

# Come muore una stella

Le stelle nascono, evolvono e muoiono. Ciò avviene quando terminano il loro combustibile interno e si spengono. Senza più una sorgente di energia a controbilanciare la forza di gravità esse collassano su se stesse. I tempi in cui tutto ciò accade dipendono dalla massa stellare, e possono essere molto lunghi, fino a 20 miliardi di anni. Anche il modo in cui una stella muore, e ciò che rimane dopo la sua morte, dipendono essenzialmente dalla massa della stella stessa.

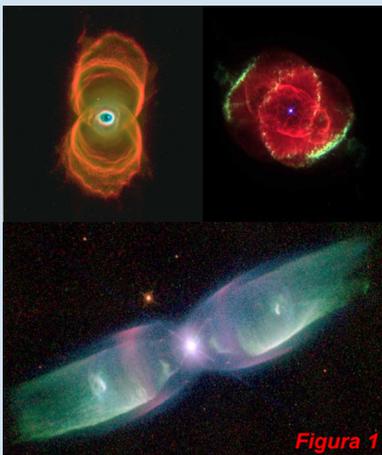


Figura 1

Cortesia di Space Telescope Science Institute

## Nebulose planetarie e nane bianche

Quando hanno esaurito l'idrogeno nel loro nucleo e si trovano verso la fine della loro vita, le stelle con massa fino a 8 volte quella del Sole cominciano ad espellere **lentamente** il proprio guscio esterno. In **Figura 1** si vedono alcuni esempi di questi oggetti, chiamati *nebulose planetarie*, osservate dal telescopio spaziale *Hubble*. Il gas espulso è prevalentemente idrogeno, ma vi sono anche delle tracce di altri elementi, prodotti dalla fusione nucleare durante la vita della stella.

Al centro della nebulosa rimane il nucleo centrale della stella, un residuo di piccole dimensioni, ancora molto caldo, chiamato *nana bianca*. Questi corpi celesti hanno una massa paragonabile a quella del Sole, ma sono molto più densi (in quanto sono cento volte più piccoli) e sono composti prevalentemente da elettroni. Gli elettroni, avendo la medesima carica elettrica (negativa), tendono a respingersi reciprocamente e ciò genera una pressione verso l'esterno in grado di controbilanciare la forza gravitazionale. Il sistema è quindi stabile.

Col tempo il gas espulso si disperde nello spazio, e in questo modo il mezzo interstellare viene arricchito con elementi chimici più pesanti dell'idrogeno. La nana bianca diventa lentamente sempre più fredda perché perde calore per irraggiamento, finché resta solo un corpo scuro e inerte.

Cortesia di NRAO/AUI e di ESO/VLT



Figura 2

## Supernovae, stelle di neutroni e buchi neri

Le stelle con massa compresa tra 8 e circa 25 volte quella del Sole hanno un destino diverso. Quando, dopo qualche decina di milioni di anni, hanno consumato l'idrogeno nel loro interno, cominciano a bruciare i prodotti della fusione: prima l'elio, poi il carbonio, l'ossigeno, il silicio. Ciò che resta è un nucleo di ferro. Se la massa del nucleo supera 1,4 masse solari gli elettroni non riescono a controbilanciare la forza gravitazionale e la stella comincia a contrarsi, aumentando la sua densità al punto che elettroni e protoni si combinano a formare neutroni. Questo riduce ulteriormente il numero degli elettroni e di conseguenza il collasso accelera: in qualche secondo il nucleo passa da un raggio di qualche migliaia di chilometri a circa 5 km. Il collasso si ferma solo quando la densità raggiunge valori elevatissimi e i neutroni diventano una specie di fluido, in grado di resistere alla forza di gravità. Si parla allora di *stella di neutroni*, un oggetto assai più denso delle nane bianche in quanto la sua massa, circa una volta e mezzo quella del nostro Sole, è tutta racchiusa in un volume di alcuni chilometri di raggio. Il fatto che il collasso si fermi bruscamente genera un'onda d'urto nel materiale circostante il nucleo centrale. A questo punto la stella espelle in modo esplosivo la maggior parte della sua massa, dando origine a una *Supernova*, un'esplosione caratterizzata da eccezionale splendore: in pochi giorni viene emessa l'energia che il Sole sprigiona in miliardi di anni!

In **Figura 2** è rappresentata la *Nebulosa del Granchio*, ovvero l'involuppo di gas in espansione rimasto dopo l'esplosione di una Supernova al centro; questi oggetti sono detti *resti di Supernovae*. L'immagine in alto mostra questo oggetto nella banda radio, quella in centro nell'ottico. All'interno è presente una stella di neutroni.

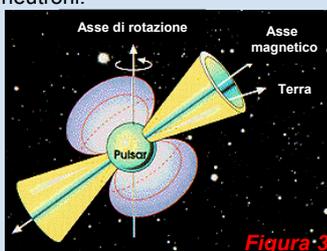


Figura 3

Nel caso della *Nebulosa del Granchio*, la stella di neutroni emette impulsi regolari in banda radio e pertanto è chiamata *pulsar*. Le pulsar sono stelle di neutroni con un campo magnetico molto forte, nel quale circolano elettroni di altissima energia che emettono radiazione di sincrotrone (vedi pannello / *meccanismi di emissione*). Ai poli magnetici della stella le particelle vengono incanalate in un fascio collimato molto stretto, indicato in giallo nello schema a lato (**Figura 3**). Se l'asse di rotazione della stella non coincide con l'asse del campo magnetico, il fascio di radiazione, ruotando insieme alla stella, spazza il cielo con un effetto analogo a quello di un faro. Se la Terra si trova lungo la traiettoria del fascio, vediamo la sua radiazione arrivare a impulsi regolari.

Per stelle di massa superiore a 25 volte quella del Sole, neanche i neutroni riescono a fermare il collasso gravitazionale e il nucleo è destinato a diventare un *bucio nero*, un oggetto estremamente denso che esercita una attrazione gravitazionale così intensa da impedire alla materia e persino alla luce di allontanarsi da esso (vedi pannello / *Buchi Neri*).

### **Per saperne di più:**

- <http://pulsar.ca.astro.it/pulsar/> sito del gruppo italiano (a Cagliari) che studia le pulsar
- <http://www.jb.man.ac.uk/pulsar/Education/Sounds/sounds.html> per ascoltare il suono di alcune pulsar!
- <http://astrolink.mclink.it/elementi.htm> (Astrolink, sito italiano di divulgazione astronomica)