

15/06/2016 – Le supernove e la Terra

Il satellite ESA per lo studio di raggi γ “INTEGRAL”, osservando un campione molto ampio di galassie simili alla nostra, ha confermato le precedenti stime sulla frequenza di supernove di tipo II nella Via Lattea: circa una ogni 50 anni. Non le vediamo, salvo che non siano molto vicine, poiché esse esplodono nei bracci di spirale dove c'è intensa formazione di stelle e, di conseguenza, anche molta polvere che assorbe la radiazione visibile. Ricordiamo, se ce ne fosse bisogno, che le supernove di tipo II corrispondono alla morte di stelle massicce (maggiori di 8 – 10 M_{\odot}) e di vita breve, che muoiono scaraventando molta materia nuclearmente riciclata fino a elementi pesanti come l'oro e l'uranio e, come nel caso della Crab, lasciano come resto una piccola stella di neutroni o – se sono di massa ancora maggiore – un buco nero. In ogni caso si tratta di stelle “di disco” come il Sole.

Conformemente a questo ritmo, e conoscendo ormai abbastanza la dinamica della nostra galassia, è possibile calcolare (statisticamente) la frequenza di esplosione di una supernova di tipo II a varie distanze dalla Terra, cominciando da quelle *veramente* molto vicine: diciamo 30 anni-luce, che viene considerata la distanza di *grave pericolo* per la vita, e al disotto della quale sarebbe possibile la sterilizzazione dell'intera superficie terrestre. Ebbene: un incontro così ravvicinato avviene, in media, ogni 250 milioni di anni. Giacché la Terra ha un'età di 4,5 miliardi di anni, pur con tutte le fluttuazioni statistiche immaginabili, una supernova *vicinissima* deve essere esplosa tra le 15 e le 20 volte.

Sulla superficie terrestre non arriva dalla supernova direttamente la radiazione γ , poiché quest'ultima è totalmente assorbita dall'atmosfera. Il danno – molto grave – viene da un'altra parte. Infatti, la radiazione γ distrugge totalmente lo strato di ozono, e favorisce la combinazione dell'azoto e dell'ossigeno in monossido di azoto il quale, in tempi brevi, reagisce ancora con l'ossigeno per formare il biossido di azoto. Vediamo le conseguenze di questi cambiamenti chimici dell'alta atmosfera.

In assenza di ozono atmosferico, come sappiamo, i raggi ultravioletti del nostro Sole giungono quasi inalterati fino alla superficie terrestre. Il primo elemento biotico a risentirne è il *fitoplankton*, che viene letteralmente “bruciato”. Purtroppo, il fitoplankton è alla base della catena alimentare dell'intero mondo ittico, e il risultato della sua sparizione è l'avvio di un'estinzione di massa negli oceani. Quanto grave, dipende da quanto ultravioletto solare giunge fino a terra, e per quanto tempo. Cosa che non è facile da calcolare, purtroppo.

Sulla superficie delle terre emerse, poi, sappiamo che l'ultravioletto non è certo il benvenuto. Anche qui tende a “bruciare” parte del mondo vegetale che, guarda caso, è alla base della catena alimentare animale. Inoltre è causa di mutazioni genetiche e, soprattutto, di tumori della pelle nel mondo animale stesso. Ma non finisce qui. Il biossido di azoto è un gas più pesante dell'aria, e scende fino al suolo. Provoca tosse, convulsioni e danni irreversibili ai polmoni anche a concentrazioni molto basse, ed è questo il motivo per cui diverse case automobilistiche tedesche

sono finite nei guai a causa delle emissioni di biossido di azoto dai motori diesel (non si sa perché, ma i tedeschi hanno sempre avuto problemi con i gas...).

Fin qui la teoria: abbiamo, però, conferme *sperimentali* che nel passato siano esplose supernove di tipo II nei dintorni della Terra, a parte le *estinzioni di massa* che si sono verificate in gran numero, secondo quanto ci dice la paleontologia, ma che potrebbero anche essere state causate da altri incidenti? Le abbiamo.

L'isotopo ^{60}Fe decade, con una vita media di 2,6 milioni di anni, nel suo cugino stabilissimo ^{56}Fe . Di conseguenza, non possiamo certo attenderci che il ^{60}Fe esistente all'atto della formazione del nostro pianeta (innescata, tra l'altro, dall'esplosione di una supernova, come fanno fede gli elementi pesanti presenti sulla Terra) sia ancora in giro: è passato troppo tempo. Se ne troviamo, vuol dire che nei dintorni (abbastanza immediati) è scoppiata una supernova di tipo II che ha scagliato questo elemento sulla Terra. Ebbene: tra 1,7 e 3,2 milioni di anni fa (la datazione è ancora imprecisa) deve essere scoppiata una supernova vicina, poiché si trova molto ^{60}Fe negli strati geologici corrispondenti. Analogamente, circa 8 milioni di anni fa ce ne deve essere stata un'altra, poiché anche in questo caso troviamo del ^{60}Fe . Per curiosità, nella stessa epoca, nel tardo Miocene, ci sono stati radicali cambiamenti della fauna su tutta la superficie del pianeta.

Come mai questa vicinanza tra due eventi rari? La risposta potrebbe essere che quando la Terra percorre una zona galattica compresa tra due bracci di spirale, è improbabile incontrare stelle di grande massa che esplodono come supernove, mentre queste sono più frequenti durante gli attraversamenti dei bracci di spirale, caratterizzati da formazione stellare intensa. Per il momento, dunque, dovremmo essere tranquilli, anche se ci stiamo dirigendo verso il Braccio di Orione...

Un momento, però: non ci sono mica soltanto le supernove di tipo II a fare un bel botto; ci sono anche quelle di tipo Ia, che sono le *candele standard* cosmologiche. E queste si trovano dappertutto; anzi: è difficile individuare una pre-supernova di tipo Ia poiché, se non la si studia in dettaglio, sembra una banale subgigante come ne esistono a miliardi. Ma la stella brillante può avere una *compagna oscura*, e cioè una nana bianca che succhia la materia alla subgigante, fino ad arrivare a circa $1,4 M_{\odot}$. A quel punto la nana bianca *implode* e si trasforma in stella di neutroni, con l'emissione di una quantità di energia spaventosa. Ce ne sono, vicino al Sole?

Sì: quella discussa in maggior dettaglio è IK Pegasi, in cui la stella luminosa è in sequenza principale, prossima a trasformarsi in subgigante, mentre la compagna invisibile è una nana bianca già abbastanza massiccia per conto suo, che tra poco (su tempi astronomici) comincerà a succhiare materia dall'altra stella. Fortunatamente, il moto proprio di IK Pegasi la sta portando lontano dal Sole cosicché, quando succederà il fattaccio, non ci darà fastidio. E se ce ne fosse qualcun'altra?

L'unica constatazione di un certo valore è che, in 4 miliardi di anni, la vita ha incontrato momenti difficili, e una volta si è estinto fino al 90% delle specie viventi. Ma noi siamo qui, e ciò dovrebbe confortarci. Speriamo di poter vedere un giorno una bella supernova, ma distante più di 300 anni-luce (oltre questo limite, i danni all'ecosistema terrestre dovrebbero essere irrilevanti), più brillante della Luna piena, ma che non ci dia fastidio. Potrebbe essere Betelgeuse, a 430 anni-luce di distanza.