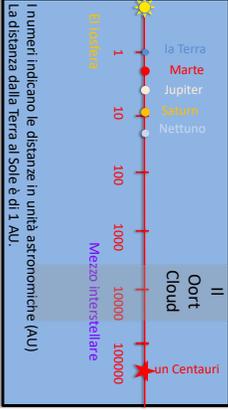


Il lander Philae nel 2014 lasciato sulla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko dalla sonda Rosetta dopo un viaggio di 10 anni (Credit ESA).

Le molecole nell'atmosfera o sulla superficie di una cometa possono essere identificate direttamente prendendo un campione con una sonda spaziale e analizzandolo con uno spettrografo di massa.



Distanze al Sole dei pianeti, della Nube di Oort e della stella più vicina, α Centauri.

Nel 1982, Mayo Greenberg ha avanzato l'idea che le comete sono aggregati di **polvere** interstellare che non sono stati incorporati nei pianeti quando si sono formati. Le comete sono rimaste nelle regioni più remote e fredde del sistema solare, e quindi avrebbero conservato la composizione chimica della nube molecolare in cui si è formato il Sole.

La composizione chimica del ghiaccio cometario può essere rivelata dall'analisi spettroscopica delle comete (vedi tulip 2) o dall'analisi diretta (vedi pagina a fianco).

**L'acqua** e molte **molecole carbonacee** come il monossido e il biossido di carbonio, il metano, l'alcool metilico, la formaldeide, ecc. si trovano nelle comete. Queste molecole si trovano anche nelle nubi del mezzo interstellare, suggerendo che l'ipotesi di Greenberg era corretta.



Comete



Grazyna Stasińska  
Osservatorio di Parigi

L'universo tascabile



Le comete hanno ispirato molti pittori e poeti



Diadecalle sul retro

La metà della massa delle comete è costituita da molecole organiche. Si tratta di molecole contenenti carbonio e idrogeno, che si trovano negli organismi viventi. Se incontrano un ambiente favorevole, come l'acqua, potrebbero dare origine a cellule viventi.

L'ipotesi che la vita sulla Terra provenga da altrove - la panspermia - è stata avanzata da alcuni pensatori per oltre 2000 anni. Con le scoperte sulla composizione chimica di comete e asteroidi, e gli esperimenti sulla forza dei legami fra molecole organiche e la loro capacità di formare composti complessi, questa idea viene presa sul serio dagli scienziati. I "semi" della vita potrebbero diffondersi nello spazio, trasportati da polvere, asteroidi e comete.

Comete e vita

La ricerca attuale indica due possibili fonti per l'origine delle "molecole della vita" sulla Terra: una fonte extraterrestre (comete e condriti carbonacee) o una fonte terrestre (il fondo dell'oceano). Il dibattito non è chiaro ed è possibile che entrambi le fonti abbiano contribuito a queste molecole organiche.



La cometa 67P-CG fotografata dalla sonda europea Rosetta.



Rappresentazione artistica di Ben Crowder dell'impatto di una cometa.

Halley sospettava anche che le comete provenissero da un "serbatoio di comete". Nel 1950, Jan Oort ha dimostrato che questo serbatoio si trova a centomila A.U. (vedi tulip 15) dal Sole e probabilmente contiene mille miliardi di comete. Questo serbatoio è chiamato la **nube di Oort**.

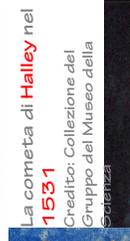
**Da dove vengono le comete?**  
Nel 1705, l'astronomo inglese Edmund Halley ipotizzò che la cometa del 1682 fosse la stessa che era stata vista nel 1531 e nel 1607. La teoria della gravitazione sviluppata dal suo amico Isaac Newton (vedi tulip 2) permetteva di spiegare la ricomparsa della cometa e anche di calcolare quando sarebbe avvenuta la prossima apparizione. Halley fece i calcoli e trovò che sarebbe stato nel 1758. La cometa apparve nel 1759 e prese il nome di **Halley**. Fu un grande successo per la teoria della gravitazione.



La cometa di Halley nel 1066 nell'arazzo di Bayeux (XI secolo). Nello stesso anno i Normanni sconfissero gli inglesi nella battaglia di Hastings.



La cometa di Halley nel 1531 su un affresco di Giotto del 1301



La cometa di Halley sopra Londra nel 1759. Quadro di Samuel Scott



**Fine del mondo**  
Il primo libro di apocalisse  
L'annuncio che la coda della cometa di Halley avrebbe spazzato la Terra nel maggio 1910 ha scatenato un'ondata di massa.

2



La cometa del 1401 precedette una grande peste in Germania. Immagine dal Libro dei Miracoli (1552)



Simbolo della cometa indio nella roccia circa 3000 anni fa, Valcamonica, Italia.  
Il libro della seta di Mawangdui data dall'VIII secolo a.C. e contiene descrizioni di 29 comete apparse in diversi secoli.



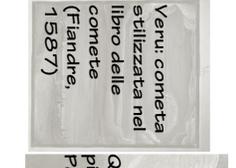
**Comete.**  
Pastello di Maria Clara Elmhart, astronoma tedesca (ca. 1700)

La cometa Yakutskae sopra la chiesa di San Xavier del Bac in Arizona. Quadro dell'astronomo americano John Scotti (1996)



La cometa di Halley dell'artista Karen Corrigan (Australia 2009)

Nello spazio galleggiano i pianeti  
E vagano le comete.  
Poeta  
Eva, 11 anni (Francia)



Veru: cometa stilizzata nel libro delle comete (Fiandre, 1587)

Quadro del pittore anglo-americano Peter W. Rogers (2017)

**La struttura delle comete**  
Oggi, la natura delle comete è ben compresa. Sono costituite da un **nucleo** solido di pochi chilometri. Questo nucleo è composto da ghiaccio e roccia (ghiaccio sporco, come diceva l'astronomo Fred Whipple).  
Quando si avvicinano al Sole, le comete diventano più luminose; i ghiacci evaporano e producono un'atmosfera diffusa: il **coma**, che può avere più di un milione di km di diametro.  
Ancora più vicino al Sole, la pressione della radiazione solare e il vento solare diventano significativi. Appare una **coda** di gas e polvere. Questa coda non segue la traiettoria della cometa - a differenza del caso di una cometa a palloncino (vedi a fianco). La polvere risponde alla pressione delle radiazioni ma il gas è influenzato dal campo magnetico del vento solare, quindi le due code sono distinte.

7

Gli oceani coprono il 71% della superficie terrestre e contengono 1,4x10<sup>18</sup> tonnellate di acqua.  
Una cometa di 5 km di diametro ha una massa di 5x10<sup>11</sup> tonnellate. Supponendo una durata di un miliardo di anni, ci sarebbero voluti 3 impatti per millennio per riempirli.



Il grande geyser in Islandia che impattano la giovane Terra (vista dell'artista)  
L'idea che tutta l'acqua degli oceani sia stata portata da comete o asteroidi non è condivisa da tutti gli scienziati. Per esempio, alcuni credono che provenisse da geyser, simili a quelli che vediamo oggi, che attingevano acqua dall'interno della Terra.

10

**Terra, acqua e comete**  
Quando la Terra si è formata, la sua temperatura è aumentata così tanto che l'acqua è evaporata ed è sfuggita nello spazio. Ma da dove viene l'acqua negli oceani?  
Per più di trent'anni, le ricerche suggerivano che l'acqua fosse stata portata dalle comete che hanno impattato la Terra. Ma l'analisi delle comete ha dimostrato che l'acqua che esse contengono non è identica a quella degli oceani: è più ricca di deuterio. Inoltre, mentre i primi calcoli davano un numero sufficiente di impatti cometari, lavori recenti lo contraddicono. Le condriti carbonacee della fascia degli asteroidi tra Marte e Giove sembrano essere un candidato migliore. Nel 2011 si è scoperto che l'acqua della cometa Hartley 2 assomiglia a quella degli oceani. Si pensa ora che una combinazione delle due fonti, comete e asteroidi, siano un'ipotesi migliore. Ma ci sono anche altre ipotesi.

11

Trad: Marcello Fulchignoni  
TUMIP Creative Commons

Per saperne di più su questa collezione e sui temi presentati in questo mini-libro potete visitare <http://www.tumip.org>

3

**Vedere le comete nel cielo**  
Fin dai tempi più antichi, gli uomini sono stati affascinati dall'apparizione di stelle incolorite, fragili nebulose dai capelli biondi, così diverse dai punti di luce che sono le stelle o i pianeti. A differenza delle stelle, che hanno posizioni relative immutabili, e dei pianeti, la cui ricomparsa nel cielo è regolare, l'apparizione delle comete era del tutto inaspettata - fino al XVII secolo, come vedremo.  
È per questo che le comete in alcune culture erano associate a divinità maligne o a cattivi presagi.  
L'apparizione delle comete nel cielo era spesso seguita da una pioggia di meteoriti, il che aumentava il loro carattere spaventoso. Anche nel XX secolo l'avvicinarsi delle comete poteva essere all'origine di paure irrazionali.

**Il nucleo della cometa**  
67P/Churumov-Guerassimenko ripreso dalla sonda Rosetta nel settembre 2014.  
(ESA)

**La coma della cometa**  
17P/Holmes nel 2007.

**La coda di un palloncino cometa**  
mostrala sua traiettoria.

Cometa Hale-Bopp nel 1997 con la sua **coda di ioni** blu e la **coda di polvere** bianca.  
(Foto scattata da un astronomo dilettante)

La coda di un palloncino cometa mostra la sua traiettoria.

La direzione delle code di una cometa secondo la sua posizione rispetto al Sole. Sono sempre opposte al Sole.

un milione di km

dieci milioni di km

4 km

gas

polvere

Immagine ottenuta con il telescopio CFHT