar a diferenciar-los dels planetes (bàsicament es diferenciaven per la seva massa i les seves òrbites). Així, durant el segle XX el nostre sistema solar ha estat format pel Sol i el sistema planetari constituït per planetes amb els seus satèl·lits, asteroides o planetes menors i cometes. A part, els planetes s'han classificat en categories descriptives, no definides per la IAU: segons la seva situació, en inferiors o superiors, segons les seves característiques físiques, en terrestres o gegants de gas, i deixen a part Plutó que per les seves característiques no acaba d'encaixar en cap grup.

Durant el segle XX el terme *planeta* englobava els cossos que giren al voltant d'una estrella, reflecteixen la seva llum i són més grans que un asteroide. Aquesta definició es va anar fent ambigua a mesura que s'ampliaven els horitzons del sistema solar. Des de finals del segle XX, i sobretot a principis del segle XXI, constantment es descobreixen nous cossos que formen part del cinturó de Kuiper: Varuna (o objecte núm. 20.000, 28 nov. 2000), Ixion (o objecte núm. 28.978, 22 maig 2001), Quaoar (o objecte núm. 50.000, 4 juny 2002), Sedna (o objecte núm. 90.377, 14 nov 2003), Eris (o objecte núm. 136.199, 29 jul. 2005).

Plutó és el primer membre descobert dels cossos que formen part del cinturó transneptunià, o cinturó d'Edgeworth-Kuiper de petits objectes més enllà de Neptú i que guarden certa similitud, no tant dinàmicament, amb el cinturó d'asteroides (o cossos rocosos molt menys massius que els planetes, es mouen al voltant del Sol en òrbites independents i conegudes, són objectes que poden apropar-se a 0,1 UA de la Terra o arribar més enllà de l'òrbita de Saturn).

El 1999, Brian Marsden, a la circular de la IAU de data 2 de febrer de 1999 (Marsden, 1999) va proposar incloure Plutó, per les seves dimensions i les seves característiques orbitals, a la llista d'asteroides i objectes transneptunians amb el número 10.000, però no va ser acceptat perquè els astrònoms nord-americans volien conservar l'únic planeta descobert per un compatriota seu. Amb el descobriment el 2003 d'Eris (2003 UB₃₁₃ o Xena), membre del cinturó de Kuiper, més gran que Plutó i amb un satèl·lit reconegut, va revifar la necessitat de tornar a definir o precisar millor el concepte de planeta. Una de les possibilitats era que el nombre de planetes s'anés ampliant amb la incorporació dels nous cossos descoberts. La IAU el 24 d'agost de 2006 (IAUC, 2006b; Anglada-Escudé & Ribas, 2006) acordà majoritàriament desestimar la proposta inicial que es presentava amb la qual Plutó continuava sent planeta i el nombre d'aquests augmentava a 12, i aprovà majoritàriament una nova definició de planeta, la Resolució 5A, en la qual es deia: «Un planeta és un cos celest que: (a) està en òrbita al voltant del Sol, (b) té suficient massa perquè la seva gravetat superi les forces associades a un sòlid rígid de manera que assoleix una forma (gairebé) esfèrica en equilibri hidrostàtic, i (c) que és l'objecte gravitatòriament dominant a l'entorn de la seva òrbita. I un "planeta nan" es diferencia d'un planeta perquè (c) NO és l'objecte gravitatòriament dominant a l'entorn de la seva òrbita, i (d) no és un satèl·lit».

La nova definició (Soter, 2007) implica: primer, tenir o no un satèl·lit no qualifica un cos de planeta, hi ha planetes, com Mercuri i Venus, que no tenen satèl·lits, i hi ha objectes del cinturó de Kuiper, com Eris, o alguns asteroides que sí que en tenen. Segon, un planeta no té perquè tenir completament net d'altres cossos l'entorn de la seva òrbita, però ha de ser capaç de desviar-los o absorbir-los o mantenir-los en òrbites particulars amb ressonàncies estables, que dominen la seva òrbita (Júpiter el cinturó d'asteroides, Neptú el cinturó de Kuiper). I tercer, el valor del quocient entre la massa d'un cos i la massa total dels altres objectes de la seva zona orbital, per als planetes del sistema solar oscil·la entre 1.700.000 per a la Terra i 5.100, que correspon a Mart; si els comparem amb la de Ceres, 0,33, o la de Plutó, 0,07, és evident que els planetes estan en una categoria diferent.

Conclusions

Per acabar, i com a curiositat, direm que Plutó, predit per Lowell l'any 1915 i descobert per Tombaugh l'any 1930, ha estat planeta durant 76 anys i 164 dies; durant 28 anys i 53 dies Caront ha estat el seu satèl·lit; i durant 64 dies hem tingut Plutó com a novè planeta del sistema solar amb tres satèl·lits reconeguts oficialment amb els noms de Caront, Nix i Hidra. És des del 24 d'agost de 2006 un planeta nan, el número 134.340 (Spahr, 2006), i se'l reconeix com a prototipus d'un nou tipus d'objectes dins la categoria d'objectes transneptunians, o els plutins. Amb el reconeixement de Caront com a planeta nan s'obren noves incògnites... és un sistema de planeta nan doble, el cas de Plutó-Caront?

Bibliografia

- ANGLADA-ESCUDE, G.; RIBAS, S. J. (2006), *Definició de planeta*, Universitat de Barcelona, http://www.serviastro.am.ub.es/noticies/definicio_planeta.html.
- AUDOUZE, J.; ISRAËL, G. (1985), *The Cambridge Atlas of Astronomy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BUIE, M. W. et al. (2006), *Orbits and Photometry of Pluto's Satellites: Charon s/2005 P1, and S/2005 P2*, *Astron. J.*, **132**, 290-298.
- COMAS SOLÀ, J. (1927), *El cielo*, Barcelona, Casa editorial Seguí.
- COMAS SOLÀ, J. (1933), *Astronomia*, 3a ed., Barcelona, Labor.
- CASTILLA-CAÑAMERO, G. (2007), *El rumor de los planetas*, Madrid, Equipo Sirius.
- DANJON, A. (1980), *Astronomie Générale Astronomie Sphérique et éléments de mécanique Céleste*, seconde edition, Paris, Librairie Scientifique et Technique Albert Blanchard.
- ENCICLOPÈDIA ULISSES (1982), «L'Univers», vol. 8, Esplugues (Barcelona), Edicions Ulisses S.A.
- FLAMMARION, C. (1963), *Astronomie Populaire*, Barcelona, Montaner i Simon S.A. (edició revisada per Flammarion, G. C. i Danjon, A.)
- HERMANN, J. (1983), *Atlas de Astronomie*, Madrid, Alianza Editorial, S.A.
- HOYLE, F. (1967), *Astronomía*, Barcelona, Destino.
- IAUC (1986a), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 4.157, de 3-1-1986.
- IAUC (1986b), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 4.271, de 17-11-1986.
- IAUC (1987), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 4.303, de 26-1-1987.
- IAUC (1988), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 4.620, de 1-7-1988.
- IAUC (1992), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 5.532, de 30-5-1992.
- IAUC (2006a), *International Astronomical Union Circular*, Núm. 8.723, de 21-6-2006.
- IAUC (2006b), General Assembly, *International Astronomical Union, 2006 General Assembly: Resolutions 5 and 6, 24 August 2006*.
- LEVERINGTON, D. (1996), *A History of Astronomy from 1890 to the present*, New York, Springer-Verlag.
- MARSDEN, B. (1999), *Minor Planet Electronic Circulars, MPEC 1999-CO3*, de 4 de febrer de 1999, Cambridge, USA, Smithsonian Astrophysical Observatory.
- NAB, D. Mc.; YOUNGER, J. (1999), *Los Planetas*, Barcelona, Gedisa S.A.
- NOVA ENCICLOPÈDIA TEMÀTICA (1990), Barcelona, Grupo Editorial Planeta.
- OWEN, T. C. et al. (1993), *Surface Ices and the Atmospheric Composition of Pluto*, *Science*, **261**, 745-748.
- RION, A. (1851?), *Éléments d'Astronomie*, 2e edition, Paris, Imp. Bloudeau.
- SAGAN, C.; NORTON LEONARD, J.; THE EDITORS OF LIFE (1966), *Planetas*, New York, Time, Inc.
- SALVAT CIÈNCIA I TÈCNICA (1986), Vol. 11, Barcelona, Salvat Editores.
- SHEEHAN, W.; KOLLERSTROM, N.; WAFF, C. B. (2005), «El descubrimiento de Neptuno», *Investigación y Ciencia*, febrero 2005, **341**, 38-45.
- SOTER, S. (2007), «Definición de Planeta», *Investigación y Ciencia*, marzo 2007, **366**, 6-13.
- SPAHR, T. B. (2006), *Editorial Notice Minor Planet Center 2006-9-7*, *Minor Planet Electronic Circular* 2006-R19.
- TAYLOR, S. R. (2000), *Nuestro Sistema Solar y su lugar en el Cosmos*, Cambridge, Cambridge University Press, edición española.
- WOOLFSON, M. (2002), «The Neptune-Triton-Pluto system», *MNRAS*, **304**, 195-198.