

Se Betelgeuse divenisse una supernova

di Valter Arnò

Probabilmente la fine annunciata di Betelgeuse, ci offre qualche spunto per verificare le cose non tutte corrette e qualcuna anche esagerata, che si leggono tutti i giorni in rete. Senza nulla voler togliere alle previsioni teoriche, della cui bontà il tempo e il galileiano esperimento ci diranno, vorrei solo tentare di quantificare frasi come: “ **la terra verrà illuminata da due soli per alcuni giorni**” ecc. ecc.

Con una buona dose sano pragmatismo, proviamo a fare due calcoli. Intanto, giusto per iniziare, vediamo quali sono le cose che sappiamo su Betelgeuse e che, eventualmente, possono interessare i calcoli che vogliamo fare. Di questa stella sappiamo:

- 1) che la sua magnitudine apparente nel visuale è pari a: 0,45
- 2) che la sua distanza è compresa in un range (intervallo) tra: 495 a.l. e 640 a.l. Il primo valore si riferisce a misurazioni di parallasse effettuate dallo spazio con le più recenti metodiche, mentre il secondo valore si riferisce a misure di parallasse fatte utilizzando la radio emissione naturale della stella stessa. Per non fare torto a nessuno, utilizzeremo il valor medio tra questi due limiti e cioè: 567 a.l.

Ora, questo è tutto ciò che ci serve per i nostri calcoli! Tuttavia, prima di iniziare, occorrerà fare una precisazione circa il valore misurato della magnitudine apparente. La magnitudine apparente “m” dipende, oltre che dalla distanza, anche dallo strumento che usiamo per misurarla. Generalmente, la sensibilità dei rivelatori è una quantità che varia in funzione dell’intervallo (range) di lunghezze d’onda nel quale sono impiegati per osservare. Il misuratore (detector) ideale è quello strumento capace di misurare la radiazione d’un oggetto su tutto lo spettro elettromagnetico, cioè a tutte le lunghezze d’onda. Se riusciamo a fare questo, allora avremo ottenuto una quantità che si chiama magnitudine bolometrica. La magnitudine bolometrica è legata alla magnitudine visuale, dalla seguente formula:

$$M_{\text{BOL}} = M_v + BC$$

dove M_v rappresenta la magnitudine assoluta visuale e il fattore BC rappresenta la cosiddetta correzione bolometrica. Un fattore, cioè, che tiene conto dell’incapacità di qualsiasi sensore ad osservare l’energia emessa su tutto lo spettro elettromagnetico. Solo i bolometri, infatti, si avvicinano alla condizione ideale. Con questa premessa, più ciò che conosciamo, proviamo a calcolare la magnitudine assoluta di Betelgeuse nel visuale, utilizzando la seguente:

$$M = m - 5\text{Log}(d/10)$$

dove M = magnitudine assoluta, m = magnitudine apparente e d = distanza espressa in parsec (pc). Ora, 567 a.l. equivalgono a 173,8 pc per cui, sostituendo questi valori nella precedente formula, si trova, con un pò di calcoli, una magnitudine assoluta visuale pari a $M_v = -5,75$.

Sapendo poi che il valore della correzione bolometrica (BC) per Betelgeuse è pari a -1,98, possiamo ottenere la magnitudine bolometrica di questa stella come segue:

$$M_{(\text{BOL BETELGEUSE})} = M_v_{(\text{BETELGEUSE})} + BC_{(\text{BETELGEUSE})} \text{ cioè: } M_{(\text{BOL BETELGEUSE})} = -7,73.$$

Poiché il rapporto logaritmico tra la luminosità di una qualsiasi stella con la luminosità del nostro Sole è:

$$2,5 \text{Log} \frac{L_{STELLA}}{L_{SOLE}} = M_{BOL_SOLE} - M_{BOL_STELLA}$$

Nella precedente $M_{(BOL\ SOLE)} = + 4,74$. Sostituendo i valori ricavati e facendo un po' di calcoli troveremo:

$$2,5 \text{Log} \frac{L_{BETELGEUSE}}{L_{SOLE}} = 12,47$$

Il che equivale a dire che il logaritmo del rapporto tra la luminosità di Betelgeuse e a quella del nostro Sole sarà:

$$\text{Log} \frac{L_{BETELGEUSE}}{L_{SOLE}} = 4,988$$

O anche che:

$$L_{BETELGEUSE} = 10^{4,988} L_{SOLE} \text{ ovvero: } L_{BETELGEUSE} = 97275 L_{SOLE}.$$

Questo significa che Betelgeuse brilla come 97275 dei nostri soli tutti messi assieme. Ora noi sappiamo che la luminosità del Sole in termini di Watt – questo per usare un'unità più familiare – è: $3,86 \times 10^{26}$ W. Quindi, usando questo valore, potremo esprimere l'attuale luminosità di Betelgeuse in termini di Watt come segue:

$$[97275 \times (3,86 \times 10^{26})] = 3,75 \times 10^{31} \text{W}.$$

Questa è l'emissione in termini quantitativi di Betelgeuse oggi!

Che cosa cambierebbe se Betelgeuse esplodesse come supernova, ad esempio di tipo I ?

Le supernove di tipo I raggiungono una magnitudine media pari a $M_{BOL} = -18,5$, ma qualcuno afferma anche $-19,1$. Noi ci accontenteremo del valor medio $-18,8$. Questo, naturalmente, significa anche:

$$2,5 \text{Log}(L_{BETELGEUSE-SUPERNOVA} / L_{SOLE}) = M_{BOL(SOLE)} - M_{BOL (BETELGEUSE SUPERNOVA)}$$

Dove, sostituendo a $M_{BOL (BETELGEUSE SUPERNOVA)}$ il valore $-18,8$ e a $M_{BOL(SOLE)}$ il valore $+4,74$ avremo:

$$2,5 \text{Log}(L_{BETELGEUSE SUPERNOVA} / L_{SOLE}) = 23,54$$

da cui:

$$L_{BETELGEUSE SUPERNOVA} = 10^{9,416} L_{SOLE}$$

ovvero $L_{BETELGEUSE SUPERNOVA} = 2,61 \times 10^9 L_{SOLE}$.

Allora, questa ipotetica supernova Betelgeuse, brillerebbe con una potenza leggermente superiore a 2,5 miliardi di soli. La stessa quantità in termini di Watt sarebbe:

$$L_{BETELGEUSE SUPERNOVA} = [(2,61 \times 10^9) \times (3,86 \times 10^{26})] = 1,01 \times 10^{36} \text{ Watt}.$$

Ora che abbiamo finalmente le due luminosità, cioè quella solare e quella di Betelgeuse, sempre nell'ipotesi che quest'ultima possa brillare come una supernova di tipo I. Possiamo così calcolare il flusso luminoso che arriverebbe alla sommità della nostra atmosfera dal nostro Sole e dalla ipotetica supernova Betelgeuse. Esso risulterebbe:

$$Flusso = \frac{Luminosità}{4\pi d^2}$$

Dove la quantità $d = \text{distanza}$ dev'essere espresso in metri. Se applichiamo alla precedente equazione i due valori di luminosità troveremo, dopo qualche calcolo, che alla sommità della nostra atmosfera giunge un flusso pari a:

- 1) 1370 W/m^2 dal nostro Sole (tale valore è anche conosciuto come costante solare)
- 2) $2,78 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ cioè: $0,00278 \text{ W/m}^2$ dall'ipotetica supernova Betelgeuse.

Come vedete, alla distanza a cui si trova Betelgeuse pur brillando ad un regime maggiore di 2 miliardi e mezzo di soli, il suo flusso è disperso su un'immensa sfera con un raggio pari 567 anni luce. L'effetto che produce tale dispersione, determina una situazione per cui il flusso che noi potremmo ricevere, da Betelgeuse, sulla terra, sarebbe comunque una quantità assai piccola rispetto a quella che riceviamo dal nostro Sole.

In tale circostanza, se escludiamo eventuali burst X e gamma, possiamo probabilmente affermare che un simile flusso, non dovrebbe produrre effetti biologici negativi sul nostro pianeta! Forse qualche effetto potrebbe essere imputato, a livello della magnetopausa solare, la quale potrebbe ridurre la sua estensione a causa dell'onda d'urto che trasporta il plasma espulso dall'eventuale deflagrazione di Betelgeuse, ma nulla più.

La nostra ipotetica supernova Betelgeuse, alla distanza a cui si trova, ed ammettendo che possa raggiungere al suo massimo una magnitudine assoluta pari a $-18,8$, sarebbe un oggetto che in cielo raggiungerebbe una magnitudine visuale pari a $-12,60$, cioè simile a quella della Luna piena, la quale vale -13 , mentre quella solare vale $-26,5$.

Ora potremmo chiederci, invece, a quale distanza da noi dovrebbe trovarsi questa ipotetica Betelgeuse supernova, avente una magnitudine di $-18,8$, tale che un osservatore sulla Terra osservi una magnitudine apparente pari a quella solare, la quale ammonta a $-26,5$? Questo calcolo possiamo farlo osservando che la differenza tra le due magnitudini è $(m-M) = -7,7$. Quindi verifichiamo dove si realizza questa condizione utilizzando la seguente equazione:

$$\text{Log } d = 0,2 [(m-M) + 5]$$

Risolvendo la precedente equazione possiamo determinare questa distanza come:

$$\text{Log } d = -0,54$$

Ovvero la distanza a cui dovrebbe trovarsi l'ipotetica supernova Betelgeuse, per far sì che si possa ricevere un flusso almeno pari a quello che riceviamo dal nostro Sole. Essa è:

$$d = 10^{-0,54} = 0,288 \text{ pc.}$$

Il che vuol dire anche $0,288 \text{ pc} = 0,939$ anni luce = 59404 Unità Astronomiche.

In definitiva e se non ho sbagliato nessun calcolo, l'ipotetica supernova Betelgeuse, per apparire luminosa quanto il nostro Sole, e quindi irrorare la Terra con un flusso pari a quello che riceviamo

dal nostro Sole, dovrebbe trovarsi ad una distanza di poco inferiore all'anno luce, quindi quattro volte più vicina di Proxima Centauri (la stella più vicina del sistema triplo di Alfa Centauri).

Dunque affinché l'affermazione che abbiamo letto in Rete sia veritiera, e cioè che la Terra possa essere illuminata da due soli per alcuni giorni, si dovrebbero verificare due cose. La prima che ci sia l'esplosione di Betelgeuse come supernova almeno di tipo I e la seconda, che qualcuno, forse il buon Dio, provveda a spostarla fino a 0,939 anni luce dalla Terra (dai 495 a.l. e 640 a.l. di distanza alla quale si trova)!

Che altro dire, se non che la geometria predisposta da madre natura per l'Universo, sembra sia stata costruita tenendo presente tutte le esigenze necessarie a preservare l'eventuale vita biologica, ovunque essa possa essersi sviluppata. Tutto questo è stato fatto dimensionando in modo accurato l'ambiente cosmico. Assicurando, cioè, distanze tali tra gli oggetti, che permettano a ciascuno di essi di fare un po' di baccano a casa propria, senza tuttavia prevaricare né annientare, gli abitanti dei quartieri confinanti!

Segnalato dal socio Beppino Ponte, l'articolo è stato utilizzato per gentile concessione dell'autore, socio del Gruppo Astrofili Eporediesi.