

Le comete nella scienza e nell'arte

I Origine e distribuzione delle comete

V. Francesco Polcaro

Istituto Nazionale di Astrofisica

e

**Astronomy and Cultural Heritage Centre (ACHe),
Università di Ferrara**

Le comete,

per il loro aspetto spettacolare variabile nel tempo, hanno sempre affascinato l'uomo e sono note fin dall'antichità.

- Esse fanno la loro apparizione in cielo sotto forma di astri luminosi, dalla forma via via più allungata nel corso dei mesi, per poi rimpicciolirsi di nuovo e scomparire nel giro di pochi mesi.
- Il termine *cometa* viene dal greco κομήτης (kométes), cioè chiomato, dotato di chioma, a sua volta derivato da κόμη (kòme), cioè chioma, capelli, in quanto gli antichi paragonavano la coda di questi corpi celesti ad una lunga capigliatura.

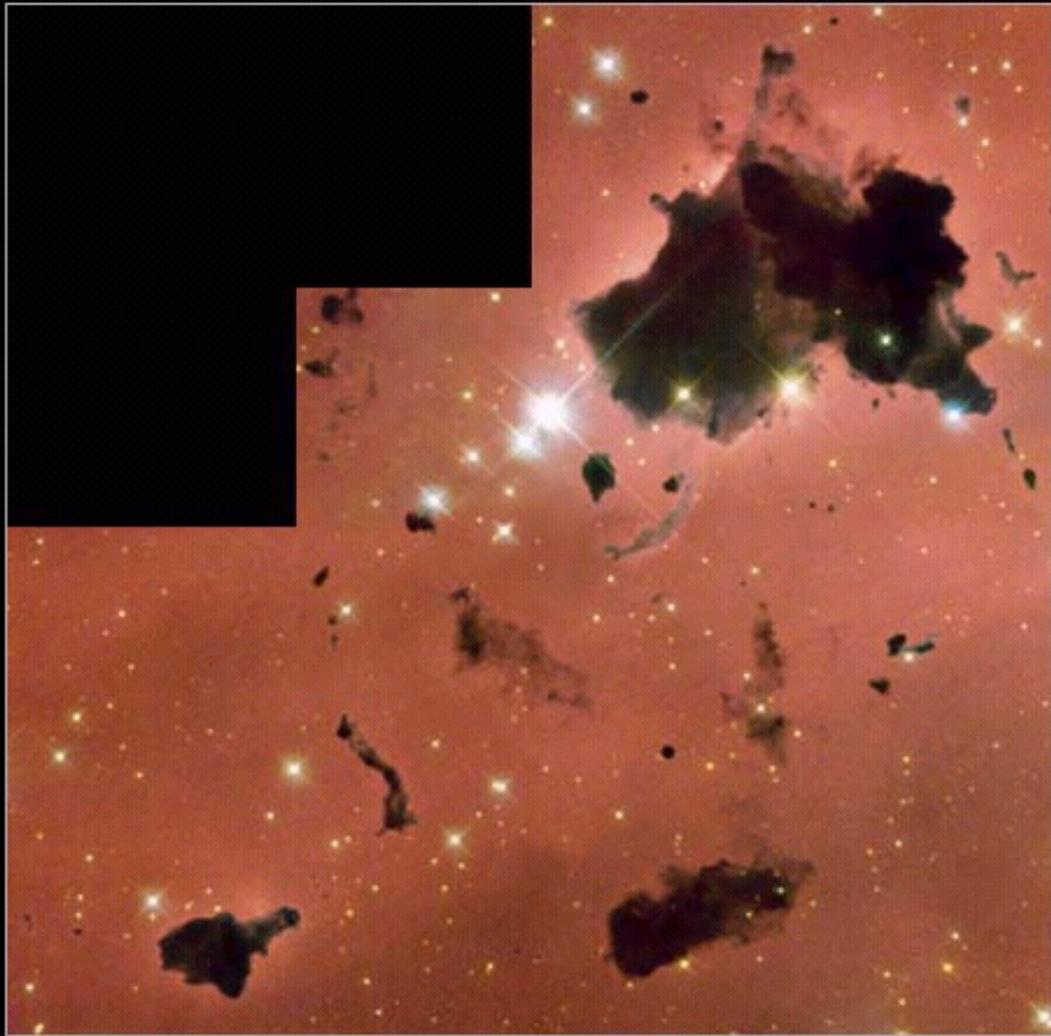


La nascita delle comete

Le comete sono il residuo della formazione della stella intorno alla quale orbitano. Le stelle si formano infatti per collasso gravitazionale di una nube interstellare di gas (prevalentemente idrogeno, con tracce di altri gas) e polvere.

Trifid Nebula





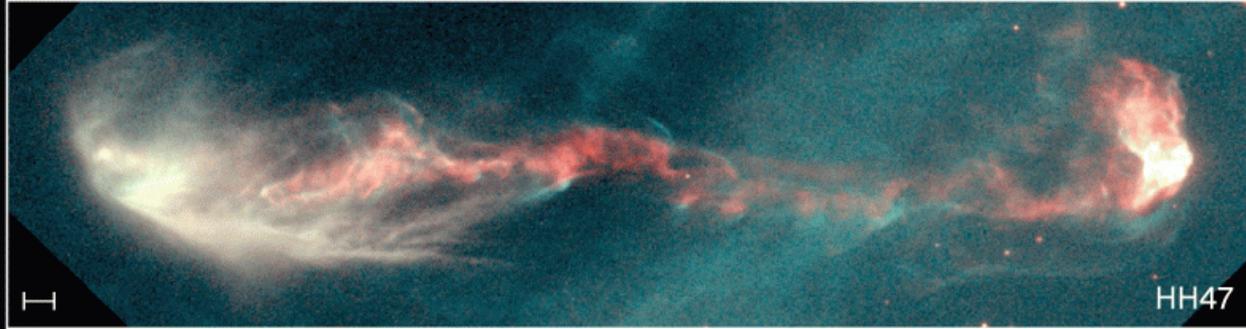
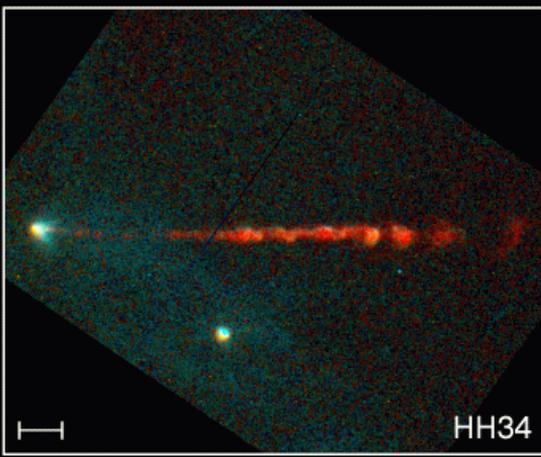
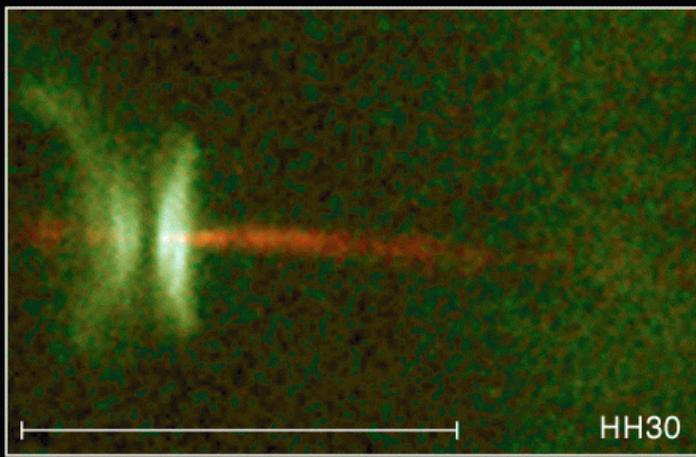
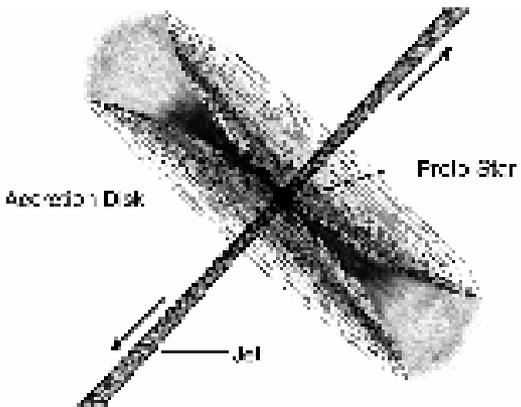
Hubble
Heritage

Queste nubi si trovano normalmente in equilibrio, nel senso che la forza di gravità che tenderebbe a farle collassare su se stesse è controbilanciata dalla pressione creata dal moto delle particelle al suo interno.

A volte però questa pressione non è sufficiente, in certi punti la densità aumenta e la nube si contrae spontaneamente e lentamente sotto l'azione della propria gravità, separandosi in nubi più piccole.

Queste nubi sono molto dense e freddissime e sono quindi opache: appaiono perciò come globuli oscuri sullo sfondo delle stelle già formate e delle nebulose che queste illuminano.

- Quando la nube si contrae il suo nucleo si riscalda. In questa fase, che prende il nome di protostella, la nube emette energia a spese della sua energia gravitazionale, che viene convertita in radiazione.
- Generalmente si forma un disco di gas attorno alla protostella, gas che piano piano cade su di essa, mentre il materiale in eccesso viene emesso come getti gassosi dalle regioni polari, lungo l'asse di simmetria del disco.

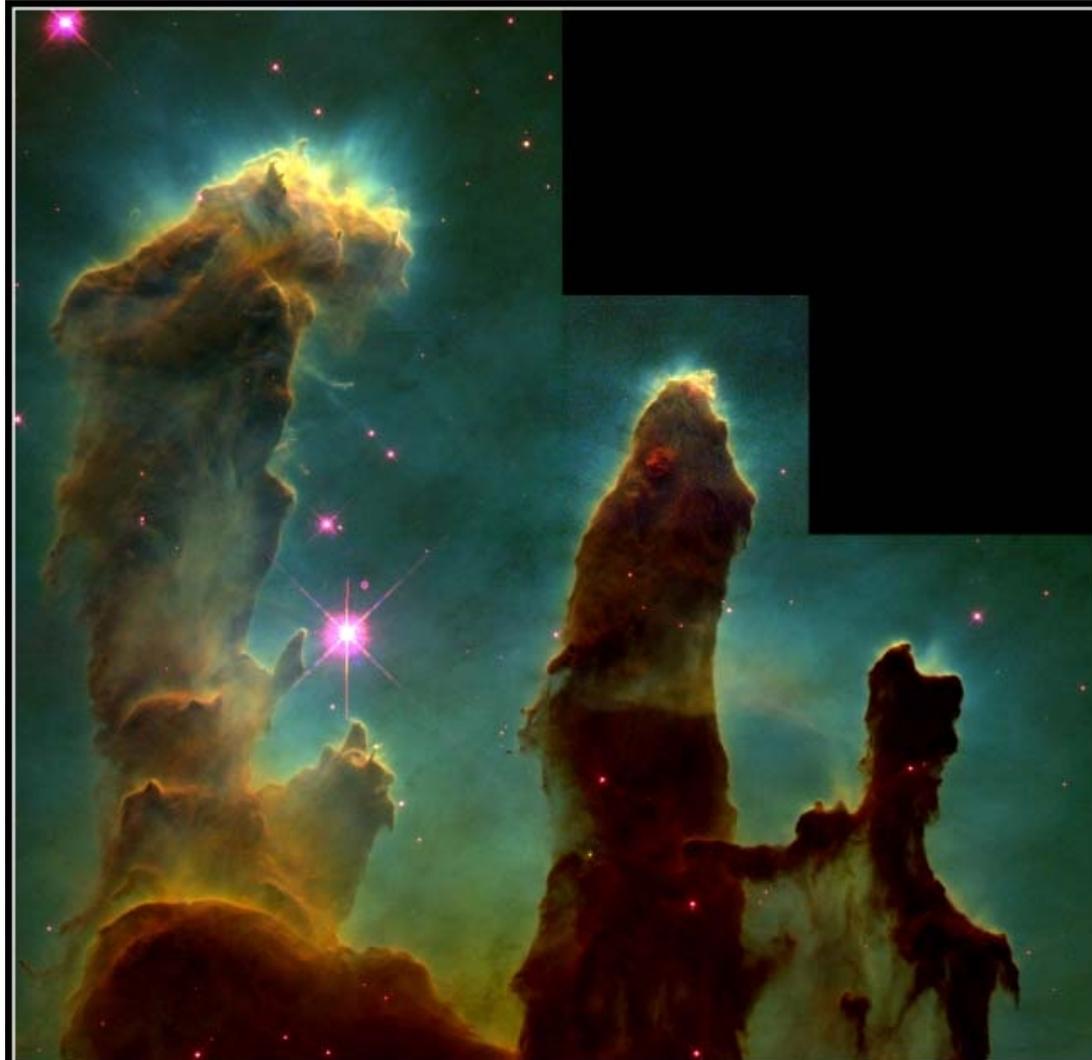


Jets from Young Stars

HST · WFPC2

PRC95-24a · ST Scl OPO · June 6, 1995
 C. Burrows (ST Scl), J. Hester (AZ State U.), J. Morse (ST Scl), NASA

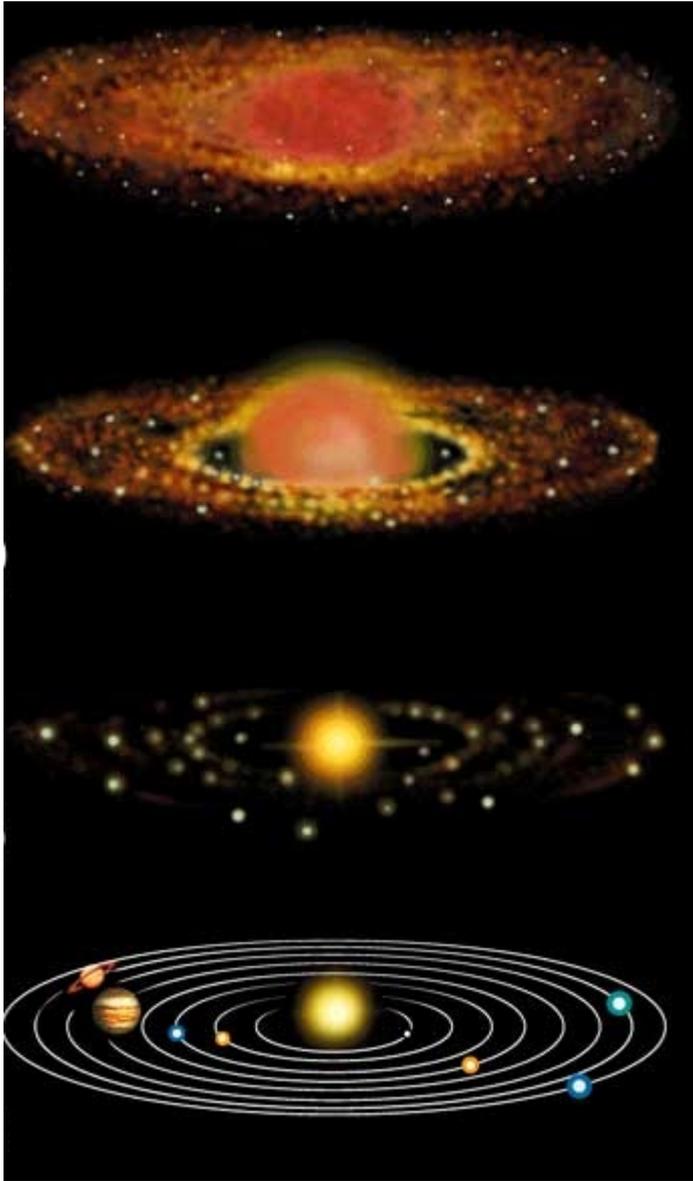
- Mentre la massa della protostella cresce e si contrae sempre più, la sua temperatura si alza sempre di più, fino a raggiungere la temperatura di più di un milione di gradi.
- A questo punto, si innesca al suo interno la fusione dell'idrogeno in elio: la protostella è diventata una stella!



Gaseous Pillars • M16

HST • WFPC2

PRC95-44a • ST ScI OPO • November 2, 1995
J. Hester and P. Scowen (AZ State Univ.), NASA

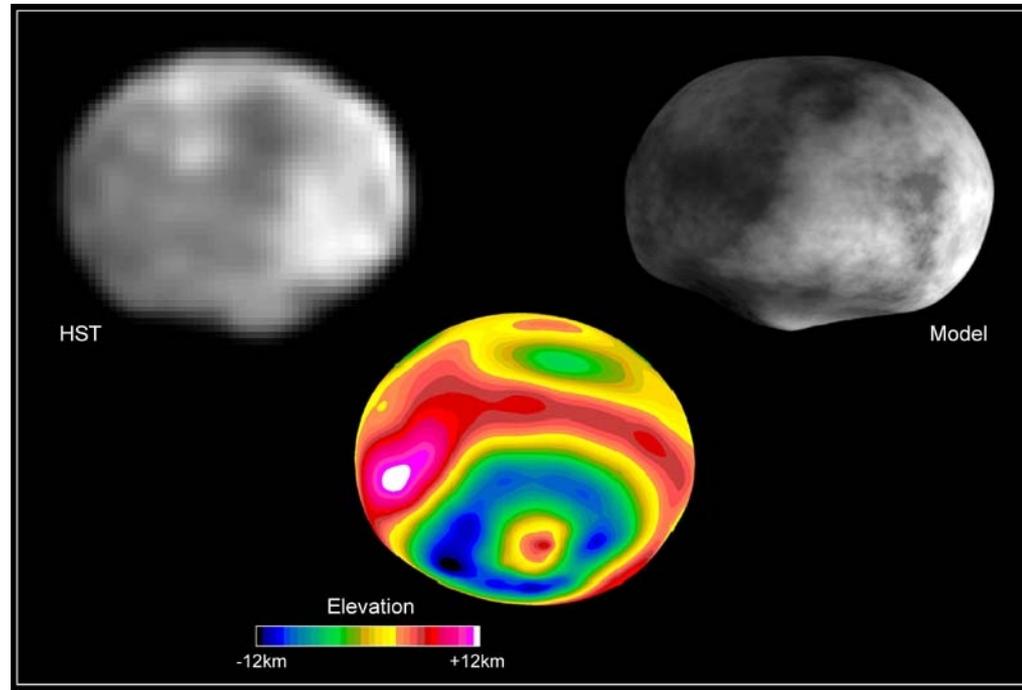
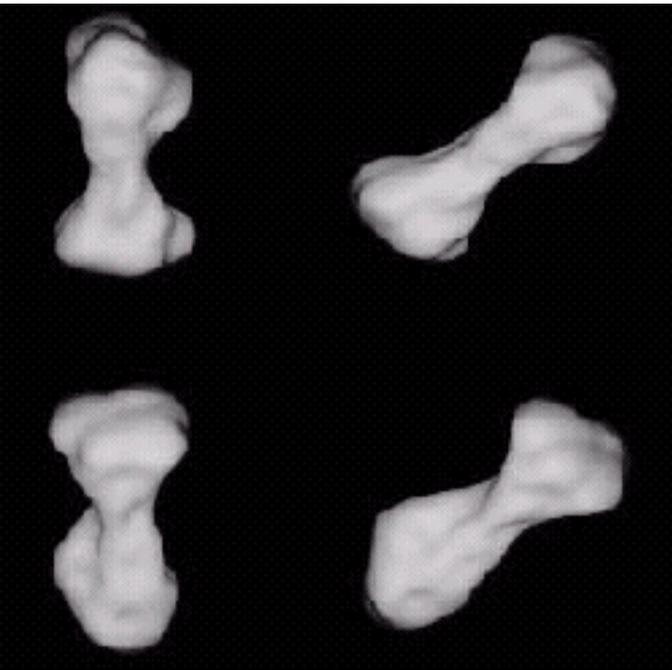


- Non tutto il materiale del disco però cade sulla stella, ma ne resta ancora una parte consistente, costituita da gas e polveri : il “disco protoplanetario”
- Un po’ per volta, i grani di polvere si scontrano e si aggregano, formando oggetti di massa sempre più grande: i “planetesimi”
- Anche i planetesimi si scontrano e si fondono tra loro, diventando sempre più grandi, fino a formare i pianeti.
- Questi hanno massa abbastanza grande per attrarre a sé il gas residuo e si circondano così di una atmosfera.
- E’ nato un nuovo sistema solare

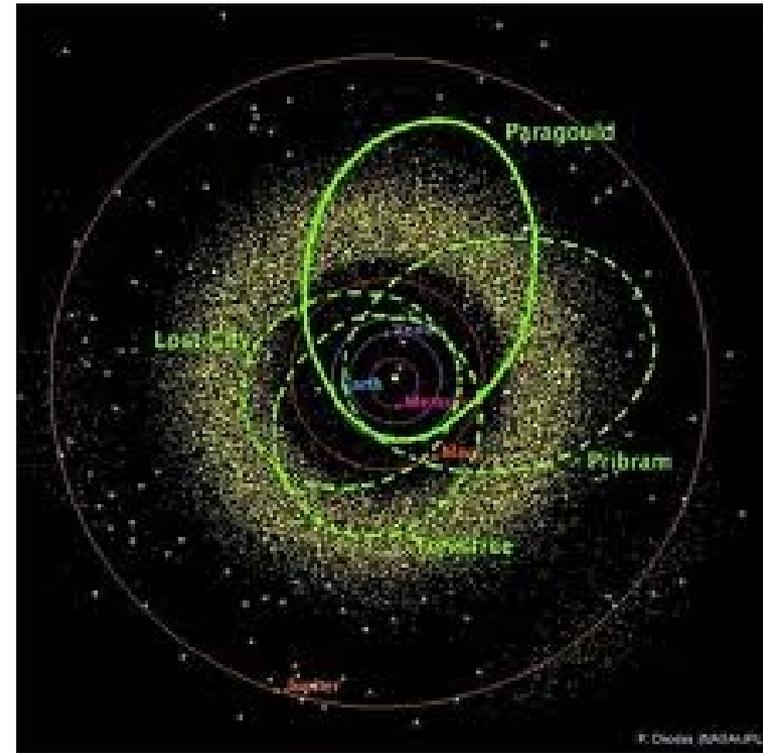
Tuttavia, neppure la nascita dei pianeti esaurisce la massa del disco protoplanetario.

Oltre ai pianeti ci sono una miriade di corpi minori nel Sistema Solare.

- Gli asteroidi sono piccoli oggetti rocciosi delle dimensioni comprese tra pochi cm e 1.000 Km.
- Essi orbitano a migliaia in una fascia compresa tra le orbite di Marte e di Giove. Qui, l'attrazione gravitazionale di Giove ha impedito che i planetesimi si aggregassero in un pianeta
- Solo i più grandi hanno una forma quasi sferica

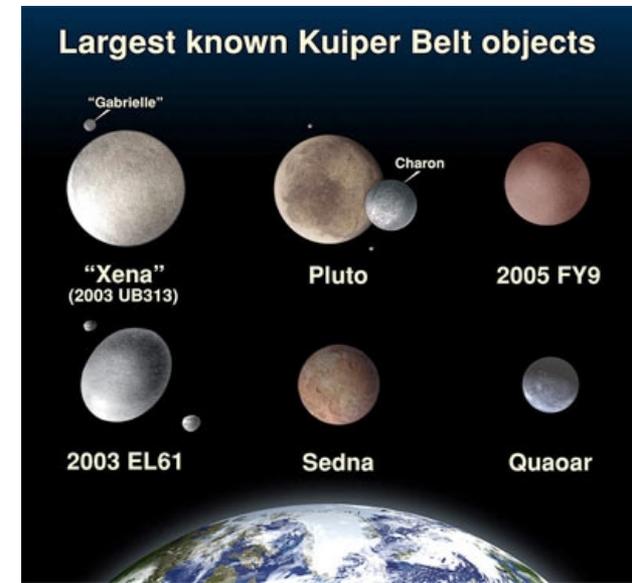
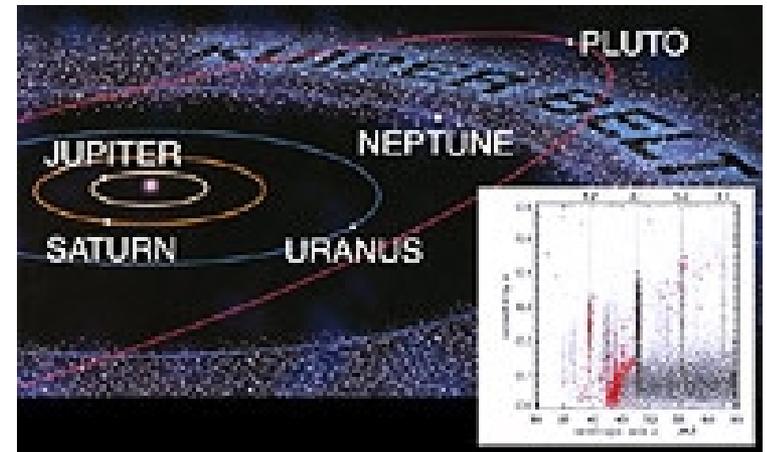


- Gli **asteroidi Near-Earth (NEA)** sono asteroidi la cui orbita è vicina a quella della Terra.
- Alcuni di essi costituiscono un pericolo perché le loro orbite intersecano quella terrestre e possono colpire la Terra.
- Sono noti circa 3000 asteroidi Near-Earth, con dimensioni fino a circa 32 km (1036 Ganimede). Il numero totale potrebbe essere di qualche decina di migliaia, di cui più di 2000 con diametro superiore ad un chilometro.
- Questi asteroidi possono sopravvivere nelle loro orbite solo per un periodo che varia da 10 a 100 milioni di anni: prima o poi tendono ad essere eliminati a causa di decadimenti orbitali, collisioni con pianeti interni o perché scaraventati fuori dal sistema solare a seguito di un passaggio ravvicinato con un pianeta.
- Per l'azione di questi fenomeni avrebbero dovuto già essere stati completamente eliminati, ma l'insieme degli asteroidi Near-Earth viene continuamente "rifornito" da nuovi oggetti provenienti dalla fascia di asteroidi, a causa delle continue collisioni tra loro, che ne perturbano l'orbita



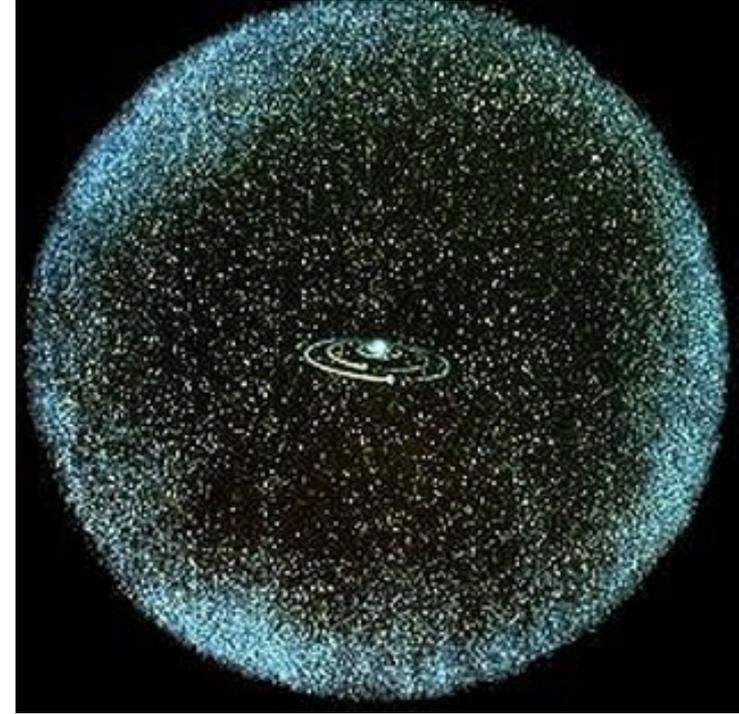
Una seconda fascia di corpi minori si trova al di là dell'orbita di Nettuno

- I moderni telescopi hanno rilevato centinaia di oggetti oltre l'orbita di Nettuno, in una regione chiamata Fascia (o Cintura) di Kuiper, dal nome dell'astronomo olandese Gerard Kuiper, che nel 1951 ne suggerì l'esistenza.
- Il primo oggetto della Fascia di Kuiper è stato scoperto nel 1992, confermando che la teoria di Kuiper era esatta. Non è semplice individuare questi oggetti, perché sono appena percettibili e si muovono lentamente. Per completare un'orbita attorno al Sole, infatti, impiegano centinaia di anni.
- Lo stesso Plutone probabilmente non è un pianeta ma solo il più vicino di questa fascia di corpi minori, alcuni dei quali sono anche più grossi di Plutone.
- Questi corpi non si sono aggregati in pianeti più grandi perché a quelle distanze dal centro la densità del disco protoplanetario era troppo bassa.



Ma, oltre alla materia che ha costituito il Sole, di quella che si è aggregata in pianeti e quella che ha costituito gli asteroidi, la nebulosa dalla quale è nato il Sistema Solare ne conteneva anche altra.

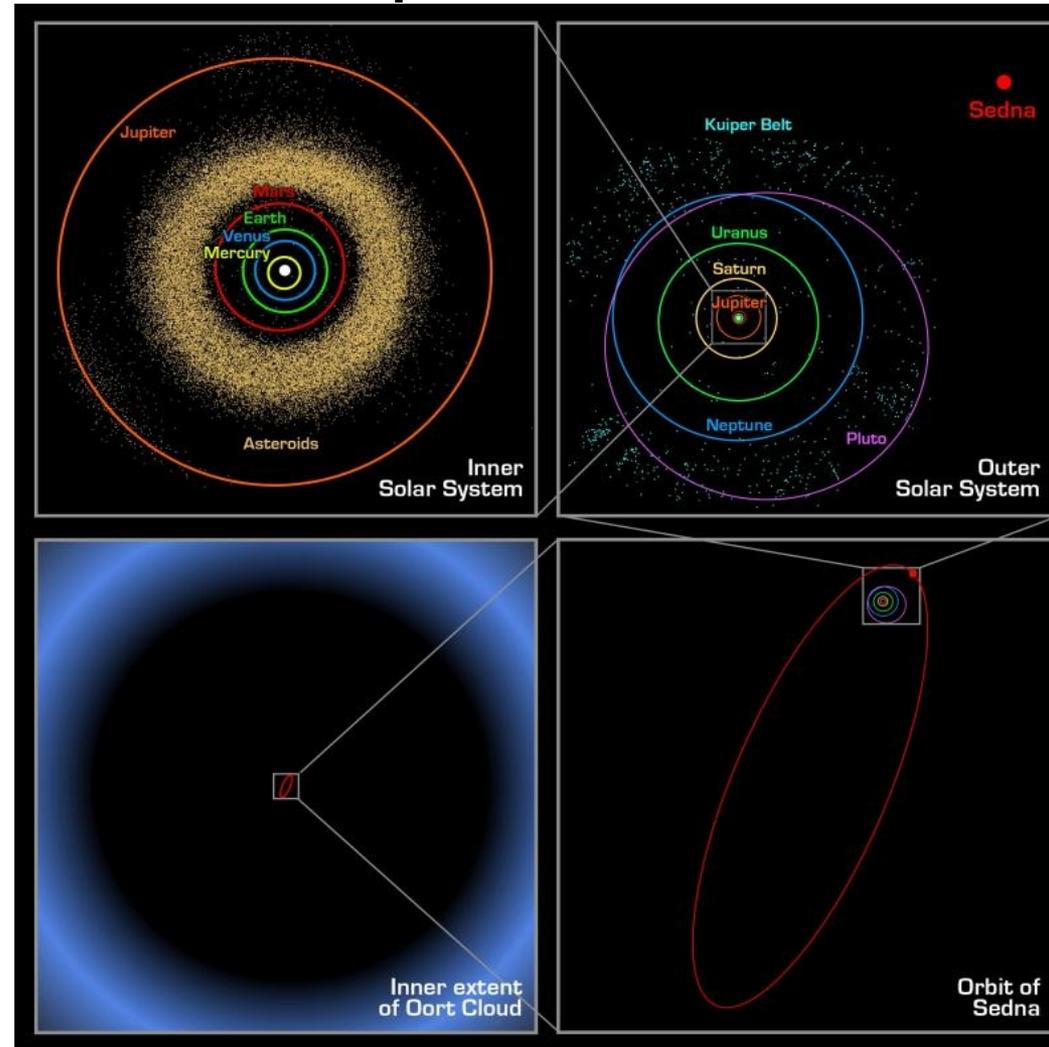
- Questo materiale è costituito da ghiaccio, da CO₂ solida (“ghiaccio secco”), da metano ed altri gas anch’essi solidificati per le bassissime temperature, da polveri e da grani metallici
- Essendo molto lontano dal centro, non ha partecipato alla formazione del disco protoplanetario e tanto meno alla formazione di pianeti ed asteroidi ed è rimasto distribuito con simmetria sferica a grandissima distanza dal Sole: la “nube di Oort”
- Però, sotto la reciproca attrazione gravitazionale si è aggregato in corpi del diametro da qualche centinaia di metri a qualche decina di chilometri:



Le comete!

In definitiva, possiamo schematizzare l'attuale Sistema Solare in questo modo:

- Abbiamo il Sistema Solare interno, costituito dai pianeti rocciosi (Mercurio, Venere, Terra, Marte, fascia degli asteroidi interna)
- Il Sistema Solare esterno, fatto dai pianeti gassosi giganti (Giove, Saturno, Urano, Nettuno) e dalla fascia degli asteroidi esterni (fascia di Kuiper)
- Molto più lontano, abbiamo una nube sferica di comete inattive, perché troppo lontane dal Sole per ricevere abbastanza energia per fare evaporare i loro componenti volatili.



- **Ogni tanto, a seguito degli urti reciproci, queste comete cambiano le loro orbite stabili e quasi circolari in orbite molto ellittiche o addirittura paraboliche ed iperboliche, ed entrano nella parte più interna del Sistema Solare**
- Nel primo caso la cometa sarà periodica, come la **cometa di Halley** che torna in prossimità della Terra ogni 76 anni, nel secondo no:
- dopo essersi allontanata dal Sole, verrà espulsa dal Sistema Solare e tornerà per sempre nell'oscurità' dello spazio.

