natura

Sui prati di Mugnano: una passeggiata fra le stelle

di Paolo Michelini

Un tempo era facile guardare le stelle, bastava sostare un poco alla finestra o sedere sul gradino di casa e lasciare che gli occhi si perdessero nell'immensità della volta celeste, punteggiata di luci scintillanti.
Oggi, assediati dalle luci della città e avvolti in un'atmosfera spesso inquinata, questo modo di elevarsi fra la bellezza dell'infinito è diventato un privilegio concesso a pochi, a chi riesce ad allontanarsi dal caos della "civiltà tecnologica" per immergersi nella natura.
Questa opportunità è stata offerta a noi, soci del Gruppo di Studi "Progetto 10 righe", e ai nostri amici (venuti numerosi da Sasso Marconi, dai comuni vicini, anche da Bologna) che abbiamo partecipato alla camminata notturna, organizzata dalla nostra associazione, il 22 giugno di quest'anno, lungo i sentieri dei Prati di Mugnano (vedi fig.1).

Il firmamento delle lucciole del bosco

La passeggiata si è svolta esattamente "fra" le stelle, non solo "sotto" le stelle, perché già verso le ore 22, man mano si andava attenuando la luminosità del cielo (tarda a spegnersi essendo il giorno successivo al Solstizio d'estate) si poteva assistere all'accendersi di un firmamento di piccole luci danzanti nell'oscurità del sottobosco. Si era aperto il sipario sulla notte della natura ai Prati di Mugnano, uno spettacolo da fare invidia a Broadway: entrava in scena il corpo di ballo delle piccole lucciole, con l'accompagnamento musicale dei grilli e degli uccellini del bosco.



Fig. 1 – Il Sole tramonta sui Prati di Mugnano (foto P.Michelini)

Una visione straordinaria e insolita, così ricca di fascino e di suggestione da suscitare esclamazioni di meraviglia nei partecipanti alla passeggiata di ogni età, e soprattutto nei bambini, per alcuni dei quali è stata un'incredibile scoperta.
Questo piccolo insetto, che all'imbrunire illu-

Fig.2 – Esemplare femmina di lucciola (Lampyris noctiluca) (sito internet: www.glowworms.org.uk)



mina con la sua lanterna intermittente gli angoli bui del bosco, a causa dell'impiego generalizzato in agricoltura di pesticidi chimici, è diventato raro anche sul nostro Appennino.

Le specie più diffuse da noi sono la *Luciola italica* e la *Lampyris noctiluca*, appartenenti alla famiglia dei Lampiridi, provvisti di organi luminosi situati negli ultimi segmenti addominali del corpo. La luce viene emessa grazie alla presenza nell'epidermide di due sostanze, la luciferina e la luciferasi: la seconda funziona come un enzima che produce l'ossidazione della prima con liberazione di energia luminosa.

Insetti cugini delle nostre lucciole, appartenenti al genere dei Pirofori, più luminosi di queste ultime e diffusi nelle regioni del centro-America, vengono utilizzati talora dagli indigeni della foresta per illuminare le capanne, e le ragazze usano adornarsene i capelli durante le feste notturne.

Le lucciole che volano sono gli individui maschi; le femmine rimangono tra le erbe, ed emettono una luce più intensa che ha la funzione di richiamo sessuale. È stato rilevato che quando le femmine ricevono i lampi luminosi emessi dai maschi, sincronizzano con essi la loro frequenza di lampeggio (vedi fig.2).

L'universo stellato

Ritorniamo ora alla nostra camminata notturna sui Prati di Mugnano. Più tardi, al termine del giro, verso le 23 e 30', ci fermiamo con il gruppo su di un poggiolo sopraelevato e, guidati da un amico, l'ing. Claudio Lanciotti, appassionato ed esperto di astronomia, iniziamo ad esplorare con lo sguardo il firmamento celeste.

La notte è serena, siamo lontani dalle luci della città e, mentre i nostri occhi vagano nell'immensità del cielo, abbiamo l'impressione di essere avvolti da un'enorme sfera blu, sulla quale sembrano infissi la luna, i pianeti, e le lucette di innumerevoli stelle.

Il nostro animo si colma di sensazioni contrastanti. Da un lato, quiete e serenità nell'abbandono totale di noi, piccole creature, nell'infinito; dall'altro, curiosità insaziabile di sapere, conoscere e capirne gli eterni meccanismi. L'essere umano è, per sua natura, un gran "ficcanaso", sempre pervaso dal desiderio di scoprire la ragione di tutto ciò che lo circonda.

Da qui la pioggia di domande che ha investito la nostra guida nel cosmo, Claudio. Quest'ultimo, fornendoci con grande disponibilità spiegazioni chiare e semplici, ha trattato argomenti di enorme interesse, che meritano di essere di seguito riportati e approfonditi.

Come orientarci fra gli astri della volta celeste

Guardando di notte, ad occhio nudo, il cielo stellato, ci si perde letteralmente fra quella miriade di candeline tremolanti, per noi misteriose e sconosciute. Claudio ci insegna come è possibile orientarci e riconoscere gli astri più significativi.

Di solito si prende come riferimento la costellazione dell'Orsa Maggiore, detta anche GRANDE CARRO, che ha il vantaggio di essere visibile nel nostro emisfero tutto l'anno. È formata da sette stelle luminose.

Gli antichi latini (come prima di loro gli antichi greci) affascinati dal mistero dell'Universo, proiettavano nella cupola celeste le loro concezioni religiose e mitologiche, popolando il cielo di cose a loro famigliari. Perciò le sette stelle del Carro venivano assimilate a sette buoi, ovvero, in lingua latina "septem trione"; da qui deriva la parola "settentrione", in quanto il Grande Carro si trova sempre in direzione nord, ed è il punto di partenza per ricercare la STELLA POLARE.

Per individuarla ci si posiziona in corrispondenza della parte opposta al timone del Carro, e si prolunga la linea virtuale, che unisce le due stelle che rappresentano le "ruote posteriori", di circa quattro volte (vedi fig. 3).

Si chiama Stella Polare perché indica in ogni periodo dell'anno il nord; infatti se idealmente si infilza il nostro pianeta con uno spillone dal polo sud al polo nord, e lo si prolunga fino alla volta celeste, si intercetta la Stella Polare.

Ora, se prolunghiamo con una linea retta le due stelle più esterne del timone del Carro, incontriamo una bella stella rossa che si chiama ARTURO. È la stella più splendente dell'emisfero settentrionale, dista 37 anni luce dalla Terra. Ha un diametro supe-

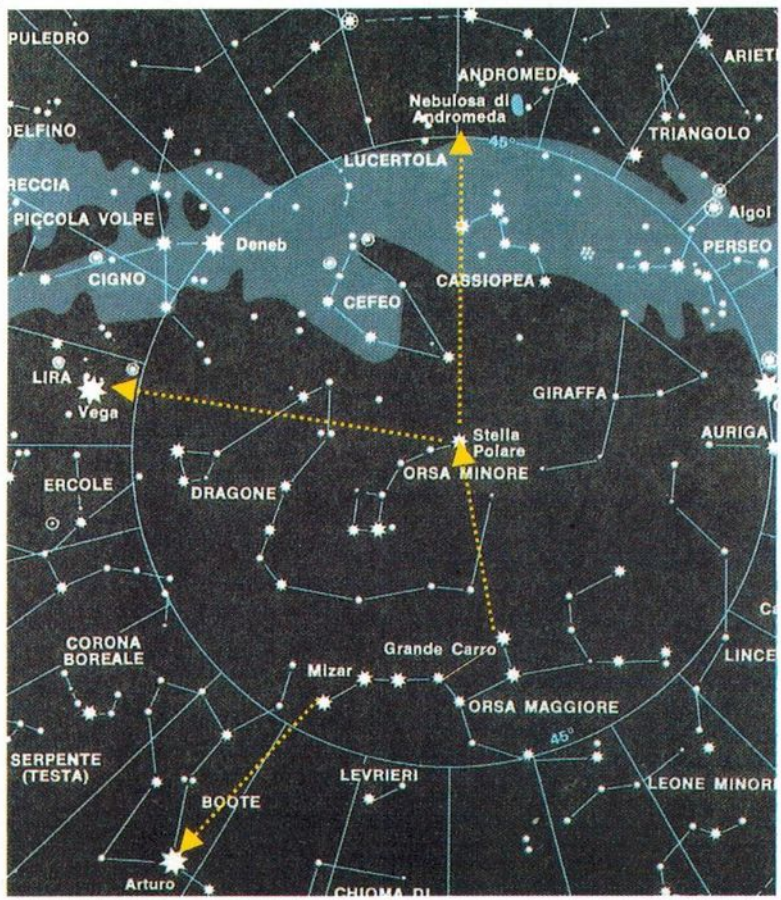


Fig.3 – Mappa di una porzione della volta celeste vista dall'emisfero boreale (tratta da: Il grande atlante del mondo, Milano)

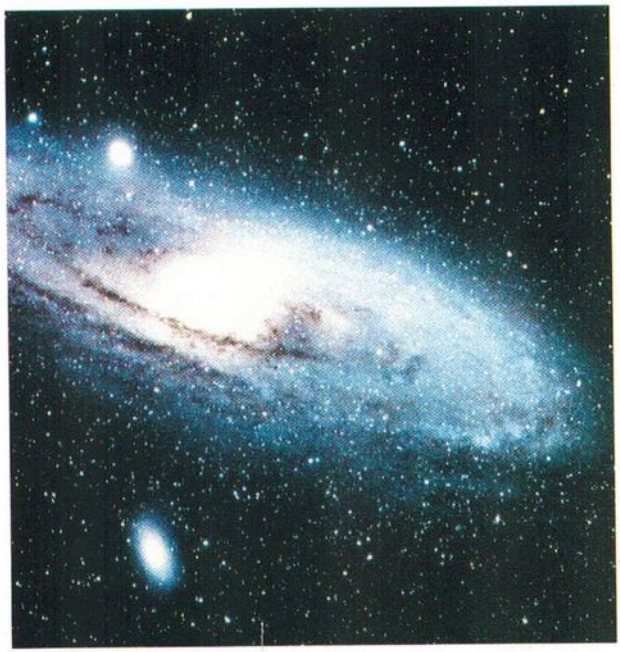


Fig.4
Fotografia della galassia Andromeda M31 a spirale, che dista dalla Terra due milioni di anni luce - (sito internet: astrolink.mclink.it/messier/m/m031.html)

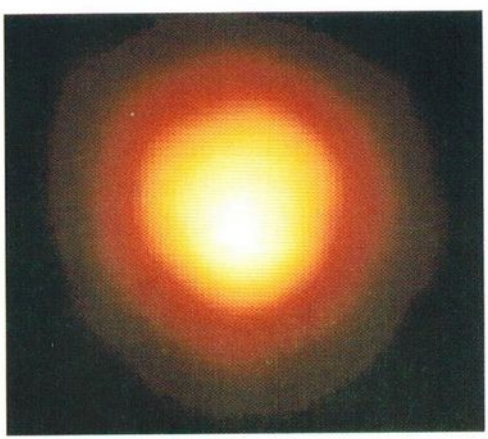
riore a 10 volte quello del nostro Sole, ed è classificata dagli astronomi come stella "gigante rossa", con riferimento alla fase in cui si trova nel ciclo della sua vita (spiegheremo più avanti il significato di questo appellativo).
Fa parte di una costellazione anticamente battezzata: "Boote" (il "Bifolco"), che è legata alla costellazione dell'Orsa, infatti Arturo è il nome che, tradotto dal greco, significa: guardiano dell'orso.

Se torniamo indietro con l'occhio e proseguiamo lungo la retta che dal Carro ci ha condotto alla Stella Polare, riportando, a partire da questa, circa sette volte la solita distanza fra le "ruote posteriori", troviamo la costellazione di ANDROMEDA. È un gruppo di stelle significativo, perché contiene l'oggetto astronomico più lontano visibile a occhio nudo: la galassia Andromeda, appunto, (vedi fig.4) che appare nel cielo come una macchiolina, e dista da noi più di due milioni di anni luce (ciò significa che la luce che oggi giunge ai nostri occhi, viaggiando alla velocità di 300.000 km/secondo, è partita da Andromeda due milioni di anni fa, quando l'uomo viveva ancora nell'età della pietra).
Ad ovest rispetto alla Stella Polare, circa alla stessa distanza sopra indicata, troviamo un'altra costellazione interessante: la LIRA (vedi fig.3), che contiene VEGA, una delle stelle più luminose del cielo estivo, che dista da noi 25 anni luce. Questa costellazione è costituita da quattro stelle che formano un rombo, più due stelle, Vega ed Epsilon, esterne al rombo. La stella che più attira l'attenzione degli appassionati è la Epsilon, la famosa "doppia doppia". È sufficiente un buon binocolo per scorgere che questa stella è formata da due astri vicinissimi; poi, con un telescopio amatoriale, si nota che questi, a loro volta, sono formati da una coppia di stelline, per un totale di quattro. Ruotano tutte attorno ad un centro comune, legate dall'attrazione gravitazionale.
Osserviamo poi, nella mappa del cielo, quella fascia di aspetto lattiginoso che attraversa da est ad ovest la volta celeste: è la VIA LATTEA ossia la nostra Galassia (dal greco gàla = latte). È un insieme di oltre 100 miliardi di stelle, e comprende il nostro Sole, i suoi pianeti, e tutti quegli astri che noi possiamo vedere dalla Terra senza l'aiuto di strumenti particolari. Ha la forma di un'immensa spirale, da cui si dipartono lunghi bracci; il suo diametro misura circa

100.000 anni luce, ed ha uno spessore al centro di 15.000 anni luce (vedi nella fig.4 la galassia Andromeda a spirale, con struttura simile alla Via Lattea). Noi, insieme al nostro Sole, abitiamo in un braccio periferico, a circa 30.000 anni luce dal centro, e ruotiamo nello spazio assieme alla Galassia, attorno al suo nucleo, ad una velocità di 980.000 km/ora. (Una velocità folle, per noi inconcepibile! Fortunatamente non ce ne accorgiamo).
La nostra Galassia però è solo un piccolo angolo dell'Universo; gli strumenti ottici più potenti ci consentono di osservare nello spazio una quantità innumerevole di altre galassie, dalle forme più disparate, ciascuna popolata, come la nostra, da miliardi di stelle.

Il "film" della vita di una stella, e il destino del nostro Sole

Nessun essere umano potrà mai seguire l'evoluzione della vita di una singola stella, che copre un arco di tempo di miliardi di anni. Noi però abbiamo la possibilità di osservare al telescopio le immagini di una moltitudine di stelle, ciascuna delle quali si trova in una certa fase del ciclo della propria vita. È come poter osservare tanti fotogrammi di un film e ricostruirne la trama.
Il nostro Sole è una stella di massa media, come tante altre nel cosmo, che è nata, assieme ai pianeti del Sistema Solare, a partire da una NEBULOSA, ossia da un'immensa nube di polvere cosmica e di gas Idrogeno (l'Idrogeno è l'elemento più diffuso nell'Universo, ed è anche il più semplice come struttura dell'atomo, formato da un solo protone e un solo elettrone).
La forza di gravità ha provocato una contrazione della massa di questa nebulosa verso il nucleo centrale e, man mano che la densità della materia aumentava, l'attrito fra gli atomi di Idrogeno in movimento ha fatto aumentare enormemente la temperatura. Quando il riscaldamento ha raggiunto un livello sufficientemente elevato, parliamo di milioni di gradi, la stella si è "accesa", ossia si sono innescate delle reazioni nucleari che fondono gli atomi di Idrogeno e li trasformano in atomi di gas Elio. (L'Elio ha un atomo con due protoni, però in questa reazione si ha una consistente perdita di massa che, per la famosa formula di Einstein $E=mc^2$, si trasforma tutta in energia, quella che noi riceviamo dal Sole sotto forma di luce e calore).

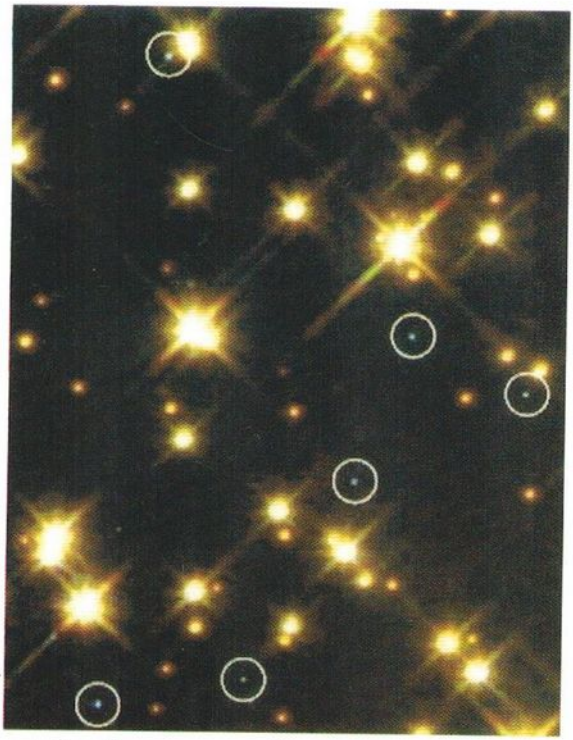


Questa fusione nucleare produce anche una violenta espansione dei gas coinvolti nella reazione, che si contrappone alla forza di gravità, e crea così un "equilibrio meccanico" che impedisce il collasso della stella e si mantiene stabile per tutta la sua vita attiva, fino a che la "benzina"

Fig.5 – Fotografia della stella Betelgeuse, nella costellazione di Orione, che ha raggiunto la fase di "gigante rossa", ed è fra le 10 stelle più brillanti del cielo (sito internet: www. pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A3003EVO.HTM)

Idrogeno non si esaurisce (il nostro Sole, che, come abbiamo detto ha circa 4,5 miliardi di anni, è una stella considerata dagli astronomi "di mezza età", per la quale si stima un periodo di vita residuo di uguale durata).
Ma cosa accadrà al nostro Sole al termine della sua vita?
Quando l'Idrogeno si sarà trasformato tutto in Elio, inizierà il processo di morte della stella. In questa fase il raggio tende ad aumentare sempre di più e il disco solare cambia di colore progressivamente passando dal giallo al rosso; il Sole si trasforma in una stella detta: GIGANTE ROSSA. L'espansione degli strati superficiali arriva ad inglobare l'orbita dei pianeti più vicini, Mercurio e Venere, e il calore sulla superficie della Terra diventa tale che cessa qualunque forma di vita (vedi fig.5).

Fig.6 – Immagine dell'ammasso globulare M4, una porzione della nostra Galassia, che contiene oltre 100.000 stelle: sono evidenziate con dei cerchietti sette stelle che si trovano nella fase di 'nane bianche' (sito internet: www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A3003EVO.HTM)



In queste condizioni, la temperatura nel nucleo della gigante rossa raggiunge un livello tanto elevato che inizia anche la combustione termonucleare dell'Elio, che si trasforma gradatamente in atomi più pesanti: Carbonio, Azoto ed Ossigeno. Ciò produce una consistente perdita di massa della stella che collassa su se stessa, trasformandosi in una NANA BIANCA, destinata a raffreddarsi man mano nel tempo, fino a diventare una stella definitivamente morta, detta NANA BRUNA, non visibile a distanza perché non brillante (vedi fig. 6).
Questo sarà il destino del nostro Sole, ma noi, molto probabilmente, causa impegni di forza maggiore, non potremo assistere a questi strabilianti eventi.

Stelle che bruciano la propria vita e... partoriscono "buchi neri"

Abbiamo detto che il Sole è una stella di massa media. Però esistono, fra gli astri che affollano il cosmo, stelle di taglia large ed altre extra-large che hanno, rispetto al Sole, una vita più breve ("solo" alcuni milioni di anni) ma più turbolenta.
Nella seconda categoria rientrano le stelle che hanno una massa non molto superiore a quella del Sole (fino a 8 – 9 volte). Queste ultime, esaurito tutto il combustibile e raggiunto lo stadio di nane bianche, nella fase di agonia della loro vita, possiedono una tale quantità di materiale accumulato sulla superficie che la spinta verso il centro, dovuta alla forza gravitazionale, è elevatissi-

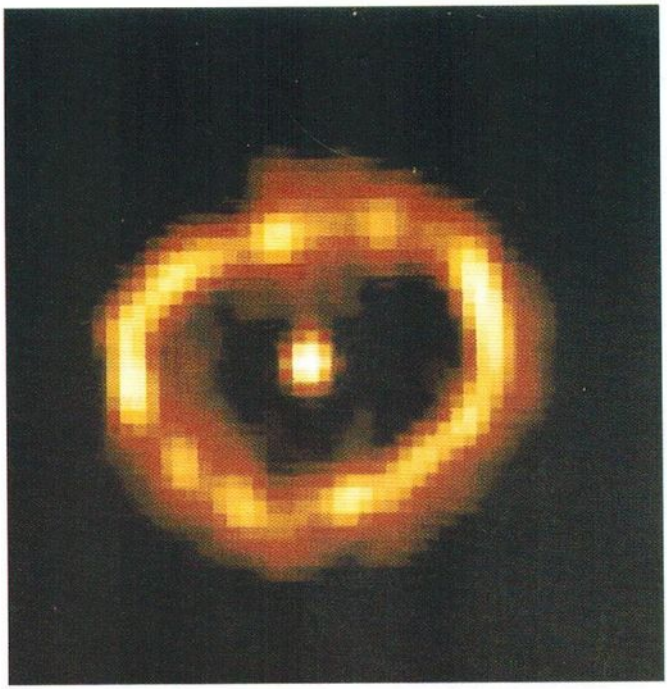


Fig.6/1 – La Nova Cygni 1992, visibile nella costellazione del Cigno, è una "nova" esplosa nel febbraio 1992.
Questa immagine, ripresa dal Telescopio Spaziale Hubble, mostra un guscio ad anello che è ciò che resta del gas emesso durante l'esplosione
(sito internet: www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A3003EVO.HTM).

ma. In queste condizioni di massima pressione, si attivano altre reazioni nucleari, con temperature di milioni di gradi, che fondono protoni, neutroni ed elettroni dando origine a nuovi elementi, più complessi e pesanti (Magnesio, Silicio ecc. fino al Ferro, che possiede nell'atomo 26 protoni) poi esplodono, emettendo nel cielo un'improvvisa eccezionale luminosità. Il materiale prodotto viene proiettato con violenza nello spazio. Queste stelle sono dette NOVAE, e furono così battezzate fin dall'antichità perché, apparendo improvvisamente luminose, erano ritenute stelle nuove (vedi fig. 6/1).
L'ultima categoria è quella delle stelle di grande massa (almeno 10 volte quella del Sole, e oltre).
Anche queste, al termine della loro vita, come le novae, esplodono; però danno luogo ad una deflagrazione di così immane violenza che una singola stella acquista nel cielo una luminosità pari a quella di un'intera galassia, formata da miliardi di stelle. Sono chiamate SUPERNOVAE. Durante l'esplosione le temperature interne arrivano a miliardi di gradi, facendo innescare ulteriori reazioni nucleari che danno origine a tutti gli elementi metallici più complessi del Ferro (Rame, Zinco, Argento, Oro ecc...). Questi materiali vengono anch'essi violentemente disseminati nel cosmo, e alimentano le nebulose da cui nasceranno nuove stelle.
Talora accade che, dopo la fase di supernova, se la massa iniziale è molte volte superiore a quella del Sole, ciò che resta della stella ha ancora un peso enorme e, per effetto della forza di gravità, collassa su se stessa. La densità allora aumenta esageratamente, e si forma un corpo sempre più piccolo con una massa talmente concentrata che genera attorno a sé un campo gravitazionale immenso. È come un "vortice oscuro", in grado di attirare entro di sé, e di far scomparire, qualunque corpo o particella che entri nel suo raggio d'azione: neppure la luce può attraversarlo e uscirne, perciò è stato chiamato in modo appropriato: BUCO NERO.

Noi siamo polvere di stelle

Questo è l'ultimo argomento, strettamente collegato al precedente, di cui abbiamo parlato con il nostro amico Claudio, sotto la cupola stellata dei Prati di Mugnano.

L'astronomia è una materia affascinante, però per alcuni aspetti è ostica, perché coinvolge concetti complicati di fisica, chimica e matematica, materie non a tutti simpatiche: perciò chi è arrivato a leggere queste righe fin qui, senza abbandonare, merita un applauso!

Ora concentriamoci su quella navicella spaziale, chiamata Terra, sulla quale noi navighiamo, in orbita attorno al Sole.

Poniamoci questo interrogativo. Qual è l'origine della materia di cui sono composti il nostro pianeta e gli esseri viventi che lo abitano?

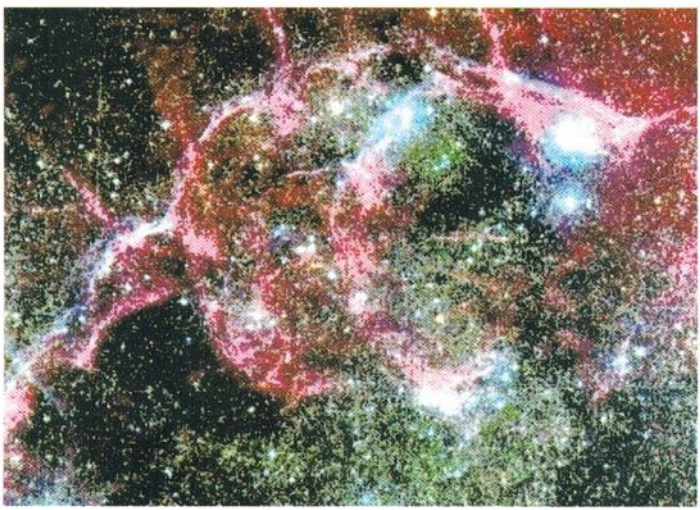


Fig. 7 – Tracce della disintegrazione di una supernova che ha prodotto la nebulosa della Vela, nella costellazione del Cigno (sito internet: www.pd.astro.it/MOSTRA/NEW/A3003EVO.HTM).

Dobbiamo partire dall'inizio, da quel famoso "BIG BANG" che, come concordano ormai tutti gli scienziati, segna il momento della nascita dell'UNIVERSO, avvenuta circa 15 miliardi di anni fa.

Quest'ultimo, in modo quasi inconcepibile per la nostra mente, a partire da quella data continua ad espandersi uniformemente, con le sue stelle e le sue galassie, alla velocità di migliaia di km. al secondo, nello spazio INFINITO!

I modelli più verosimili, che descrivono l'origine dell'Universo, ci dicono che questo era all'inizio composto quasi esclusivamente di atomi di Idrogeno ed Elio. La graduale diminuzione dell'altissima temperatura iniziale fece sì che, a poco a poco, la materia cominciò a raggrumarsi in nubi di gas che, come abbiamo già detto, collassando su se stesse, diedero origine a stelle e galassie. Infatti, analizzando con lo spettroscopio la composizione di ogni singola stella, gli studiosi rilevano che è costituita prevalentemente di gas Idrogeno ed Elio.

Se esaminiamo con la stessa strumentazione il nostro Sole, ci accorgiamo che, in aggiunta a un 98% di Idrogeno ed Elio, sono presenti altri elementi più pesanti, per una percentuale prossima al 2%. Poi, se estendiamo l'analisi ai pianeti che ruotano attorno al Sole, compresa la nostra Terra, che conosciamo molto bene, riscontriamo che c'è una grande varietà di elementi chimici pesanti e complessi.

Nella nostra atmosfera troviamo soprattutto Azoto, Ossigeno e Anidride Carbonica; nell'acqua Idrogeno ed Ossigeno; nel corpo solido del pianeta c'è prevalenza di Ferro, Nichel, Silicio, Magnesio e Alluminio (i cosiddetti NIFE, SIMA e SIAL); nelle rocce incontriamo ogni genere di metalli (Rame, Zinco, Argento, Oro, Uranio, ecc.); infine negli organismi viventi: Azoto, Ossigeno, Idrogeno, Carbonio, Calcio, assieme a Cloro, Sodio, Ferro ecc.
Ci chiediamo: cosa è successo? Come mai nel nostro Sistema Solare si trova una molteplicità di elementi pesanti che non era assolutamente presente all'origine dell'Universo?



Fig.8 – Oro nativo su quarzo proveniente dalla California (Museo Civico di Storia Naturale di Milano foto tratta da Minerali e rocce, 1968)

È successo che dal momento del "big bang" alla nascita della stella Sole, assieme ai suoi pianeti (che abbiamo datato a circa 4,5 miliardi di anni fa), sono trascorsi oltre 10 miliardi di anni. E in questo enorme lasso di tempo una gran moltitudine di stelle sono nate, sono invecchiate e sono morte. In particolare le stelle più "massicce" del Sole, come abbiamo spiegato, a partire dagli atomi semplici di Idrogeno ed Elio, hanno sintetizzato, attraverso reazioni a temperature elevatissime, gli elementi complessi già citati, poi esplodendo hanno proiettato con violenza questi materiali nello spazio.
Così è nato il nostro Sole, che può essere considerata una stella "di seconda mano", fatta cioè di atomi "riciclati", formatisi all'interno di quelle fornaci nucleari che sono le stelle novae e supernovae.
Se guardo l'oro dell'anello che porto al dito, non posso fare a meno di pensare con incredulità che, miliardi di anni fa, si è formato nel ventre di una stella supernova, e ha attraversato immensi spazi cosmici prima di arrivare nella mia mano. Questa è anche la spiegazione della rarità dell'oro in natura; infatti è uno dei metalli con il maggior numero di protoni nell'atomo (ne ha ben 79, e tutto era partito dall'Idrogeno che ne possiede uno solo), ciò significa che è stato sintetizzato alle temperature più elevate (vedi fig. 8).
In conclusione: il suolo su cui camminiamo, l'aria che respiriamo, l'acqua che beviamo, i cibi di cui ci nutriamo e quindi il nostro corpo, non sono altro che materia stellare rielaborata. Per nostra fortuna! Perché in assenza di questi elementi, noi non potremmo esistere, né potremmo leggere il meraviglioso libro dell'Universo.
Allora, senza ombra di dubbio, ha un senso l'affermazione, un po' sentimentale e romantica, che noi siamo polvere di stelle.