



# PILLOLE di ASTRONOMIA



## CAT

a cura di Roberto Perenna

In un articolo presentato nel 2017 alla riunione della Royal Society, "La scienza cometaria dopo Rosetta", vi è una panoramica degli studi di piccoli oggetti del sistema solare che mostrano proprietà sia di asteroidi che di comete (con particolare attenzione ai cosiddetti asteroidi attivi). A volte indicati come "oggetti di transizione", i CAT *comet asteroid transition object* sono forse più propriamente descritti come un continuum di oggetti, per riflettere l'idea che piuttosto che rappresentare necessariamente stati evolutivi di transizione effettivi tra asteroidi e comete, appartengono semplicemente alla popolazione generale di piccoli corpi del sistema solare che mostrano una gamma continua di proprietà osservative, fisiche e dinamiche.

Gli asteroidi sono classicamente intesi come oggetti essenzialmente inerti composti principalmente da materiale non volatile. Si trovano per lo più nel sistema solare interno (all'interno dell'orbita di Giove) dove si ritiene che si siano formati.

Le comete sono storicamente pensate come corpi ricchi di ghiaccio originari del sistema solare esterno (oltre l'orbita di Nettuno, nella fascia di Kuiper, disco sparso o nube di Oort) che sono stati perturbati su orbite che passano attraverso il sistema solare interno. Mentre si trovano nel sistema solare interno, quando sono sufficientemente vicini al Sole e quindi sufficientemente riscaldati, la sublimazione del loro contenuto volatile guida il rilascio di gas e polvere, producendo attività cometaria sotto forma di coma, code o entrambi.

In gran parte della ricerca sulle comete, che in genere si concentra sulle comete "classiche" della famiglia di Giove (JFC), sulle comete di tipo Halley (HTC) e sulle comete a lungo periodo (LPC), l'obiettivo di fondo è dedurre dettagli sulla temperatura, la composizione e la dinamica del sistema solare primordiale, e anche di conoscere la formazione e l'evoluzione del sistema solare. Questo è anche un obiettivo frequente degli studi su asteroidi e meteoriti, ma le comete hanno alcune caratteristiche che le rendono particolarmente preziose per affrontare questi argomenti.

In primo luogo, gli attuali stati ghiacciati delle comete significano che il loro contenuto è probabilmente più primitivo e rappresenta campioni meglio conservati del sistema solare primordiale rispetto al materiale di asteroidi o meteoriti. Nel caso di asteroidi e meteoriti, la sostanziale mancanza di ghiaccio (e in molti casi la presenza di minerali idrati che si sono formati in presenza di acqua liquida) indica una storia di significativo trattamento termico attraverso il riscaldamento radiogeno o solare, mentre il ghiaccio cometario ancora congelato è probabile che abbia subito minore trattamento termico (anche se probabilmente non del tutto incontaminato).

Inoltre, la natura stessa dell'attività cometaria fa sì che il materiale proveniente dalla superficie, e talvolta dal sottosuolo, dell'oggetto cometario viene lanciato nello spazio, ove è possibile applicare una serie di metodi di analisi remoti e in situ che non possono essere applicati alla superficie solida inerte di un asteroide inattivo.

Infine, le comete classiche hanno tipicamente orbite che le portano dallo spazio trans-nettuniano alla vicinanza con la Terra, dove possono essere studiate in modo molto più dettagliato di quanto potrebbero nelle loro (presunte) regioni di origine nel sistema solare esterno. Mentre si muovono lungo le loro orbite altamente eccentriche, le comete subiscono anche drammatici cambiamenti di temperatura che possono fornire informazioni sulla loro composizione date le diverse temperature a cui sublimano varie specie volatili. Queste proprietà dinamiche ci consentono quindi di studiare campioni del sistema solare esterno a un livello di dettaglio e su una serie di condizioni ambientali che altrimenti sarebbero impossibili con le nostre attuali capacità tecnologiche.

Il numero di oggetti che mostrano proprietà osservative, fisiche e dinamiche di comete e asteroidi è cresciuto costantemente negli ultimi anni, poiché le indagini hanno portato alla luce esempi di oggetti peculiari e i metodi di analisi sono diventati più sofisticati. Le tradizionali distinzioni tra asteroidi e comete sono quindi meno nette, richiedendoci di essere più specifici sui significati esatti di questi termini in particolari contesti (riconoscendo che questi significati possono essere diversi in contesti diversi). D'altra parte, la proliferazione di oggetti che esibiscono almeno alcune proprietà delle comete, se non altre, significa che possiamo sfruttare alcune delle proprietà discusse sopra che rendono le comete classiche interessanti per studiare altri tipi di oggetti del sistema solare utilizzando una gamma più ampia di tecniche diverse rispetto al passato.

Gli astronomi hanno da tempo riconosciuto che le comete inattive possono essere scambiate per asteroidi. Nel 1970, diversi autori avevano già notato le somiglianze dinamiche tra asteroidi apparentemente inattivi, come gli asteroidi Apollo e Amor, e comete di breve periodo, così come il potenziale per le comete precedentemente conosciute di apparire completamente inattive su alcune porzioni delle loro orbite. Era già stata avanzata l'ipotesi che questi oggetti, così come le comete a bassa attività, potrebbero rappresentare fasi di transizione tra comete e pianeti minori (cioè asteroidi).

In contrasto con gli *asteroidi su orbite cometarie* ACO, che sono osservativamente asteroidali e dinamicamente cometari, gli asteroidi attivi sono osservativamente cometari e dinamicamente asteroidali. Il primo tipo di asteroidi attivi a venire alla luce sono state le comete della fascia principale (MBC), che orbitano completamente all'interno della fascia principale degli asteroidi ma mostrano una perdita di massa simile a una cometa dovuta (almeno in parte) alla sublimazione dei ghiacci volatili.

Negli ultimi anni, tuttavia, è diventato sempre più chiaro che eventi di perdita di massa simili a comete dovuti a una gamma inaspettatamente ampia di effetti o combinazioni di effetti sono possibili per oggetti su orbite simili ad asteroidi (*oggetti attivi della fascia principale* AMBO). Oltre alla sublimazione, due dei meccanismi di generazione di attività più comuni che sono stati dedotti sono l'interruzione dell'impatto e la destabilizzazione rotazionale. Gli asteroidi attivi per i quali l'attività simile a una cometa non è almeno parzialmente attribuita alla sublimazione, e sembra invece essere dovuta a impatti, rotazione o altri effetti dirompenti, sono classificati fra gli *asteroidi interrotti* e fra gli *asteroidi distrutti*.

In sintesi, la popolazione di piccoli corpi nel nostro sistema solare oggi, compresi sia i pianeti minori che le comete classiche, è molto meno ben delineata in gruppi distinti di oggetti di quanto il paradigma classico avrebbe potuto portare a credere in passato. Questi oggetti sembrano invece occupare un continuum che abbraccia l'intera gamma di proprietà osservative, fisiche e dinamiche classicamente attribuite esclusivamente agli asteroidi o alle comete. Ora sappiamo di oggetti della fascia principale attualmente in sublimazione attiva che potrebbero aver avuto origine nella fascia degli asteroidi o nel sistema solare esterno, e di oggetti che mostrano attività simile a una cometa che potrebbero non avere alcun contenuto di ghiaccio volatile.

Sono stati trovati oggetti composti da materiale simile alla fascia di asteroidi interni su orbite simili a comete di lungo periodo e oggetti attivi su orbite simili a comete che potrebbero in realtà provenire dalla fascia degli asteroidi. Ora riconosciamo anche che le comete dormienti possono essere trovate sia in orbite simili a comete che non comete.

La popolazione di oggetti continui è straordinariamente diversificata, con ogni tipo di oggetto che ha il potenziale per rivelare nuove ipotesi sul nostro sistema solare a causa dei loro insiemi unici di proprietà sovrapposte simili a comete e asteroidi. Data questa complessità e il crescente interesse nell'affrontare le molte domande che ha sollevato finora, è probabile che molti altri significativi risultati ci attendano in questo campo in rapido sviluppo nei prossimi anni.