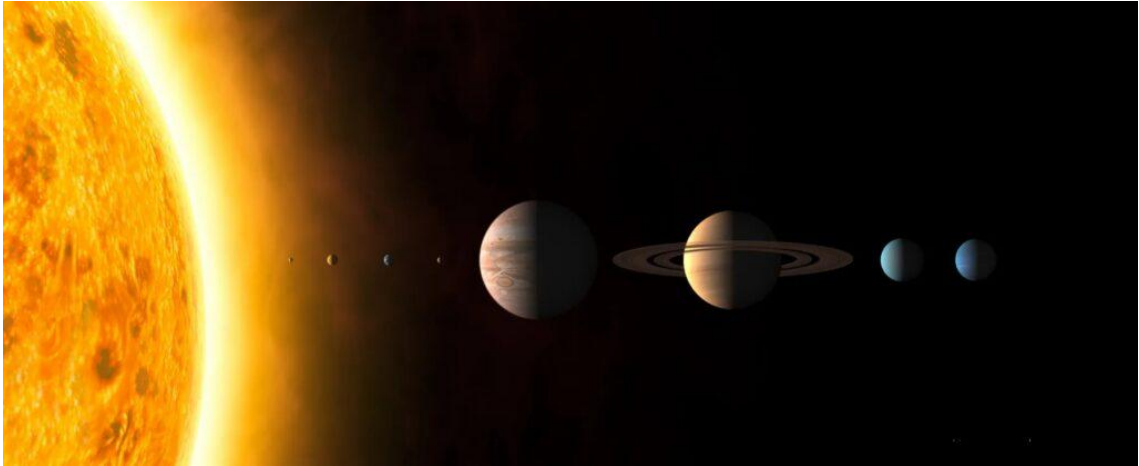




EL SISTEMA SOLAR

Material didàctic per a les escoles

El Sistema Solar és la nostra família dins la immensitat de l'Univers. Està format per una estrella, vuit planetes, cinc planetes nans, més de tres-cents satèl·lits, i una enorme quantitat de cossos menors: asteroides i cometes. La forma general del Sistema Solar és la d'un disc pla amb el Sol al centre i tots els altres astres girant al seu voltant.



Els planetes terrestres

Els planetes terrestres són els quatre primers: Mercuri, Venus, la Terra i Mart. Són petits i sòlids, amb una densitat elevada. Gairebé no tenen satèl·lits al seu voltant (la Terra és l'únic dels quatre que té un satèl·lit gros, perquè Mercuri i Venus no en tenen cap, i Mart en té dos però són dos asteroides capturats). Cap d'ells té anells al seu voltant.

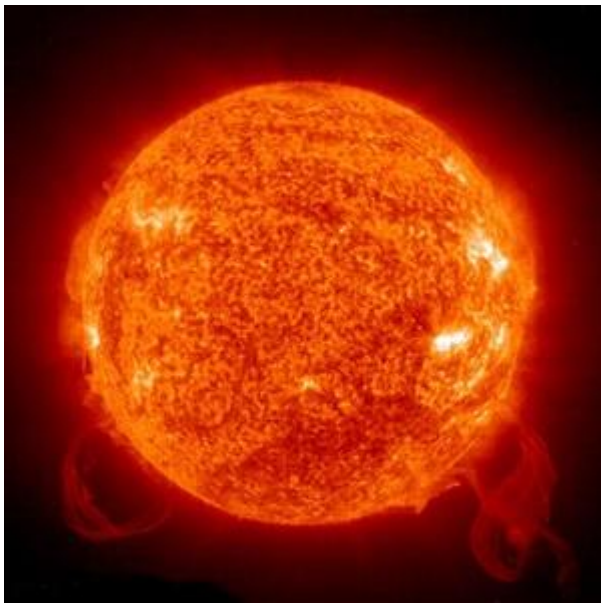
Els planetes gasosos

Els planetes gasosos són els quatre darrers: Júpiter, Saturn, Urà i Neptú. Són bastant més grans que els terrestres i tenen una densitat molt baixa perquè no són sòlids, sinó que són planetes de gas. A més tenen un elevat nombre de satèl·lits. També tots ells tenen anells al seu voltant, dels quals el més impressionant i conegut des de fa molt de temps és l'anell de Saturn.

Els planetes nans

L'agost de 2006 l'assemblea de la Unió Astronòmica Internacional (organisme format per astrònoms d'arreu del món), va prendre la decisió de crear una nova categoria d'objectes en el Sistema Solar, els anomenats planetes nans. Dins d'aquesta nova categoria, actualment coneixem cinc cossos: Plutó, Ceres, Eris, Makemake i Haumea. Per tant, l'any 2006 Plutó va deixar de ser formalment un planeta i va passar a ser un planeta nan.

El Sol



El Sol és la nostra estrella, gràcies a la qual hi ha vida a la Terra. Com totes les estrelles és una gran esfera de gas molt calent. Es tracta d'una estrella "normal", ni molt grossa ni molt petita, ni molt freda ni molt calenta. Es troba a la meitat de la seva vida, ja que té uns 4.600 milions d'anys i en viurà uns 5.000 milions més.

Podem estudiar el Sol dividint-lo en regions que tenen característiques ben diferents. Al seu centre hi ha l'anomenat nucli solar, la regió on es produeix tota l'energia. Aquesta energia travessa tot el Sol i arriba a la seva "superfície" anomenada fotosfera. Pel damunt de la fotosfera hi ha la seva atmosfera,

formada per la cromosfera i la corona solar.

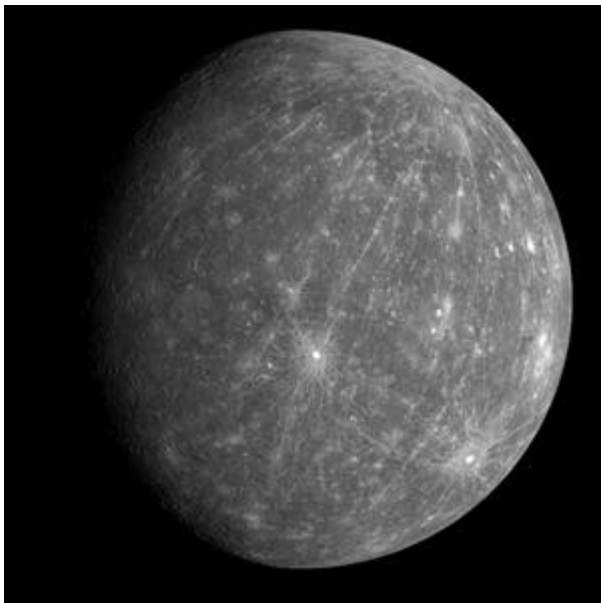
El nucli del Sol es troba a uns 15 milions de graus, i això permet que hi hagi reaccions nuclears de fusió. En aquestes reaccions l'hidrogen es converteix en heli i produeix energia en forma de llum molt energètica: raigs X i raigs gamma. Aquesta energia travessa el Sol, i quan surt ho fa en forma de llum visible, tal com la veiem nosaltres.

La fotosfera solar es pot considerar la superfície del Sol, encara que no és una superfície sòlida com la de la Terra, sinó que és de gas com tot el Sol. Es la part que millor veiem i millor es pot estudiar. En ella la temperatura ja "només" és d'uns 6.000°C i l'energia que desprèn és la llum visible que podem observar des de la Terra. En aquesta capa es poden veure uns quants detalls del Sol que tenen relació amb la seva activitat: les taques solars i la granulació.

Les taques solars són unes zones més fredes de la fotosfera, "només" estan a uns 4500 °C, i per això es veuen més fosques que la resta. Aquestes taques apareixen, creixen i desapareixen en un període d'uns quants dies. Poden arribar a ser més grans que el nostre planeta. Hi ha èpoques en què el Sol està molt actiu i presenta moltes taques, en canvi hi ha èpoques en que gairebé no n'hi ha cap. Es tracta d'un cicle natural d'11 anys.

Per sobre de la fotosfera hi ha una altra capa anomenada cromosfera. En ella es poden veure, amb unes càmeres especials, les anomenades protuberàncies solars. Es tracta de flamarades de gas molt calent que surten del Sol, a vegades són com dolls i a vegades semblen llaços. Apareixen de forma inesperada i duren unes quantes hores. Que n'hi hagi més o menys també depèn de l'activitat del Sol.

Mercuri

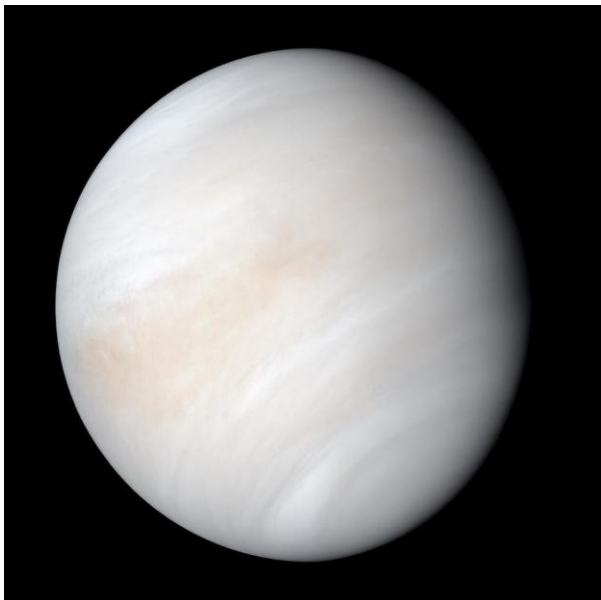


Mercuri és el planeta més proper al Sol i el més petit de tots. És un planeta sòlid i té una densitat molt alta. Dóna una volta al Sol cada 88 dies, i no té cap satèl·lit.

La seva superfície és molt semblant a la de la Lluna, plena de cràters degut a la caiguda de meteorits. Destaca *La Conca de Caloris*, un cràter de 1300 km de diàmetre, l'impacte que el va produir quasi va destruir completament el planeta. De fet, gairebé tots els astres sòlids del Sistema Solar (els planetes terrestres, els satèl·lits, els asteroides...) tenen la superfície plena de cràters degut a la gran quantitat de meteorits que van caure immediatament després de la formació del

sistema planetari. Mercuri té una atmosfera molt tènue, quasi inexistent. Això provoca que l'oscil·lació de temperatures sigui molt alta. Quan toca el Sol a la seva superfície la temperatura pot passar de 400°C, i quan no hi toca el Sol la temperatura pot baixar fins a -180°C. Mercuri és visible a simple vista, sense necessitat de cap aparell òptic, però no és fàcil perquè sempre es troba molt a prop del Sol. Es pot veure alguns vespres de l'any just després que es pongui el Sol, o algunes matinades, poc abans que surti el Sol.

Venus



Venus és el planeta més proper a la Terra i aparentment també el més semblant, encara que en realitat Venus és un planeta molt hostil. Dóna una volta al Sol cada 225 dies, i tampoc no té cap satèl·lit.

L'atmosfera de Venus és tan pesada que la pressió atmosfèrica a la seva superfície és 90 vegades més forta que la pressió a la superfície terrestre (la mateixa pressió que hi ha 1 km sota el mar). La composició de la seva atmosfera és bàsicament de CO₂, i aquest gas ha provocat un efecte hivernacle molt fort. La llum del Sol travessa els núvols, escalfa la superfície, però aquesta calor ja no es pot escapar cap a l'espai. El resultat ha

estat un augment de la temperatura a la seva superfície fins a uns 460°C. A més té núvols d'àcid sulfúric i hi ha pluja d'aquest àcid. Venus fa una volta al Sol cada 225 dies. També gira sobre sí mateix, però ho fa molt lentament: des de la seva superfície els seus dies duren 118 dies terrestres. A més, té la particularitat que gira al revés que els altres planetes.

La Terra



La Terra és el més gran dels planetes terrestres. Dóna una volta al Sol cada 365 dies –un any , i té un satèl·lit: la Lluna. Destaca sobretot perquè és l'únic astre que coneixem de tot l'Univers on hi ha aparegut la Vida.

La Terra és un planeta geològicament viu. El seu nucli encara és calent, es troba a uns 5.000 °C, i hi ha un flux de material calent cap enfora que és el responsable últim de tots els fenòmens geològics. L'escorça de la Terra és una capa molt fina, de pocs quilòmetres de gruix, formada per diferents plaques que es

mouen les unes respecte les altres. El fregament entre elles provoca la formació de les grans serralades muntanyoses, dels volcans i dels terratrèmols. La Terra és l'únic planeta que té aigua líquida en abundància. Un 70% de la seva superfície està coberta d'aquest líquid.

La Terra també té una rica atmosfera que arriba fins a uns 100 km d'alçada. És una barreja de gasos on destaquen el nitrogen (78%) i l'oxigen (21%), la resta és vapor d'aigua i diòxid de carboni bàsicament. La Terra té un satèl·lit, la Lluna, que entre d'altres fenòmens provoca les pujades i baixades de l'aigua del mar, conegudes com a marees.

La Lluna



El primer que destaca quan es mira la Lluna a simple vista són unes zones circulars més fosques que la resta de la superfície: els Mars de la Lluna.

La superfície de la Lluna està absolutament plena de cràters d'impactes meteòrics. El cràter més gran fa quasi 300 km de diàmetre, i n'hi ha de totes les mides. Com que a la Lluna no hi ha gens d'erosió ni d'activitat geològica, no hi ha cap fenomen que pugui esborrar un cràter de la seva superfície. Així, s'han anat acumulant durant milions d'anys. També hi ha cadenes muntanyoses, amb muntanyes altes, alguna de les quals és més

alta que l'Everest, arribant a uns 9000 m d'alçada. La Lluna no té atmosfera i això provoca una oscil·lació molt gran de la temperatura. Quan toca el Sol en una regió de la Lluna, la seva temperatura passa de 100 °C, mentre que quan la mateixa regió es troba a l'ombra, la temperatura baixa fins a -150°C. La Lluna gira al voltant de la Terra, i fa una volta cada 28 dies. Com que la seva posició relativa respecte del Sol va canviant a mesura que es va desplaçant no sempre es veu igual, presenta fases. A vegades es veu tota sencera (lluna plena), a vegades no es veu gens (lluna nova) i a vegades es veu a mitges (lluna en quart creixent o en quart minvant). A més de girar al voltant de la Terra, la Lluna gira sobre sí mateixa

en un moviment propi de rotació. Aquests dos moviments duren el mateix, de tal manera que la Lluna sempre ens ensenya la mateixa cara. La cara que no veiem mai s'anomena la cara oculta de la Lluna.

Mart



Mart és el planeta més semblant a la Terra, encara que més petit. Té muntanyes, deserts, casquets polars, volcans etc. Els seus dies duren quasi com els nostres dies. Té dos satèl·lits: Deimos i Fobos.

Mart destaca pel seu color vermellós en el cel, degut a la presència d'òxids de ferro a la seva superfície. El seu relleu és extraordinari ja que té la muntanya més alta de tot el Sistema Solar, l'*Olimpus Mons*, amb 25.000 m d'alçada i 600 km de base; i també té un canyó: el Vall Marineris, amb uns 5.000 km de llargada. Mart té una tènue atmosfera, unes cent vegades menys densa que la de la Terra,

formada sobretot per CO₂. Tot i ser tan dèbil, de tant en tant hi ha tempestes de sorra que poden cobrir el planeta sencer. Fa milions d'anys hi havia molta aigua a Mart perquè tenia una atmosfera molt més densa que l'actual que creava unes condicions atmosfèriques adients. L'aigua va desaparèixer perquè gran part d'aquesta atmosfera es va evaporar. Es tracta d'un dels grans misteris de Mart. Mart té dos satèl·lits girant al seu voltant. No són dos cossos grans i rodons com la nostra Lluna, sinó que es tracta de dos asteroides capturats pel planeta, petits i amb forma irregular. Fobos fa 27x21x19 km, i Deimos 15x12x11 km. Aquests dos satèl·lits orbiten molt a prop del planeta.

Júpiter



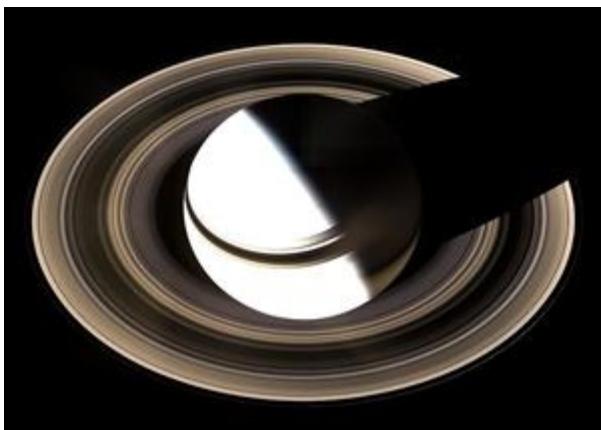
Júpiter és el planeta més gran i el més massiu de tots. Té molts satèl·lits i un petit anell al seu voltant.

Júpiter és el primer dels planetes jovians. Són cossos molt grossos formats per gas, sense una superfície sòlida. La seva composició és molt semblant a la d'una estrella: hidrogen i heli, bàsicament. Potser al seu centre hi ha un nucli rocós de les dimensions dels planetes terrestres, no se sap. A Júpiter es veuen unes franges de núvols clars i foscos alternadament. A més es veu una gran quantitat de taques blanques o vermelloses. Cada taca és un enorme huracà, amb vents a altíssima velocitat. D'entre totes elles destaca La Gran Taca Roja, una gran perturbació atmosfèrica tres vegades més gran que el planeta Terra, i coneguda des de fa quasi 400 anys. Júpiter està tan

lluny del Sol que tarda 11'8 anys en completar una òrbita al voltant seu. En canvi la seva rotació és molt ràpida, gira sobre sí mateix en menys de 10 hores. Això provoca que no tingui

exactament una forma esfèrica, sinó que és una mica aplanat, té forma d'el·lipsoide. La sonda Voyager 2 va passar molt a prop de Júpiter i fent una fotografia a contrallum va poder observar un anell molt fi al voltant seu. Des de la Terra no es veu perquè és massa dèbil. Júpiter té molts satèl·lits. Fins al moment (any 2009) se li coneixen 101 satèl·lits, però últimament se n'estan descobrint de nous i aquest nombre augmentarà en un futur. De tots ells, però, n'hi ha 4 de grossos: Ió, Europa, Ganimedes i Callisto. La resta són molt petits, són asteroides capturats pel planeta.

Saturn



Saturn és el planeta dels anells per excel·lència. És també molt gros i gasós, i té una densitat molt baixa, inclús menor que la de l'aigua. Té un gran sistema d'anells i molts satèl·lits al seu voltant.

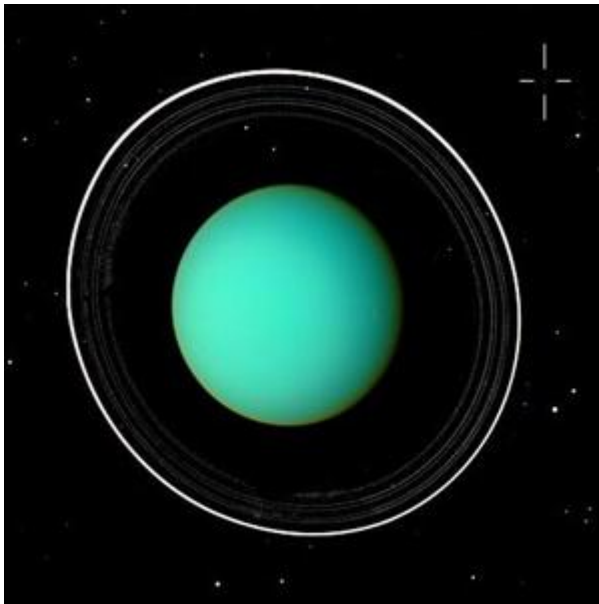
Saturn és també una enorme bola de gas, encara que més petit que Júpiter. A la seva alta atmosfera es poden veure tot de bandes clares i fosques però molt més fines i menys contrastades que les de Júpiter; però en canvi, gairebé mai no presenta tempestes en

forma de taques com les que sí es veuen al planeta gegant.

Degut a la seva enorme distància al Sol, Saturn tarda més de 29 anys a donar una volta a l'estrella. En canvi tarda poc més de 10 hores en girar sobre sí mateix. Igual que Júpiter, per això no és exactament esfèric, sinó que és una mica aplanat.

Saturn destaca sobretot pel seu sistema d'anells. Són tan visibles perquè tenen un diàmetre de centenars de milers de quilòmetres, encara que el seu gruix és menor d'1 km. Quan des de la Terra els anells estan de perfil, deixen de veure's durant unes setmanes degut al seu poc gruix (això passa cada 14 anys). El sistema d'anells està format per centenars de cercles concèntrics de material, separats per altres cercles més buits. Tots ells de densitats i d'espessors diferents. En realitat estan formats per milions i milions de pedres de diferents dimensions, pols i partícules molt petites que giren al voltant de Saturn. De tant en tant entre els anells també s'hi troba algun satèl·lit mig amagat. Saturn té molts satèl·lits. Fins al moment (any 2026) se n'han descobert 292, i encara n'hi ha algun per confirmar. De tots ells, però, només n'hi ha un de gros com la nostra Lluna: Tità; hi ha 6 satèl·lits mitjans: Mimes, Encelade, Tetis, Dione, Rea i Japet; i la resta són molt petits, molts d'ells són asteroides capturats pel planeta.

Urà

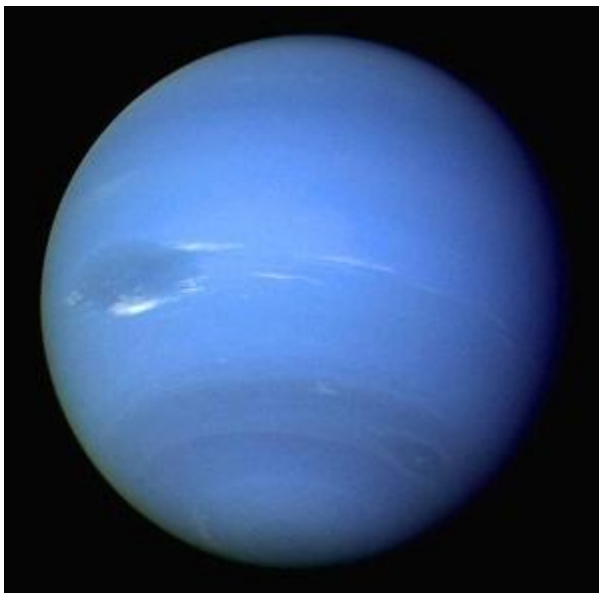


Tot i que Urà és més petit que Júpiter o Saturn, segueix sent immens i molt massiu. Té anells al seu entorn i un sistema complicat de satèl·lits.

Urà és el primer planeta que no es veu a simple vista, cal un instrument òptic per observar-lo. Va ser descobert per l'astrònom William Herschel l'any 1781 per casualitat. Urà es veu com una gran esfera de color blau verdós, amb poquíssims detalls superficials. Aquest color blavós és degut a la presència de gas metà, encara que està format bàsicament per hidrogen i heli. Es troba tan lluny del Sol que la temperatura a la seva alta atmosfera és de -220°C . Urà tarda més de

83 anys a fer una òrbita sencera al voltant del Sol, i poc més de 17 hores a fer una rotació sobre sí mateix. La seva peculiaritat més gran és que el seu eix de rotació està molt inclinat: 98 graus. Això significa que la seva rotació és al revés que la dels demés planetes (excepte Venus), i que aquesta rotació és perpendicular al pla de l'òrbita del planeta. L'any 1977 es va descobrir que Urà tenia un sistema d'anells al seu voltant. Es tracta d'11 anells molt fins i molt difícils de veure. Fins al moment s'han descobert 29 satèl·lits d'Urà, dels quals 5 són força grans: Miranda, Ariel, Umbriel, Titània i Oberon.

Neptú



Igual que els tres planetes anteriors, Neptú és una gran esfera de gas, amb un petit sistema d'anells i bastants satèl·lits al seu voltant. El descobriment de Neptú va representar el major èxit de la mecànica celest del segle XIX. Estudiant les anomalies de l'òrbita d'Urà, l'astrònom LeVerrier va deduir que havia d'haver-hi un altre planeta més enllà. Va calcular-ne l'òrbita i la posició, i l'astrònom Galle va trobar-lo l'any 1846.

Neptú és una enorme esfera d'un color blau molt intens, degut al gas metà que conté. També presenta núvols blancs i taques més fosques, que són enormes anticiclons. Es

troba tan lluny del Sol que tarda més de 163 anys a completar una òrbita sencera al voltant de l'estrella. Igual que els altres planetes gasosos, el seu moviment de rotació és molt ràpid, ja que gira en poc més de 16 hores. Neptú té quatre anells molt fins, totalment invisibles des de la Terra, i té 16 satèl·lits coneguts. Tretze d'ells són petits (entre 58 i 420 km de diàmetre) però un, Tritó, és molt gran, amb 2706 km de diàmetre. La seva superfície és molt freda (-235°C) i se li han vist geisers de nitrogen líquid que arriben a uns quants quilòmetres d'alçada.

Els planetes nans



L'any 2006 la Unió Astronòmica Internacional (l'entitat que agrupa a la major part dels astrònoms del món) va decidir crear una nova categoria d'astres: els planetes nans. Les seves característiques són les següents:

- a) Estan en òrbita al voltant del Sol.
- b) La seva massa és prou gran perquè tinguin forma esfèrica.
- c) No han buidat les rodalies de la seva òrbita.
- d) No són satèl·lits.

Dins d'aquesta nova categoria d'astres hi ha cinc cossos fins al moment: Ceres, Plutó, Eris, Makemake i Haumea. Ceres pertany al Cinturó Principal d'Asteroides que es troba entre els planetes Mart i Júpiter. Es tracta

d'un conjunt de milions de cossos de totes mides, que no van arribar a formar cap planeta. De tots ells, Ceres és el major, amb un diàmetre d'uns 900 km, i forma esfèrica. Per això se'l considera planeta nan. Els altres planetes nans pertanyen a un altre cinturó d'asteroides: el cinturó de Kuiper. Aquest es troba més enllà de Neptú, a la zona on abans només es coneixia Plutó.

Asteroides i cometes



Els asteroides són uns cossos més petits que els planetes. La majoria fan pocs quilòmetres o inclús metres. No tenen forma esfèrica, sinó que són irregulars, i estan recoberts de cràters. Alguns també tenen altres asteroides com a satèl·lits.

L'asteroide Ida amb el seu satèl·lit Dactyl Es coneixen dues grans zones d'asteroides, dos grans cinturons: el Cinturó principal d'asteroides, que es troba entre els planetes Mart i Júpiter; i el Cinturó de Kuiper, que es troba més enllà de Neptú. Tal com ja s'ha dit, els cossos majors d'aquests dos cinturons d'asteroides i que ja tenen forma esfèrica entren dins d'una nova categoria d'astres,

són els planetes nans. Es calcula que El Cinturó Principal d'asteroides conté milions de cossos, dels quals uns 230 tenen més de 100 km de diàmetre, la resta són més petits. Actualment se n'han descobert més de 300.000.

El Cinturó de Kuiper és una enorme franja plena d'asteroides que va des de l'òrbita de Neptú, a unes 30 UA fins a unes 55 UA del Sol. Es calcula que conté milions de cossos, dels quals ja se'n coneixen milers.



Els cometes són cossos molt petits, d'uns 10 km de diàmetre. Estan formats per una barreja de gels (d'aigua, metà i diòxid de carboni, bàsicament), pols i minerals de carboni.

Es creu que es troben en una hipotètica regió anomenada el núvol d'Oort. Es tractaria de la regió més externa del Sistema Solar, molt més enllà del Cinturó de Kuiper, i arribaria fins a uns 100.000 UA. Estaria format per milions

i milions de cometes. De tant en tant, un cometa s'apropa al Sol. Llavors, els seus gasos s'evaporen per la calor que emet l'estrella i el cometa presenta una enorme cua, de milions de quilòmetres, que és el que podem veure. Els cometes són cossos molt petits, d'uns 10 km de diàmetre. Estan formats per una barreja de gels (d'aigua, metà i diòxid de carboni, bàsicament), pols i minerals de carboni.