

Walter Ferreri

Comete

Astri insoliti, affascinanti e imprevedibili
ma anche potenzialmente pericolosi

 Springer

Comete



La cometa Tsuchinshan-ATLAS comparsa nei nostri cieli nell'autunno 2024. Questa immagine è stata realizzata il 29 ottobre 2024 da Osvaldo Bartolucci con un obiettivo fotografico molto luminoso, da 180 mm di lunghezza focale e diaframma 2,8. Somma di 50 esposizioni di 30 secondi, per un totale di 25 minuti, utilizzando l'obiettivo alla massima apertura (2,8). Cortesia Osvaldo Bartolucci

Walter Ferreri

Comete

Astri insoliti, affascinanti e imprevedibili
ma anche potenzialmente pericolosi

Walter Ferreri
Chieri (To), Italy

ISBN 978-3-031-88971-4
<https://doi.org/10.1007/978-3-031-88972-1>

ISBN 978-3-031-88972-1 (eBook)

© The Editor(s) (if applicable) and The Author(s), under exclusive license to Springer Nature Switzerland AG 2025

This work is subject to copyright. All rights are solely and exclusively licensed by the Publisher, whether the whole or part of the material is concerned, specifically the rights of translation, reprinting, reuse of illustrations, recitation, broadcasting, reproduction on microfilms or in any other physical way, and transmission or information storage and retrieval, electronic adaptation, computer software, or by similar or dissimilar methodology now known or hereafter developed.

The use of general descriptive names, registered names, trademarks, service marks, etc. in this publication does not imply, even in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protective laws and regulations and therefore free for general use.

The publisher, the authors and the editors are safe to assume that the advice and information in this book are believed to be true and accurate at the date of publication. Neither the publisher nor the authors or the editors give a warranty, expressed or implied, with respect to the material contained herein or for any errors or omissions that may have been made. The publisher remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Immagine di copertina: La cometa C/2020F3 NEOWISE ripresa la notte del 16 luglio 2020 da Aldo Tonon con fotocamera reflex APS-C dotata di obiettivo 18-55 regolato sulla focale di 23 mm e diaframma 5,6. Somma di 7 fotogrammi da 30 secondi. Utilizzato un astroinseguitore. Cortesia Aldo Tonon.

This Springer imprint is published by the registered company Springer Nature Switzerland AG
The registered company address is: Gewerbestrasse 11, 6330 Cham, Switzerland

If disposing of this product, please recycle the paper.

Introduzione

Tra i tanti fenomeni che il cielo ci presenta, i più spettacolari sono, indubbiamente, le eclissi totali di Sole e l'apparizione delle grandi comete. Purtroppo, le prime sono molto rare per una stessa località. Per la Terra nella sua globalità se ne verifica una ogni 16–18 mesi, ma per una nazione come l'Italia, dalla superficie di circa 300 mila km quadrati, in media ne avviene una ogni 60–70 anni. L'ultima per il nostro Paese ebbe luogo il 15 febbraio 1961 e la prossima è prevista per il 3 settembre 2081. Tra queste vi è quella del 2 agosto 2027, che lambisce le acque territoriali italiane, a sud di Lampedusa.

Al contrario, una grande cometa è generalmente visibile da gran parte di tutta la Terra e la sua apparizione si verifica *in media* ogni dieci anni. Si tratta, pertanto, del più grande fenomeno astronomico al quale una persona comune ha la possibilità di assistere.

Naturalmente la spettacolarità e le apparizioni imprevedibili delle comete hanno colpito l'umanità già nei tempi antichi; ci vollero purtuttavia millenni prima che gli uomini giungessero a capire di cosa effettivamente si tratta e da dove provengono questi “visitatori” delle regioni interne del sistema solare.

Questo libro, oltre a fornirne un quadro attuale, ripercorre le vicende che hanno portato alla comprensione che noi oggi abbiamo delle comete, ricordando quanto si pensava di esse nell'antichità e nel medioevo. Una strada disseminata di errori e di superstizioni, spazzati via dalla scienza contemporanea, grazie alla quale ora le comete sono visitate da vicino e raggiunte da navicelle spaziali: pura fantascienza fino alla prima metà del secolo scorso!

Sommario

Cos'è e come è fatta una cometa	1
Le tappe fondamentali della ricerca	7
Le comete nell'antichità	17
La "Stella di Betlemme"	23
Dal medioevo all'illuminismo	29
Arriva Edmond Halley	39
Comete famose	43
La cometa di Halley	81
Comete interessanti del nostro secolo	101
Come si osservano e come si scoprono	115
Denominazioni e sigle	125
Nascita e orbite	127
Le comete visitate dalle sonde	143
Incontri ravvicinati e rischi di impatti con la Terra	151

Personaggi importanti nel campo delle comete 163

Bibliografia 165

Glossario 167

Sull'autore

Walter Ferreri, astronomo, ha svolto la sua attività professionale presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino occupandosi di asteroidi, comete, telescopi e astrofotografia. Ha scritto decine di libri a carattere astronomico, centinaia di articoli e ha collaborato ad opere enciclopediche, oltre a tenere corsi e conferenze. Dal 1977 al 2017 ha diretto la rivista di astronomia divulgativa "Orione" (poi divenuta "Nuovo Orione"). E' stato intervistato più volte da diversi canali televisivi, in particolare da RAI 3 per il programma "Leonardo".

Nel 1993 ha ricevuto il premio internazionale "Targa Piazzi" alla sua prima edizione e dal 2009 è il direttore del Polo Astronomico di Alpette. Dal 2010 ha avuto la presidenza scientifica per l'organizzazione del premio nazionale "Hodierna".

Nel 1987 l'Unione Astronomica Internazionale gli ha dedicato l'asteroide 3308 (1981 EP), sia per averne scoperti diverse decine (dalle Ande Cilene) che per aver effettuato molti studi su di essi.

Cos'è e come è fatta una cometa

Se dobbiamo fornire una risposta sintetica, didascalica, alla domanda cos'è una cometa, diciamo: un piccolo corpo celeste composto da rocce, polveri, gas e ghiacci gravitante intorno al Sole con orbita quasi sempre ellittica, che quando si avvicina al Sole sviluppa una chioma per sublimazione dei materiali del nucleo e una coda per la pressione del vento e della radiazione solare.

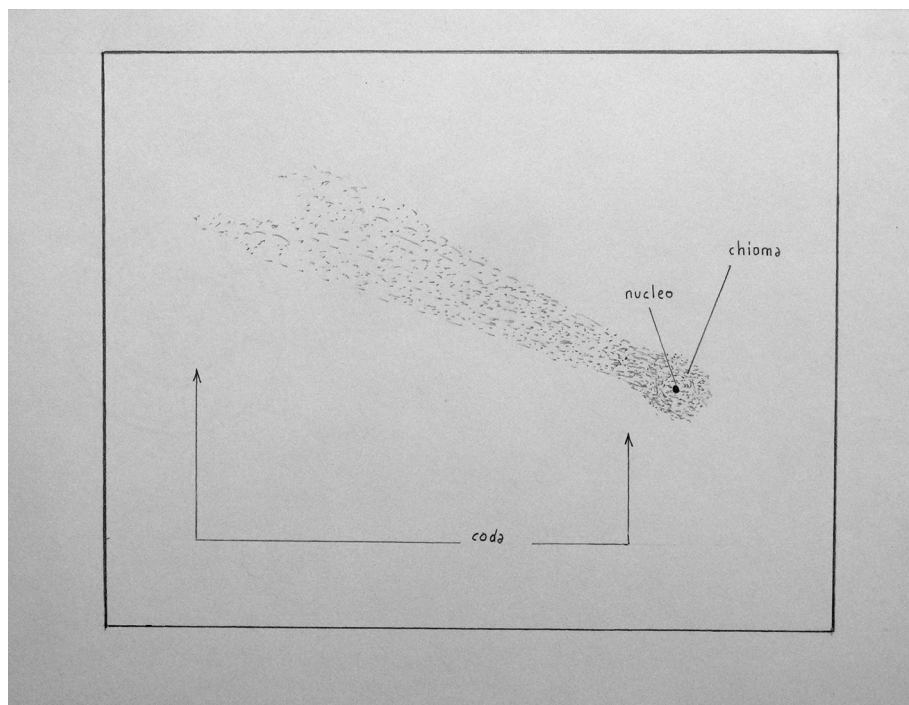
Essa è principalmente formata da ghiaccio d'acqua (18%) e poi, in ordine di abbondanza, monossido di carbonio (10%), anidride carbonica (1%), metano (0,1%), metanolo, formaldeide, ammoniaca, acido solfidrico, gas nobili e ossigeno molecolare. Beninteso le percentuali indicate sono medie e variano da cometa a cometa. Ad eccezione dell'acqua, tutte queste sostanze hanno basse temperature di sublimazione; si trovano in forma solida solo a temperature molto basse.

Le comete sono costituite principalmente da tre parti:

- Nucleo
- Chioma
- Coda

L'insieme del nucleo e della chioma prende il nome di testa.

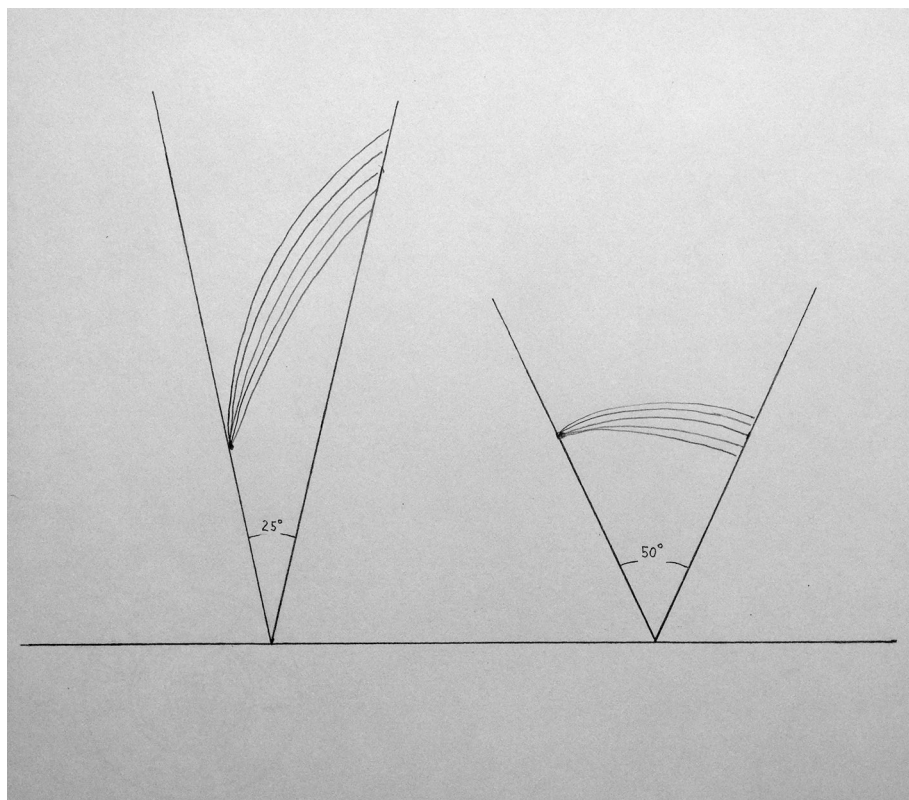
Il nucleo, nonostante le sue minime dimensioni (tipicamente da 1 a 10 km di diametro) è il corpo principale della cometa, ciò da cui tutto ha origine. La chioma si sviluppa quando la radiazione solare inizia a far sublimare i ghiacci contenuti nel nucleo. Questi, insieme a polvere, vanno a formare un involucro intorno al nucleo. Infine, quando il materiale che costituisce la chioma viene allontanato dal nucleo dal vento e dalla radiazione solare, si sviluppa la coda. La



Le tre parti fondamentali di una cometa. Il vero nucleo non è visibile con i telescopi dalla Terra; ciò che si vede è in realtà una condensazione centrale. Disegno dell'autore

coda, pur essendo la componente di una cometa che contiene meno materia, è la più appariscente. Nelle grandi comete, tipicamente la sua lunghezza è nell'ordine delle decine di milioni di km. In realtà di code se ne creano quasi sempre due; una di polveri e una di gas.

Nel 1950 l'astronomo statunitense Fred L. Whipple (1906–2004), uno dei maggiori studiosi di comete di tutti i tempi, che l'autore ha avuto il piacere di conoscere, pubblicò una teoria sulla composizione fisica del nucleo delle comete. Probabilmente allora non immaginava che anche nel nostro secolo il suo articolo sarebbe stato ancora citato nel descrivere un nucleo cometario. Whipple ebbe la felice intuizione di definire “palla di neve sporca” un nucleo cometario, un conglomerato cioè, di gas ghiacciati e di materiali refrattari di svariate dimensioni; una definizione che, tutto sommato, è ancora oggi condivisibile. Questa ipotesi era basata sullo studio spettroscopico dei gas emessi dalle comete al loro avvicinarsi al Sole e sulla considerazione che tutti i processi di evaporazione e sublimazione dalla superficie del nucleo della cometa si esaurivano a distanze comprese tra 2,5 e 3 UA (per il significato di UA vedere



La lunghezza della coda di una cometa non dipende solo dalla sua estensione ma anche da come si presenta ad un osservatore sulla Terra. In questo caso la cometa a sinistra mostra una coda estesa per 25° mentre quella a destra, che ha la coda più corta, esibisce una lunghezza di 50° . Disegno dell'autore

il glossario). Un tale comportamento è compatibile con la termodinamica del ghiaccio, in particolare con il ghiaccio d'acqua. Whipple, come altri studiosi della sua epoca, avevano compreso che la sorgente dell'energia dei processi cometari è il calore solare, che inizia ad essere veramente efficace a distanze di circa 2,5 UA. A distanze anche leggermente superiori generalmente le comete sono ancora inattive e distinguibili dagli asteroidi per lo più sulla base di considerazioni dinamiche.

Però, al diminuire della distanza dal Sole la temperatura superficiale del nucleo aumenta e si innescano processi di sublimazione esplosiva del ghiaccio d'acqua con associato trasporto verso l'esterno di particelle di polvere. I gas neutri che vengono così a prodursi danno luogo alla prima struttura ben visibile di una cometa: la chioma gassosa-polverosa. Una parte del gas emesso



A grandi distanze dal Sole le comete si presentano praticamente puntiformi, come dimostra questa foto della cometa Wild 2 realizzata dall'autore il 9 marzo 1978 con l'astrografo da 20 cm dell'Osservatorio di Torino. Posa di 20 minuti. La cometa è indicata dal triangolino bianco mentre in alto è visibile la nebulosa del Granchio (M1)



I triangolini bianchi indicano tre personaggi del secolo scorso molto importanti nello studio delle comete. In basso a sinistra F. Whipple, in alto B. Marsden, in basso a destra E. Shoemaker; alla sua destra la moglie Carolyn, che fu anch'essa attiva in questo settore. L'autore fece questa foto durante un congresso internazionale di astronomia tenuto a Bellagio (Lago di Como) nel 1993

interagisce con il vento solare ionizzandosi e, divenendo di conseguenza sensibile all'influenza del campo magnetico interplanetario, si allinea lungo le linee di campo magnetico. Questo è il processo che dà luogo alla formazione della coda di plasma, che, a differenza di quella di polveri, spesso arcuata, è tipicamente rettilinea. Già prima delle missioni spaziali i processi fisici che regolano la formazione della chioma e delle code erano sufficientemente noti, in quanto si possono studiare abbastanza bene anche dalla superficie terrestre.

Ora è noto che la luce zodiacale, dovuta alla diffusione di particelle di polvere orbitanti intorno al Sole, è da ascrivere ad una parte della polvere che fugge dal nucleo delle comete nella direzione opposta al Sole. Un'altra parte, invece, si distribuisce lungo l'orbita della cometa, dando luogo ad alcuni sciami meteorici.

In sintesi una cometa è un corpo minore molto poco denso; le dimensioni (del nucleo), come già indicato, sono – in media – comprese fra 1 e 10 km di diametro. Beninteso queste sono le misure più diffuse, ma alcune sono de-

cisamente più grandi, ad esempio la Hale-Bopp del 1997 aveva un diametro compreso fra i 40 e i 50 km mentre molte altre hanno diametri inferiori al chilometro. La densità è sempre molto bassa; in media di 0,5. Questo vuol dire che un decimetro cubo di materiale cometario, sulla Terra, farebbe registrare un peso di $\frac{1}{2}$ kg, la metà di quello dell'acqua. Si tratta di un valore davvero molto modesto se si considera che il pianeta meno denso, Saturno, ha un peso specifico di 0,7 mentre il più denso, la Terra, di 5,5.

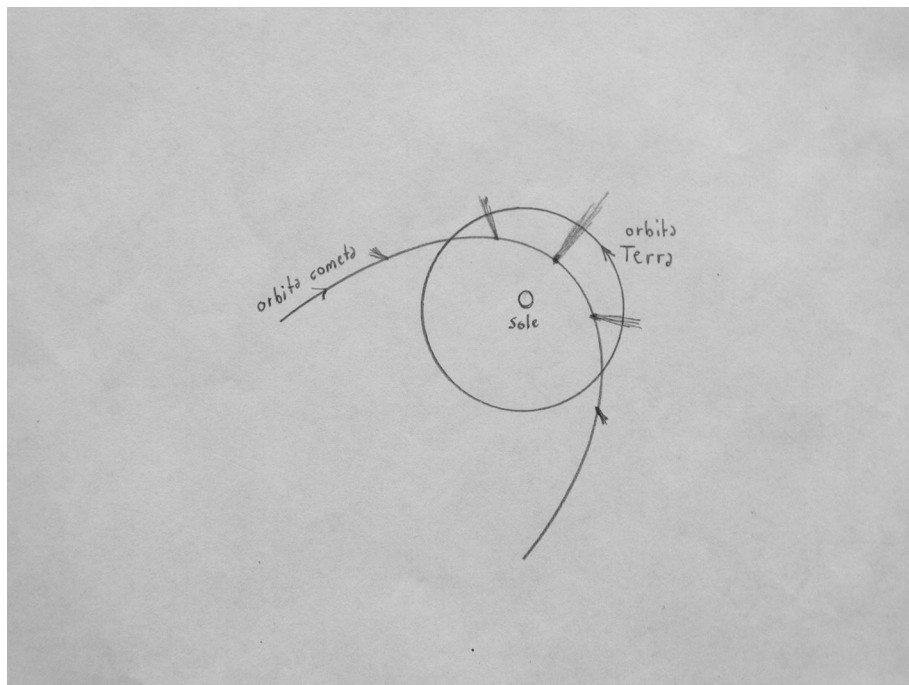
Già nel XIX secolo si arrivò a capire che le comete dovevano avere una massa molto modesta; infatti era stato osservato in particolare il passaggio di quelle denominate 1770 I e 1889 V nel sistema dei satelliti di Giove senza che si potesse rilevare la minima perturbazione nel movimento dei suoi satelliti. La spiegazione era soltanto una: la massa delle comete doveva essere, astronomicamente parlando, molto modesta. Per questo già l'astronomo francese Jacques Babinet (1794–1872) le definì “des riens visibles”, il nulla visibile.

Le tappe fondamentali della ricerca

Come in molti altri campi della scienza, la conoscenza della costituzione fisica delle comete, ha richiesto molti studi e molti anni, benché già pochi decenni dopo la fine del medioevo Girolamo Fracastoro (1483–1553) mise in evidenza che le code cometarie tendevano a dirigersi in direzione opposta al Sole. Ma per una spiegazione soddisfacente di questo fenomeno si dovette attendere la nascita dell'astrofisica, con la scoperta del vento solare.

Per dare un'idea di quanto fossero arretrate le conoscenze sulle comete ancora nella seconda metà del XVIII secolo, basti dire che nella sua opera monumentale *Histoire naturelle* (Storia naturale) lo scienziato francese Leclerc de Buffon (1707–1788) ipotizzava che i pianeti fossero scaturiti dal passaggio di una cometa in prossimità del Sole. Ovvero, Buffon ipotizzava che essa, passando vicinissima al Sole, gli avesse strappato un po' del suo materiale, dal quale si sarebbero formati i pianeti. Ma, come sappiamo ora, per poter estrarre del materiale dal Sole un astro dovrebbe avere una massa di almeno 100 mila miliardi di volte (!) superiore a quella di una cometa media. Oggi, infatti, sappiamo che la massa di una cometa è tipicamente un decimo di milionesimo di quella della Terra!

Ad iniziare dall'Ottocento, l'utilizzo del polarimetro prima e del fotopolarimetro poi stabilì che almeno parte della luce delle comete era polarizzata e quindi luce solare riflessa. Questi studi iniziarono quando Dominique François Jean Arago (1786–1853) diresse il suo polarimetro appena messo a punto verso la cometa 1819 II Tralles. Il 3 luglio del 1819 Arago osservò la regione della coda della cometa con un prisma a doppia rifrazione collegato ad un piccolo telescopio. Le due immagini della coda, che rappresentavano due stati di polarizzazione, erano di intensità leggermente differente e questo indicava che



Le code cometarie sono sempre in direzione opposta al Sole. Il vento solare (ed anche la pressione della radiazione solare) allontanano le particelle, le molecole e gli atomi dal nucleo. Disegno dell'autore

almeno parte della luce proveniente dalla coda era polarizzata, e quindi luce del Sole riflessa. Per escludere la possibilità che la leggera polarizzazione fosse dovuta all'atmosfera terrestre, Arago osservò la stella Capella, allora prospettivamente vicina alla cometa e notò che le sue due immagini erano esattamente della stessa intensità. Nell'ottobre del 1835 Arago evidenziò luce polarizzata anche dalla cometa di Halley. Nel 1862 George P. Bond (1825–1865) riportò che luce polarizzata proveniente dalla cometa 1858 VI Donati fu rilevata da diversi osservatori. Tra questi, Emmanuel Liais da Rio de Janeiro e A. Poey a l'Avana riportarono che il piano di polarizzazione passava attraverso la cometa e il Sole e questo indicava che parte della sua luce riflessa era dovuta al Sole. Dalle osservazioni della cometa 1861 II Tebbutt, Angelo Secchi notò che il 1° luglio 1861 la luce proveniente dalla coda e dai getti della cometa era fortemente polarizzata, mentre lo era dal 3 luglio in poi quella proveniente dalla regione nucleare. Le misure di Secchi sulla cometa 1862 III Swift-Tuttle dal 26 luglio al 28 agosto mostrarono che la chioma esterna era fortemente