

## CANVIS EN EL CONCEPTE DE SISTEMA SOLAR

**T. CADEFÀU SURROCA<sup>1</sup>; M. A. CATALÀ POCH<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>IES PERE BORRELL, PUIGCERDÀ.

*tcadefau@xtec.cat*

<sup>2</sup>DEPARTAMENT D'ASTRONOMIA I METEOROLOGIA,  
UNIVERSITAT DE BARCELONA.

*catala.poch@gmail.com*

Paraules clau: *sistema solar*

---

Changes in the solar system's Concept

*Summary: Our knowledge of the solar system is constantly expanding. Ideas that initially are accurate become uncertain and/or obsolete because they evolve and they need to be revised. The planets of the solar system haven't always been the neither the same nor the same number. The concept of planet has also changed. This fact becomes a tool to work in the classroom. Our proposal is based on two texts: The first one, which we date approximately in 1850, presents the Planetary System made up by 23 planets; the second includes resolutions 5 and 6 in which the IAU General Assembly in Prague passed a new definition of planet, on August 24 of 2006.*

Key words: *solar system*

---

Si repassem la història del nostre sistema solar (Cadefau-Surroca & Català-Poch, 2007), veiem que els seus canvis sempre han estat paral·lels a l'evolució dels coneixements i/o descobriments. Per exemple, el concepte de planeta: els grecs l'identificaven amb «errant» i per a ells hi havia set astres errants en el cel: el Sol, la Lluna, Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn. Aquest concepte va canviar completament l'any 1478, amb Copèrnic: el Sol, la nostra estrella, passa a ser el centre, i la

Lluna el nostre satèl·lit; els planetes o astres que giraven entorn el Sol són sis: Mercuri, Venus, la Terra, Mart, Júpiter i Saturn. Quan semblava que el nostre sistema solar estava sòlidament estructurat i limitat, Herschel descobria casualment Urà, era el 1781, fet que va impactar, el sistema solar no estava limitat..., es descobrí Ceres el 1801, l'any següent Pallas...; els càlculs de Leverrier i Adams van portar a predir un nou planeta, Neptú, que es descobrí el 1846... i el 1851 el sistema solar arriba a tenir 23 planetes. El telescopi havia ampliat els nostres horitzons i la incorporació d'aquests petits astres de característiques semblants que s'inclouen amb els planetes era imparable. El 1852 aquest nou col·lectiu passa a ser el dels petits planetes o asteroides. El 1915 Lowell prediu un nou planeta, Plutó, que és descobert per Tombaugh el 1930, i el sistema solar compta amb 9 planetes. S'entreveu que Plutó com a planeta és singular, la descoberta posterior de nous objectes transneptunians de característiques semblants a ell fa que sorgeixi un dubte, realment Plutó s'ha de considerar planeta?... el descobriment d'Eris el 2003 revifa la necessitat de precisar millor el concepte de planeta i així, en l'Assemblea General de la IAU, el 24 d'agost de 2006, es redefineix aquest concepte i Ceres, Plutó, Caront i Eris passen a ser planetes nans amb la qual cosa el sistema solar torna a tenir només vuit planetes.

Aquesta interessant, curiosa i condensada història ens sembla prou eloqüent per engrescar l'alumne i que així prengui consciència de com canvien o evolucionen els coneixements i, implícitament, els conceptes. Per aconseguir el nostre propòsit disposem de dos documents que prendrem com a base. El primer correspon a un llibre de text d'astronomia que datem del 1851, on s'hi troba definit el Sistema Planetari i hi ha anomenats els planetes del moment (Rion, 1851: 58-59); i el segon document és un article sobre la definició de planeta de G. Anglada-Escudé i S. J. Ribas de la Universitat de Barcelona (Anglada-Escudé & Ribas, 2006) que ens expliquen com va anar l'Assemblea General de la IAU de 24 d'agost de 2006, on es va aprovar una nova definició de planeta. Una anàlisi de la nova definició de planeta podem trobar-la en l'article de S. Soter (Soter, 2007).

En aquest treball dirigit als alumnes d'ESO presentem un conjunt de pautes les quals caldrà que el professor seleccioni en funció del grup d'alumnes als quals vagi destinat i del temps de què es disposi. Bàsicament s'intentarà distribuir el treball en dues parts, la primera consistirà en la recerca d'informació més o menys dirigida amb qüestions sobre el tema, a fi d'agilitzar el treball i evitar l'excés d'informació que hi ha i que ens pot distorsionar els objectius. La segona part estaria destinada a aconseguir que l'alumnat assimili i s'adoni realment del que representa aquesta informació. Així les activitats que proposem són les següents:

### **1. Lectura dels documents i opinió**

És interessant recollir les primeres opinions de l'alumnat sobre els dos documents com també és important fer-ne una anàlisi acurada, destacar els termes que s'hi utilitzen i les implicacions de les definicions. En destacarem:

a) Definició de planeta en els dos documents: contrarestar-la i comparar-la amb alguna de les que es poden trobar en les enciclopèdies anteriors al 2006 o amb la definició estudiada a primària. Hi ha alguna diferència entre la definició de planeta en el text de 1851 i l'actual?... i amb la definició que es va estudiar a primària?

b) Com és que apareixen en el text de 1851 aquests planetes: Vesta, Juno, Ceres i Pallas..., i no hi figura Plutó? Quina explicació té?

## 2. Recerca d'informació

S'haurien d'establir les següents línies de recerca entre els diferents grups-classe:

a) Introducció: grecs, Copèrnic...: Pels grecs, què significava el terme «planeta»? Quants planetes coneixien? Quin era el seu nom?... Com es pensava que era el sistema solar abans i després de Copèrnic?

b) Ceres, evidentment, no podia ser planeta. Però al segle XIX, era tan evident?: El 24 d'agost de 2006, la IAU va catalogar Ceres com a planeta nan. Descobriment de Ceres, característiques orbitals i físiques. Què són els planetes menors o asteroides? Situació: on es troben?, quants se'n coneixen? Grandària: Com són les seves òrbites? Com s'agrupen?

c) El descobriment d'Urà i Neptú va suposar un canvi de mentalitat: Urà amplia els límits del sistema solar, i Neptú l'èxit del càlcul en la predicció: Descobriment d'Urà i Neptú (Leverington, 1996: 87-93). Què va suposar el descobriment d'Urà? Qui era Herschel? Què va suposar el descobriment de Neptú? Qui era François Arago? D'on era? Què va aconsellar? Com s'anomenen els anells de Neptú? Per què creus que tenen aquests noms?

d) Plutó és l'astre que ha provocat aquest actual enrenou en la concepció del sistema solar: Plutó. Resumeix breument el seu descobriment. Què et suggereixen els noms de Lowell, Tombaugh, Pickering, Venetia Burney i Crommelin? Característiques orbitals i físiques de Plutó. Té el seu descobriment algun paral·lelisme amb el de Neptú? ...

Realització de pòsters, on cada grup sintetitzarà la informació trobada i posteriorment ho explicarà a la resta de la classe.

## 3. Singularitats de Plutó respecte de Mercuri, Venus, la Terra, Mart, Júpiter, Saturn, Urà i Neptú

a) Situació: Es pot fer un esquema que mantingui les proporcions de les distàncies en el sistema solar on hi encabirem els planetes i els planetes nans: Per fer-ho ens cal una tira de cartolina aproximadament d'uns 2 o 3 m de llargària, on hi dibuixarem una línia central. Senyalarem sobre ella, en un extrem, un origen on hi situarem el Sol, a partir d'aquest anirem marcant la situació dels planetes i planetes nans segons la seva distància mitjana al Sol en UA (l'escala pot ser 2 o 3 cm per cada 1 UA). D'aquesta manera s'evidencia la grandària del

sistema solar. Val la pena mostrar entre quins valors varia la distància de Plutó i d'Eris al Sol, (Figura 1).

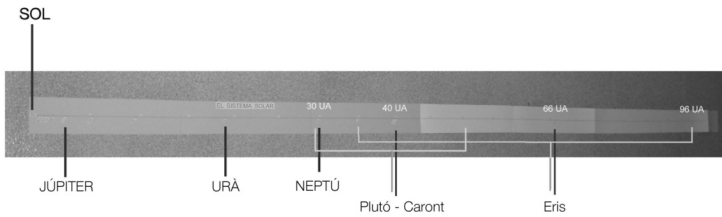


Figura 1. Representació del sistema solar.

b) Grandària: Comparar Plutó i Caront amb la Terra i la Lluna. Buscar els satèl·lits dels planetes més grans que Plutó i comparar-ne la grandària fent una representació gràfica. Sistema binari Plutó-Caront?: Creiem que és important dibuixar la grandària dels astres sobre paper mil·limetrat (escala: 1 mm per cada 1 km), ja que així s'eviten els efectes òptics de fer-ho amb cartolines de diferents colors i permet agilitzar la representació. És evident que la Lluna és molt més petita que la Terra però Caront només és set vegades més petit que Plutó (Figura 2).

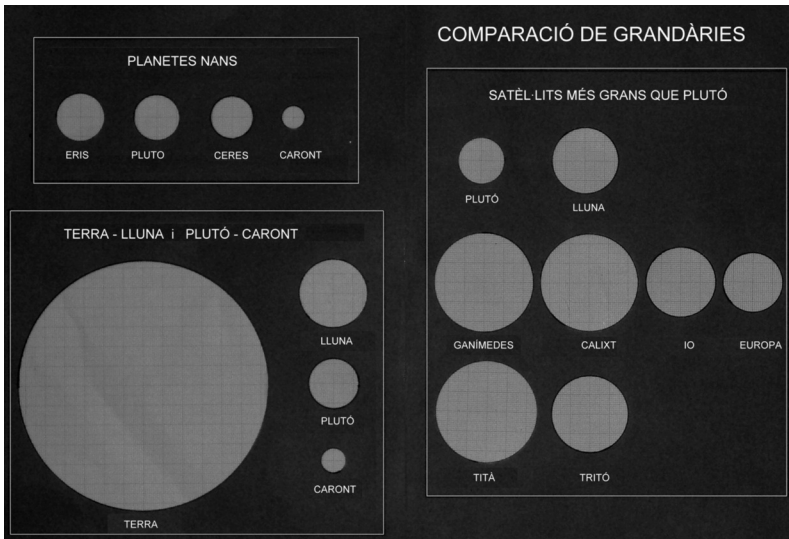


Figura 2. Comparació de grandàries.

c) **Inclinació de l'òrbita i excentricitat:** Proposem fer una maqueta (Figura 3) de les òrbites de Júpiter, Saturn, Urà, Neptú i Plutó, respectant l'excentricitat de l'òrbita de Plutó, que ens proporcionarà una el·lipse perfectament definida (pot dibuixar-se pel mètode del jardiner), i la seva inclinació, que permetrà veure la impossibilitat que Plutó topi amb Neptú. Veurem que l'òrbita de Plutó s'entrecreu amb la de Neptú, tot i així no pot topiar amb ell, Neptú manté allunyat a Plutó. S'evidencia la importància de la inclinació de l'òrbita a l'hora d'estar separats.

**Construcció:** Cal disposar de dues cartolines preferiblement de colors ben diferents. En la primera, ja que les inclinacions de Júpiter, Saturn, Urà i Neptú són molt petites, hi dibuixarem les 4 òrbites dels quatre planetes, les quals representarem per cercles perquè les seves excentricitats són molt petites o quasi zero (si prenem la distància de cada planeta al Sol en UA, una possible escala podria ser 0,5 cm per cada 1 UA). Retallarem el cercle de l'òrbita de Neptú i hi farem un tall radial.

A la segona cartolina dibuixarem l'òrbita de Plutó, la seva excentricitat, 0,25, és ja important, i cal representar-la per una el·lipse, així col·locarem la cartolina de forma apaisada, hi dibuixarem una línia horitzontal, que serà la línia que determinarà la direcció de l'eix gran, hi marcarem els dos focus de l'el·lipse,  $F$  i  $F'$ , distància de separació 10 cm (representaria 20 UA), clavarem dos petits claus o xinxetes en els focus i amb l'ajut d'un cordill tancat al seu voltant, de llargària 39,5 cm (és a dir, que representaria el doble del semieix gran de l'òrbita de Plutó,  $2 \times 39,5$  UA), i un llapis ens permetrà dibuixar l'el·lipse (figura 3). Senyalarem una línia perpendicular a l'eix horitzontal i que passi per un dels focus. Retallarem

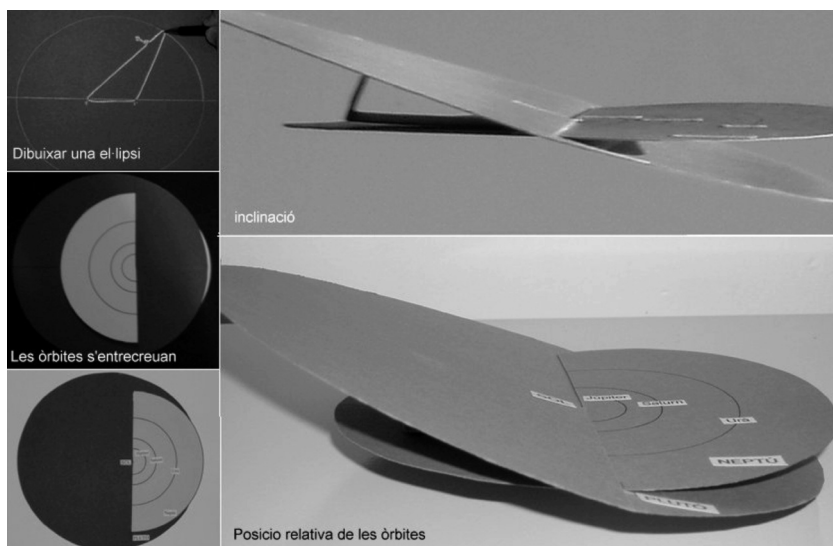


Figura 3. Construcció de la maqueta de l'òrbita de Plutó.

l'el·lipse i tallarem la meitat de la línia perpendicular fins a arribar al focus on suposarem situat el Sol.

Després cal acoblar les dues cartolines, cercles i el·lipse, de manera que en el periheli quedi l'òrbita de Plutó per sota de la de Neptú. Per mantenir la inclinació entre les òrbites farem una falca doblant una tira de cartolina, la distància entre els plecs 7,6 cm, 8,0 cm i 2,3 cm, i deixarem una petita pestanya en un dels extrems. Muntarem la falca enganxant els extrems i l'acoblaurem entre les dues cartolines, d'aquesta manera tindrem ja feta la maqueta.

Una altra opció és intentar trobar un símil amb les proporcions, per exemple: a Puigcerdà, si Plutó el representem amb una lletina de 1,4 mm de grandària situada dalt del campanar de l'església de Sta. Maria, el Sol seria una esfera de 0,98 m de diàmetre situat davant del Casino Ceretà. També, en cursos més avançats, es podria realitzar una simulació del moviment amb l'Interactive Physics.

d) Característiques físiques i orbitals de Plutó en comparació amb els planetes, bàsicament la densitat, massa, composició...: Per exemple: La densitat de Plutó,  $2,1 \text{ g/cm}^3$ , està entre la dels planetes terrestres (de  $3,9$  a  $5,5 \text{ g/cm}^3$ ) i els planetes gegants (de  $0,7$  a  $1,6 \text{ g/cm}^3$ ). L'origen de l'atmosfera de Plutó és conseqüència de la sublimació del gel de la superfície... Es pot construir una taula amb els valors i/o característiques dels vuit planetes, i així es fan evidents els dos grups: terrestres i gegants gasosos; Plutó no encaixa en cap.

e) Paral·lelisme entre la història de Plutó i Ceres, en què es diferencien i en què s'assemblen: Tots dos han estat planetes amb característiques que els han fet singulars. Amb el descobriment de nous objectes semblants a ells han provocat una revisió del concepte de planeta.

#### 4. Descobriment de nous objectes transneptunians

Quins objectes s'han descobert últimament de característiques semblants a Plutó? Això fa preveure que s'ampliarà el nombre de planetes nans? Anomenarem alguns altres objectes transneptunians que s'hagin descobert. És interessant comparar Plutó amb Eris.

#### 5. Conclusions i opinió personal

Després de l'anàlisi feta, l'alumnat hauria de donar la seva opinió personal explicant molt breument l'evolució del concepte de planeta. Pot utilitzar-se una *Cacera del Tresor* com a resum per destacar els principals trets del treball i per valorar el nivell aconseguit per l'alumnat.

Plutó hauria de continuar sent planeta o no? Què podria comportar si ho fos?

## Bibliografia

ANGLADA-ESCUDE, G.; RIBAS, S.J. (2006), *Definició de planeta*, Universitat de Barcelona, [http://www.serviastro.am.ub.es/noticies/definicio\\_planeta.html](http://www.serviastro.am.ub.es/noticies/definicio_planeta.html).

CADEFAU-SURROCA, T.; CATALÀ-POCH, M. A. (2007), «Plutó». A: *Actes de la II Jornada d'Història de l'Astronomia i de la Meteorologia*, Vic, Agrupació Astronòmica d'Osona i Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica.

LEVERINGTON, D. (1996), *A History of Astronomy from 1890 to the present*, London, Springer-Verlag.

RION, A. (1851), *Éléments d'Astronomie* 2e edition, Paris, Imp Blondeau.

SOTER, S. (2007), «Definición de Planeta», *Investigación y ciencia*, **366**, 6-13.