

non lontana dal Mare Tirreno: Roma. Aumentiamo ancora il nostro ingrandimento per vedere di più. Stiamo guardando il centro e non crediamo ai nostri occhi. Non riusciamo a trovare né l'Altare della Patria (e non si può dire che non darebbe nell'occhio!) né la piazza e il Palazzo Venezia. Guardiamo attentamente nelle vicinanze e non riusciamo a trovare più neppure il Colosseo. Non riusciamo a capire: il fatto di esserci spostati istantaneamente nello spazio non può aver provocato la sparizione di tutto ciò che avevamo visto solo fino a poche ore prima.

In realtà nulla è sparito: ciò che cerchiamo non è ancora comparso.

Avevamo visto che l'astronomo che fotografava Orione nel 1970, in effetti registrava eventi che si erano svolti 1950 anni prima, così ora, inversamente, guardando la Terra da un pianeta a 50 anni luce di distanza da Orione, assistiamo a ciò che è accaduto già da 1900 anni. E, se guarderemo attentamente, vedremo al posto del Colosseo un laghetto, intorno al quale, dal Colle Oppio al Palatino, si stende, enorme, la Domus Aurea di Nerone e al posto dell'Altare della Patria il tempio di Giunone Moneta, fronteggiante l'altro di Giove Capitolino, il più sacro tempio, sul luogo più sacro di Roma: il Campidoglio. Così la storia di quasi duemila anni fa viene a cadere sotto i nostri occhi.

Ma c'è di più: dall'osservatorio sul quale immaginiamo di trovarci ora tutti gli ultimi due millenni di storia devono ancora svolgersi. Tra nove anni assisteremo all'eruzione del Vesuvio e alla distruzione di Ercolano e Pompei, negli anni successivi vedremo Roma in tutto il suo splendore e così, secolo per secolo, potremmo assistere a tutti gli eventi storici fino a rivedere l'infanzia dei nostri genitori e la nostra stessa infanzia. Naturalmente non potremmo vivere tanto a lungo da attendere quel momento, ma basterebbe correre incontro all'immagine, avvicinarci a grandissima velocità verso la Terra, e tutto si svolgerebbe con un ritmo accelerato, dipendente solo dalla rapidità del nostro spostamento.

Tutto questo è pura fantasia perché la fisica ci dice che non è possibile superare la velocità della luce e non possiamo trasportarci materialmente in un luogo lontano, per attendere un messaggio luminoso che è partito prima di noi. In altre parole, non possiamo raggiungere istantaneamente quel pianeta nei pressi della Nebulosa di Orione, come abbiamo fatto ora con la fantasia e come forse un giorno lontanissimo si potrà materialmente realizzare, anche se in un tempo lunghissimo. Non possiamo dunque vedere Tito o Traiano né lo splendore della Roma imperiale. È questo un privilegio degli attuali, evolutissimi abitanti di quel lontano pianeta. Naturalmente se esistono.

VI

Gli ammassi

GRUPPI DI STELLE

Esplorando Orione, la fotografia infrarossa ci aveva rivelato un agglomerato di deboli stelle nella zona centrale della nebulosa. L'esistenza di gruppi di stelle non è un fatto eccezionale: è possibile scoprirne moltissimi anche attraverso osservazioni normali, sia visuali sia fotografiche e anzi alcuni dei più brillanti sono ben visibili anche a occhio nudo. Il più vistoso è indubbiamente quello delle Pleiadi, ben noto a chi ha una certa familiarità col cielo stellato, citato anche dagli scrittori più antichi. Se ne parla nella Bibbia, nel Libro di Giobbe e lo ricorda Omero nell'Odissea quando dice che Ulisse, partendo dall'isola della divina Calipso, governava la sua zattera « al timone seduto, con grande maestria, volto lo sguardo... verso le Pleiadi... l'Orsa lasciando sempre a sinistra ».

La visione di questo gruppo di stelle al telescopio è eccitante. Un cannocchiale modesto, a basso ingrandimento, o addirittura un binocolo da teatro, sono sufficienti per mostrare le sei stelle principali, quelle ben visibili anche a occhio nudo, come altrettanti brillanti sorgenti dall'oscuro fondo della notte. Intorno a esse, decine di altre stelle più deboli accrescono il fulgore della zona, completando la bellezza della visione come fanno le rosette e le pietre minori di un diadema. Tutte queste stelle non formano un gruppo prospettico, né appaiono vicine per caso, ma costituiscono un insieme fisicamente associato, che gli astronomi chiamano ammasso aperto o galattico¹.

Il loro legame fisico si manifesta non solo attraverso alcune somiglianze nella composizione e nella struttura, come avevamo visto nelle associa-

¹ Gli attributi 'aperto' e 'galattico' saranno chiariti in seguito.

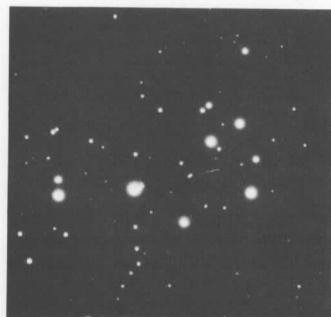


Fig.81 A sinistra, le Pleiadi, fotografate dagli astrofili bolognesi con uno strumento modesto e una posa corta, mostrano la loro caratteristica di ammasso, già rivelata nell'osservazione a occhio nudo. In basso, fotografate con una lunga posa e un maggior ingrandimento, le stelle delle Pleiadi si mostrano avvolte da nebulose azzurre, del tipo a riflessione e dello stesso colore delle stelle delle quali riflettono la luce; esse furono scoperte fotograficamente nel 1885 senza essere mai state osservate prima visualmente. Fu così mostrato che la lastra fotografica poteva rivelare oggetti nuovi in virtù della sua maggiore sensibilità nel blu anziché nel giallo, che è meglio registrato dall'occhio (foto L. Baldinelli; Mount Wilson and Palomar Obs.).



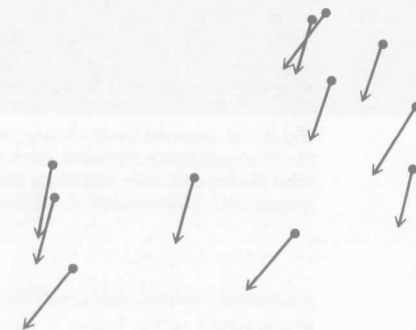
zioni, ma anche con una prova dinamica estremamente interessante che vale la pena di ricordare.

L'ammasso delle Pleiadi non è stato celebre solo nell'antichità; anche in tempi recenti è stato uno degli oggetti celesti più studiati e forse il più fotografato (FIG. 81). Le sue prime fotografie risalgono addirittura a ol-

tre un secolo fa. Se dunque alcune delle stelle che lo compongono si fossero spostate nello spazio in misura notevole, in questi ultimi anni, confrontando una delle fotografie del secolo scorso con una delle più recenti, dovremmo notare che non occupano in entrambe le stesse posizioni. L'impresa è, ovviamente, abbastanza difficile. Infatti, benché le stelle si muovano tutte certamente a grandi velocità, ai nostri occhi sembrano restare sempre immobili, negli stessi punti della volta celeste che vediamo muoversi quotidianamente come un tutto rigido, unicamente per effetto della rotazione diurna della Terra intorno al proprio asse. Per questa ragione gli antichi le chiamavano stelle fisse e le concepivano, più o meno, nel modo ricordato da Don Ferrante, «come tante capocchie di spilli ficcati in un guancialino».

Il fatto che non si osservino spostamenti evidenti è dovuto solo all'enorme distanza, che ne rallenta il moto apparente, così come ci appare volare più adagio un aereo ad altissima quota. Nonostante ciò per le stelle più veloci e, soprattutto, più vicine, lo spostamento sulla volta celeste può essere scoperto e misurato, confrontando appunto fotografie distanti nel tempo. L'effetto è tanto più evidente quanto più lungo è l'intervallo di tempo trascorso. Ed è questa una delle ragioni per cui le fotografie di oggetti celesti aumentano di valore e importanza con il passar del tempo.

Fig.82 Moto proprio delle Pleiadi: queste stelle si muovono tutte pressoché nella stessa direzione, come apparve già dal confronto delle osservazioni di Bradley del 1755 con quelle di Bessel del 1840. Qui sono indicati solo gli spostamenti di alcune fra le stelle più brillanti.



Si è così trovato che la stella apparentemente più veloce è la cosiddetta Stella di Barnard che si sposta sulla volta celeste di $10'',30$ all'anno; ciò significa che in 190 anni copre un percorso pari al diametro apparente della Luna. Simili spostamenti, che gli astronomi chiamano moti propri, sono stati messi in evidenza in moltissime altre stelle e anzi alcuni di essi

erano stati scoperti già prima dell'invenzione della fotografia, semplicemente confrontando le posizioni fornite da cataloghi compilati in varie epoche. Lo studio delle traiettorie permetteva poi di giungere a interessanti scoperte. Basterà ricordare che proprio dalla forma ondulata di alcune di esse, come abbiamo già visto, si è potuta accertare la presenza di com-



Fig.83 I due ammassi η e χ nella costellazione di Perseo fotografati dall'osservatorio di Asiago. Questi ammassi sono composti da un gran numero di stelle molto giovani e ad alta luminosità, che appaiono notevolmente concentrate data la grande distanza dei due gruppi dal sistema solare, stimata intorno a 7800 anni luce (per cortesia di L. Rosino).

pagni invisibili delle stelle, uno dei quali proprio nei pressi della Stella di Barnard.

Tornando alle Pleiadi, la possibilità di esaminare lastre molto vecchie ha permesso di ricavare i moti propri delle stelle dell'ammasso. Si è così scoperto che esse si spostano tutte nella stessa direzione e con la stessa velocità (FIG. 82). È questa una prova molto significativa del loro legame fisico. Non solo ma, misurando i moti propri di tutte le stelle presenti nel campo, si è trovato che qualche stella mescolata al gruppo si sposta, invece, in modo diverso dalle altre e deve essere considerata prospettica, mentre alcune, distanti dal centro dell'ammasso e confuse in un primo

momento con le stelle dello sfondo, appaiono muoversi insieme al gruppo e quindi fanno parte del sistema. L'ammasso appare, così, più sparpagliato, più aperto di quanto era sembrato in un primo momento. Il numero totale delle stelle che lo compongono è risultato di quasi trecento, la maggior parte delle quali concentrate su una superficie sedici



Fig.84 L'ammasso M 67. Essendo più vicino dei due precedenti (è distante poco più di 3000 anni luce) appare più sparpagliato e ugualmente composto da stelle molto brillanti anche se, in realtà, le sue stelle più luminose sono da 1000 a 10 000 volte più deboli delle stelle O e B del doppio ammasso di Perseo (Mount Wilson and Palomar Observatories).

volte quella della Luna. Il suo diametro è di una dozzina di anni luce. Le stelle più brillanti, chiamate fin dall'antichità con i nomi delle sette figlie di Atlante (Alcyone, Elettra, Maia, Merope, Taigeta, Celaeno e Asterope) sono avvolte da nebulose del tipo a riflessione che nelle fotografie a colori appaiono azzurre come sono, appunto, le stelle che le illuminano.

Le Pleiadi sono risultate non molto distanti da noi: appena 250 anni luce. Altri ammassi, come quello delle Iadi e quello del Praesepe, sono ancora più vicini. Quasi tutti gli altri, però, sono più lontani.

Oggi si conoscono 867 ammassi ma si ritiene che il numero di quelli esistenti sia molto maggiore. Ne esiste una grande varietà (FIGG. 83 e 84).

Alcuni sono molto poveri, essendo formati da poche decine di stelle; altri molto ricchi, contenendone un migliaio, come il ricchissimo ammasso doppio di Perseo (FIG. 83). I più ricchi sono anche i più luminosi e, generalmente, i più estesi. Anche i diametri variano molto da un caso all'altro; la maggior parte si aggira intorno a una dozzina di anni luce come nelle Pleiadi. In alcuni casi, però, si riducono ad appena tre anni luce, mentre in altri raggiungono i 60. Il colore complessivo varia da un ammasso all'altro ed è legato alla magnitudine assoluta globale. L'ammasso più luminoso (NGC 457) ha una magnitudine assoluta integrale -9 ed è bluastro. I più deboli, di magnitudine assoluta intorno a 0, sono rossastri.

Tutti questi dati, relativi al volume, al colore, allo splendore, al grado di concentrazione degli ammassi, sono molto importanti per approfondirne lo studio e in parte vedremo prossimamente cosa rivelano. Intanto, fin da ora, ci mostrano la grande varietà di questi oggetti. Tuttavia, più ancora delle loro caratteristiche ci colpisce la loro stessa esistenza. Essi infatti provano che, viaggiando nel mondo siderale, non incontreremo soltanto stelle sparse disordinatamente come è accaduto nelle vicinanze del Sole e come accade generalmente anche altrove, ma anche gruppi, più o meno numerosi, in cui le stelle si addensano. In queste zone le stelle sono più vicine tra loro che nei nostri dintorni e lo spazio ne risulta più popolato. E gli ammassi aperti sono solo i primi agglomerati stellari che incontriamo. Tra poco ne conosceremo altri ben più imponenti e, a poco a poco, vedremo le stelle e tutti gli altri corpi celesti che incontreremo riunirsi in agglomerati sempre più ricchi e immensi, come a formare i gradini successivi di una scala della quale non riusciamo a scorgere la fine. Ma il cammino è lungo e anche se non sappiamo né quando né se potremo raggiungere l'ultimo gradino, saliamo almeno il primo.

ALTRI GRUPPI: ALTRE STELLE

Ora che abbiamo avuto un'idea di quei ricchi agglomerati di stelle che costituiscono gli ammassi aperti, proseguiamo il nostro viaggio verso un'altra meraviglia del mondo siderale, che possiamo pensare di raggiungere con un volo cieco, per esempio immaginando che il veicolo che ci trasporta sia guidato da una base terrestre. Anche nello spazio, qualche volta, può essere bello lasciarsi guidare per godere, all'arrivo, l'emozione dell'imprevisto¹. La nostra base d'osservazione sarà sempre un pianeta che somiglia fisicamente alla Terra, con giorni e anni uguali a quelli ter-

¹ È evidente che si tratta di un'ipotesi fantastica, impossibile a realizzare anche concettualmente, se non altro per il fatto che i segnali che dovrebbero collegare il nostro veicolo con la Terra possono viaggiare, al massimo, con la velocità della luce e la nostra meta attuale dista diverse migliaia di anni luce dal sistema solare.

restri, in moto intorno a una stella simile al Sole. Quando avremo ricevuto il segnale dell'avvenuto atterraggio, usciremo dal veicolo e lasceremo che il nostro sguardo si orienti, scorrendo lentamente dal suolo al cielo. La visione, per quanto insolita, non ci impressionerà troppo. Ci troviamo sotto un cielo illuminato da una luce intensa, come quella del crepuscolo pochi minuti prima del sorgere del sole; ma è una luce meno gialla di quella dei crepuscoli terrestri, anzi è decisamente di un bianco latte, come quella di una lampada dietro un vetro opalino; immerse in questo chiarore si scorgono molte stelle, ma fioche, come appaiono gli astri più luminosi del cielo terrestre (Venere, Giove, Marte) nella preponderante luce crepuscolare. Il chiarore è diffuso ugualmente su tutto il cielo e in nessuna parte dell'orizzonte si nota quella zona più intensa che precede un astro molto luminoso che sta per sorgere. Infatti il tempo passa e il chiarore non aumenta e non diminuisce; rimane lo stesso come resta invariata sulla Terra, al passare delle ore, l'oscurità della notte. Ma come la notte ha fine, così anche nello strano crepuscolo di quel lontano pianeta a un certo punto sopraggiunge una novità. Preceduto da un rapido e impercettibile aumento di splendore all'orizzonte, sorge il sole. Il cambiamento non è notevole; la luce assume un tono più caldo e spariscono le ultime tracce delle stelle. Nel complesso, però, l'illuminazione non è cambiata sensibilmente; è aumentata appena un migliaio di volte: come sulla Terra dalla mattina al mezzogiorno. Le ore passano, il sole percorre in cielo il suo arco diurno e tramonta senza sfoggio. Subito dopo riappare il luminoso cielo latteo, costellato di deboli scintille, che avevamo già visto. Attendiamo ancora. Il tempo continua a trascorrere e, quando finalmente ricompare il sole, non abbiamo più dubbi: quello strano cielo crepuscolare è il cielo della notte. Siamo arrivati su un pianeta che non ha notte o meglio sul quale la notte è luminosa quasi come il pieno giorno. Ma non una 'notte bianca' come quelle terrestri, dovute al fatto che in alcuni paesi, in certe epoche, il cielo è ancora illuminato dal sole che è appena al di sotto dell'orizzonte o addirittura non tramonta. No: qui il sole non c'è più, la luce che illumina il cielo non proviene dalla zona in cui è tramontato ma da tutto il cielo e rimane costante finché il sole non sorge di nuovo. Dunque questa luce non può essere altro che quella del cielo stellato. Ma quali stelle se ce ne sono meno che nel cielo terrestre e appaiono così fioche? Per avere una spiegazione dobbiamo chiedere alla base terrestre dove siamo stati fatti sbarcare. La risposta è breve: su un pianeta presso il centro di M 13.

Queste poche parole bastano a chiarire tutto. Guardando il cielo dalla Terra in una notte illune, tra le costellazioni della Lira e della Corona Boreale, si scorge l'estesa costellazione di Ercole. Su uno dei lati del trapezio formante il corpo del mitico eroe, si nota, anche a occhio nudo,

una specie di stellina nebulosa, molto debole. Un binocolo o un cannocchiale modesto la mostrano come un fiocchetto rotondo e brillante, ben staccato dal fondo oscuro del cielo. Ma un telescopio, anche di medie dimensioni, ci rivela uno spettacolo indescrivibile: su un vasto fondo lattiginoso, di splendore decrescente dal centro alla periferia, si proietta un brulichio di stelle, una miriade di scintille, di diverse intensità e colori (FIG. 85). Restiamo stupiti. Avevamo già visto ammassi di stelle, ma questo è molto più popolato di qualsiasi ammasso aperto, anche dei più ricchi. Inoltre, come appare ancora meglio da fotografie ottenute con pose crescenti, anche il fondo lattiginoso è costituito da stelle tanto deboli e tanto addensate da essere invisibili individualmente e tutte sono distribuite secondo una simmetria sferica e sono tanto più numerose quanto più ci si avvicina al centro. Questo ammasso (che nel catalogo di Messier figura col numero 13) fu il primo di questo genere a essere scoperto: lo trovò Halley nel 1714, ma non sospettò che quella macchiolina fosse in realtà un agglomerato di stelle. Non lo sospettò neppure Messier che, anzi, 50 anni più tardi, lo descriveva brevemente con queste parole: « Una nebulosa che sono sicuro non contiene stelle. Rotonda e brillante; centro più luminoso del bordo ». Il primo ad accorgersi della sua ricchezza risulta essere stato W. Herschel che fu d'altronde il primo a usare grandi telescopi. Egli non solo lo risolse ma provò anche a contarne le stelle che stimò essere circa 14 000. Da allora questo ammasso fu sempre più osservato, fotografato e studiato. Secondo le più recenti ricerche, ha l'enorme diametro di 160 anni luce ed è composto da 500 000 stelle. La sua distanza dalla Terra è di 25 000 anni luce: la più grande distanza fino a ora raggiunta in questo nostro viaggio.

Ma M 13 non è l'unico ammasso di questo genere. Già da diverso tempo ne sono stati scoperti diversi altri e oggi il numero totale di quelli noti ammonta a 121, quasi tutti a distanze maggiori di M 13. Anche negli altri le stelle sono generalmente distribuite secondo una simmetria sferica e più addensate nelle zone centrali. Per questo aspetto sferico, che li rende anche molto simili tra loro, tutti questi ammassi sono stati chiamati ammassi globulari. La distinzione tra ammassi aperti e globulari non si basa solo su questo criterio morfologico (che in certi casi limite può anche mancare) ma anche su altri, primi fra tutti le dimensioni, il numero e l'aspetto fisico delle stelle.

Le caratteristiche di M 13, che abbiamo già esaminato, corrispondono abbastanza bene a un valore medio. Tuttavia un quadro completo di questo tipo di oggetti ci sarà fornito considerando anche i casi estremi. Troviamo così che gli ammassi globulari più piccoli hanno diametri di 5 anni luce, cioè come quelli della maggior parte degli ammassi aperti, mentre i più grandi raggiungono i 390. L'ammasso ω Centauri, situato nell'emisfero

australe, ha un diametro di ben 620 anni luce, ma è un caso eccezionale.

La stima del numero delle stelle è piuttosto difficile. Infatti il semplice conteggio non risolve il problema perché nella zona centrale, più ricca, le stelle si confondono una con l'altra e, aumentando la potenza dello strumento, il loro numero cresce al punto tale da formare un fondo continuo irrisolvibile. Inoltre, i conteggi nelle zone periferiche hanno mostrato che più le stelle sono deboli più il loro numero aumenta. Evidentemente questo valore non può crescere all'infinito e a un certo punto dovrà tor-

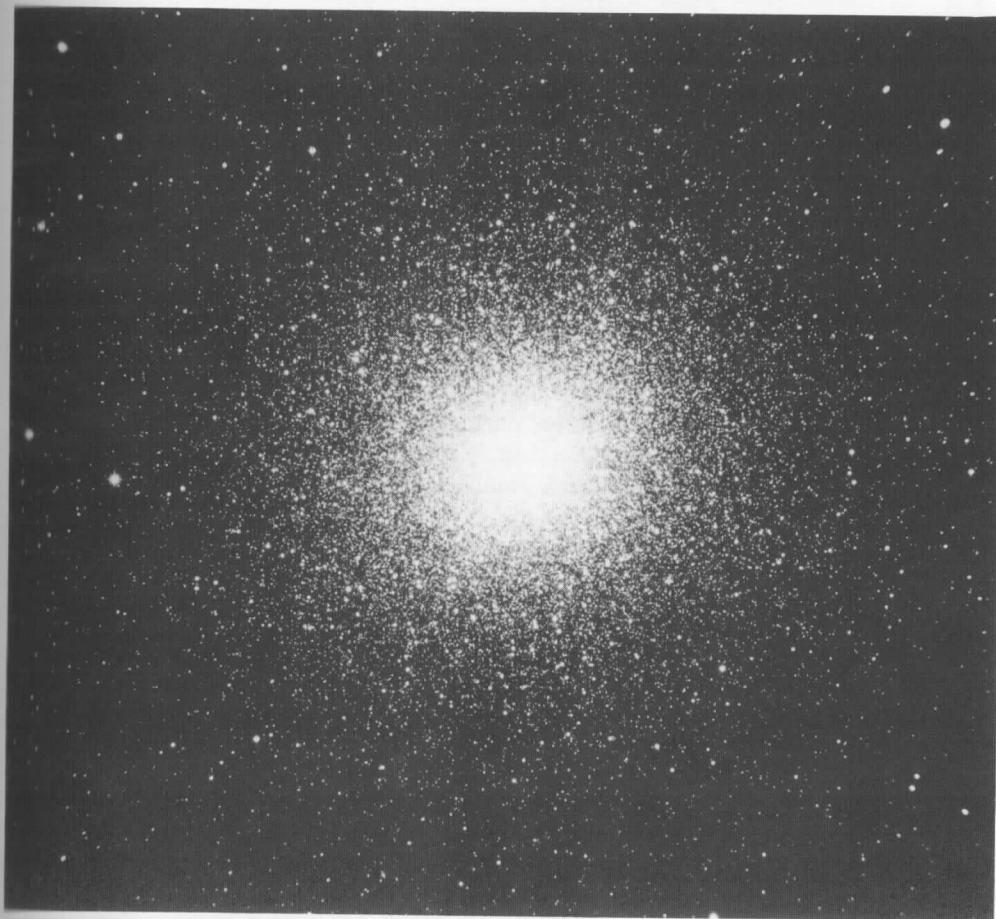


Fig.85 L'ammasso globulare M 13 (NGC 6205) in Ercole: appena visibile a occhio nudo come un debole fiocchetto luminoso, si tratta in realtà di un ricchissimo agglomerato di stelle distanti 25 mila anni luce dal nostro pianeta (Mount Wilson and Palomar Obs.).

naré a diminuire, ma niente induce a credere che le nostre osservazioni ci abbiano già permesso di giungere a questo punto. Al contrario alla distanza dell'M 13 per esempio, con i più grandi telescopi del mondo, possiamo raggiungere le stelle aventi magnitudine assoluta 4,3 e noi sappiamo benissimo, dallo studio dei dintorni del Sole, che esistono le stelle nane rosse fino alla magnitudine assoluta 16,7, cioè novantamila volte più deboli e anzi, sempre dallo studio dei dintorni del Sole, sappiamo che proprio queste sono le più numerose. Se ciò avviene anche negli ammassi globulari, il numero di stelle che li compongono deve risultare enormemente alto. Sulla base di queste e altre considerazioni, i moderni specialisti sono giunti a calcolare che gli ammassi globulari più poveri contengono circa centomila stelle e quelli più ricchi intorno a dieci milioni. Tenendo ora presente che gli ammassi noti sono più di un centinaio, troviamo che il numero totale delle stelle in essi contenute deve superare i cento milioni. Questa cifra, che dà le vertigini, deve essere ancora considerata inferiore alla realtà anche perché esistono indubbiamente molti ammassi che non abbiamo scoperto.

Ma gli ammassi globulari non ci hanno stupito soprattutto per le dimensioni, il numero di stelle che contengono e la loro elevata concentrazione. La scoperta più sensazionale riguarda la natura stessa delle stelle che li compongono. Esse non somigliano a quelle che avevamo incontrato fino a ora nei dintorni del Sole, in Orione o negli ammassi aperti. O meglio, sono essenzialmente simili a esse ma ne differiscono in alcuni particolari. Come un cinese e un etiope, pur appartenendo entrambi al genere umano, sono diversi per il colore della pelle, i lineamenti del viso, la statura, e così via, così le stelle degli ammassi globulari hanno qualcosa di diverso dalle altre. Insomma, sono di un'altra razza. Ed ecco perché.

Prima di tutto mostrano uno strano comportamento spettroscopico. Gli spettri degli ammassi globulari mostrano le caratteristiche dominanti delle stelle più luminose a esse appartenenti. Ebbene, come era da attendersi, si possono classificare nelle classi spettrali che già conoscevamo ma in generale non contengono le righe corrispondenti ai metalli, o le mostrano debolissime. Le stelle degli ammassi globulari sono dunque povere di metalli¹.

Ma c'è di più. Quando visitavamo i dintorni del Sole avevamo costruito un diagramma mediante lo splendore delle stelle e i loro spettri (o il loro colore). È il famoso diagramma di Hertzsprung-Russell, che ci mostra come varia lo splendore delle stelle con la temperatura e che ci aveva permesso di scoprire le nane e le giganti. Proviamo ora a costruire lo

¹ Un certo numero di ammassi fa eccezione. Questa scoperta non altera le conclusioni che raggiungeremo e anzi le avvalorerà. Nonostante ciò trascureremo questo gruppo di ammassi per non addentrarci in un campo che esula da quello che ci siamo imposti di esplorare.

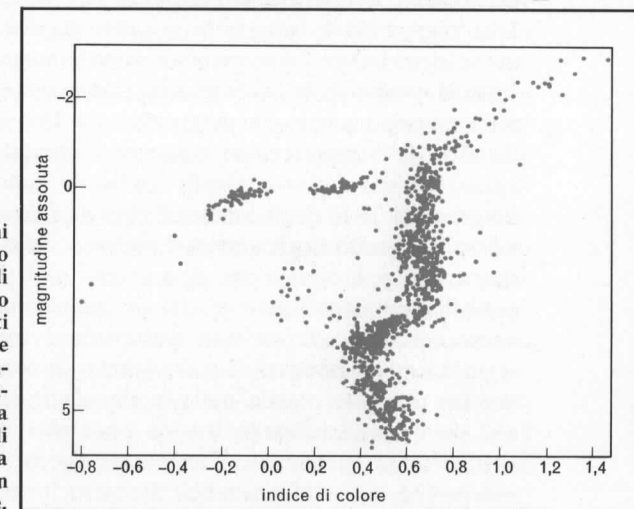
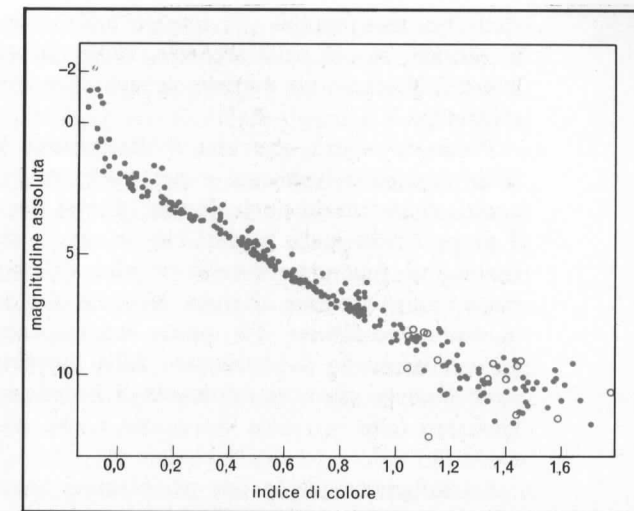


Fig.86 Diversità nei diagrammi H-R di un ammasso aperto e di uno globulare. In alto quello delle Pleiadi (aperto), in basso quello dell'ammasso globulare M3. In ascissa sono posti gli indici di colore, in ordinata le magnitudini assolute. Nel diagramma in basso la scala delle magnitudini è ridotta alla metà rispetto a quella del diagramma in alto e gli indici di colore vanno spostati a sinistra per farli coincidere con quelli del diagramma superiore.

stesso diagramma per un ammasso globulare. L'impresa richiederà pazienza ma non è impossibile. Le magnitudini assolute si ricaveranno immediatamente da quelle apparenti se è nota la distanza dell'ammasso. Ottenere gli spettri individuali delle stelle sarebbe, invece, un'impresa ardua o impossibile, dato il loro debole splendore. Si può però rimediare ricavando il colore. Basterà fotografare un ammasso due volte: con una lastra fotografica sensibile al blu e con una sensibile al rosso. Le

stelle blu risulteranno più intense nella prima lastra mentre quelle rosse lo saranno di più nella seconda. Dalle differenze delle intensità nelle due lastre ricaveremo un numero capace di esprimere il colore in tutte le sue sfumature.

Possiamo allora costruire il diagramma H-R per uno dei gruppi di stelle che già conosciamo e per quelle di un ammasso globulare. I loro aspetti risulteranno notevolmente diversi (FIG. 86). In quest'ultimo manca il gruppo delle stelle giganti blu (in alto a sinistra); in compenso vi sono moltissime supergiganti rosse (in alto a destra); in ogni caso tutta la forma è completamente alterata. Non c'è che dire, si tratta proprio di stelle di due razze diverse. Fu questa indubbiamente l'impressione che ebbero gli astronomi fin dal momento della scoperta; tanto è vero che chiamarono le stelle già note col nome di Popolazione I e quelle degli ammassi globulari (che in realtà troveremo anche altrove) con quello di Popolazione II.

Le differenze tra le due popolazioni sono oggi attribuite alle diverse età. Infatti, il quadro dell'universo che stiamo tracciando non è statico. Esso rispecchia le situazioni in certe epoche ma gli oggetti che osserviamo e descriviamo non restano sempre uguali a sé stessi. Tutto cambia, tutto si evolve. E corpi formati prima o soggetti a un'evoluzione più rapida possono avere già raggiunto una fase successiva a quella raggiunta da altri. L'interpretazione moderna è dunque questa: le stelle di Popolazione II sono più vecchie di quelle di Popolazione I. In altre parole il diagramma H-R degli ammassi globulari è, oggi, come diventerà un giorno anche quello degli ammassi aperti o delle stelle vicino a noi. L'assenza di metalli, poi, ci dice che gli ammassi globulari si formarono in un'epoca remotissima, anteriore a quella in cui nacquero le stelle che già conosceamo, quando ancora non esistevano i metalli. Gli ammassi globulari sono dunque aggregati di stelle formatesi con materiale diverso, molto più vecchie del Sole e delle stelle di Popolazione I e non esistono, come queste, da qualche miliardo ma da circa una decina di miliardi di anni.

Purtroppo su questo affascinante argomento non possiamo fermarci di più perché ciò trasformerebbe il nostro itinerario da un viaggio nello spazio a uno nel tempo, e un viaggio nel tempo, alla ricerca dell'origine e della fine dei corpi celesti, sarebbe non solo più faticoso ma, soprattutto, molto più lungo.

SGUARDI NEL COSMO

Torniamo ora a M 13 e avendo scoperto tante cose sugli ammassi globulari cerchiamo di spiegarci meglio quello strano cielo che avevamo osservato al nostro arrivo. Ci è stato detto che il pianeta sul quale si è po-

sato il nostro veicolo è all'interno dell'ammasso, anzi, in prossimità della zona centrale. In quella zona le stelle sono molto addensate. Si calcola che ce ne siano almeno 50 in ogni cubo avente 3,3 anni luce di lato. Per un confronto con una distribuzione a noi familiare, basterà ricordare che nei dintorni del Sole, in un volume mille volte maggiore, troviamo una sola stella. La distanza tra una stella e l'altra, nella zona centrale di M 13, è dunque appena di qualche decina di unità astronomiche; pressappoco quella dal Sole ai pianeti più lontani del sistema solare. Per questo le stelle più luminose, tra quelle più vicine al pianeta, si mostrano con uno splendore compreso tra quello della Luna piena e della Luna al quarto. Basterà tener presente quante stelle del nostro cielo spariscono nelle notti di Luna, per rendersi conto dello splendore che deve assumere un cielo in cui brillano diverse sorgenti aventi tali luminosità. Naturalmente le distanze di queste stelle dal pianeta, per quanto modeste, sono già abbastanza grandi da mostrarle puntiformi, come quelle del nostro cielo, e la luce diffusa, per quanto notevole, non è tale da spegnere completamente le sorgenti luminose più brillanti, che si offuscano a vicenda, senza arrivare a estinguersi. Ecco dunque spiegato il mistero dello splendore di quel cielo 'notturno'. Ma ci siamo riusciti solo perché abbiamo guardato l'ammasso dall'esterno. Ben più ardua sarebbe stata l'impresa se fossimo nati e vissuti su quel pianeta. I suoi abitanti, se ve ne sono, saranno riusciti a fatica a scoprire l'esistenza delle stelle, osservando il loro sole e quelle più brillanti che non spariscono del tutto. Se saranno riusciti a costruire veicoli spaziali e a uscire fuori dell'atmosfera, saranno stati colpiti da uno spettacolo stupendo: centinaia di migliaia di stelle, di diversi colori, splendenti come fari e, giù, giù, come una specie di polvere luminosa. Allora avranno avuto la piena sensazione dello splendore dell'universo, ma forse avranno anche creduto, erroneamente, che il loro ammasso fosse l'intero universo. Errore ammissibile e perdonabile. Infatti, prigionieri di un mondo di luce, essi non possono esplorare lo spazio più lontano e forse non hanno tentato neppure quella escursione fuori della loro atmosfera che abbiamo ora immaginato. O forse, favoriti dalla relativa vicinanza delle stelle fra loro e da quella di eventuali sistemi planetari, sono stati stimolati più di noi a esplorare i vicini corpi celesti, li hanno raggiunti e hanno potuto fondare qualcuna di quelle meravigliose civiltà interstellari che troviamo spesso nei romanzi di fantascienza. Ma neanche questo sarà stato sufficiente a dar loro una visione più estesa dell'universo e a mostrare altri corpi. Per svincolarsi da questa specie di geocentrismo, essi dovranno superare un viaggio spaziale molto lungo. Dovranno percorrere una distanza di circa 70 anni luce e raggiungere un pianeta appartenente a una delle stelle periferiche dell'ammasso.

Immaginiamo di seguirli anche noi, poiché anche in noi la visione dello

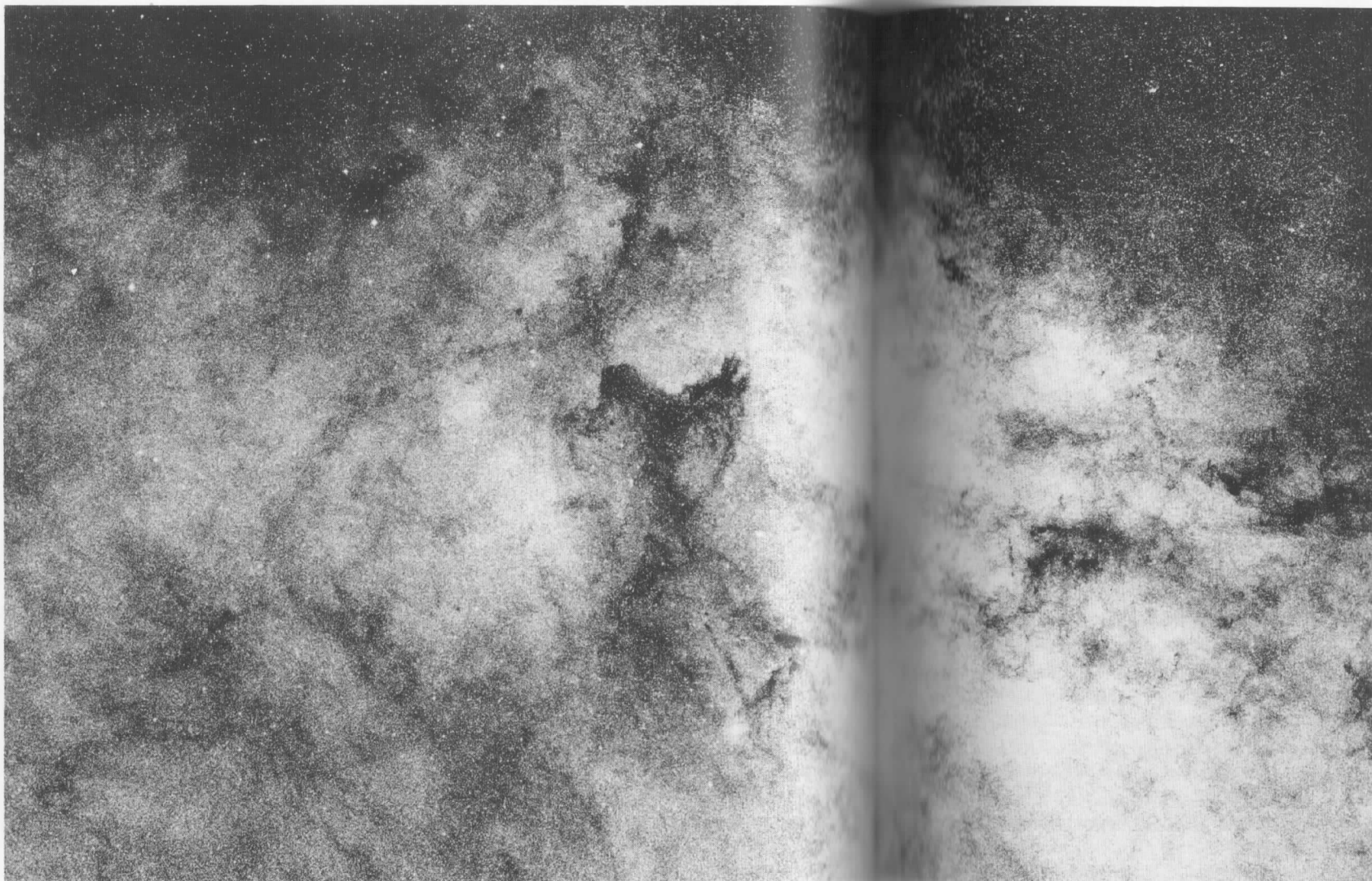


Fig.87 Nube di stelle, nella zona del Sagittario, così deboli e apparentemente vicine tra loro da formare un unico sfondo lattiginoso. Osservato da un ipotetico pianeta in prossimità di M 13, il Sole apparirebbe come una di queste stelline, non meglio distinguibile dalle altre di quanto non sia un granello di sabbia dagli altri su una spiaggia (*Mount Wilson and Palomar Observatories*).

spazio da quella zona desta un interesse molto più grande della visione precedente.

Supponiamo di arrivare sul pianeta di una stella esterna dell'ammasso quando si trova in un certo punto della sua orbita. Di giorno saremo illuminati da quel sole ma durante la notte, enorme, con un diametro di

90°, vedremo staccarsi contro lo sfondo del cielo l'ammasso globulare in tutto il suo splendore. Su una superficie metà di quella del nostro emisfero notturno vedremo scintillare oltre diecimila stelle, alcune brillantissime, colorate, altre più deboli, perdendosi verso il centro in un formicolio di luci appena visibili. Su tutto lo sfondo un velo di luce simile alla Via Lattea,

ma ancora più intenso, ci manifesta la presenza delle stelle più deboli, invisibili individualmente a occhio nudo.

Passano i mesi. Con lo spostarsi del pianeta sull'orbita, l'ammasso non sarà più osservabile essendo in congiunzione col sole e presente quindi nel cielo diurno. Ma la notte saremo colpiti da uno spettacolo ancora più grandioso. Il cielo è dominato quasi completamente da un'enorme ruota del diametro di 120°, appena schiacciata e dello splendore della Via Lattea, disseminata di un'infinità di stelline, di nodi, luminosi, di zone oscure, che tracciano, nel complesso, qualcosa di simile a un gigantesco vortice, le cui spire sono formate, alternativamente, da luci e ombre: escono dal centro, da una zona molto più luminosa, e si perdono ai bordi, svanendo nel buio di uno sfondo sul quale non brilla nessuna stella.

Un corpo celeste simile non l'avevamo mai visto dalla Terra. Possiamo anche aggiungere che dalla Terra non lo vedremo mai perché è proprio nel suo interno che la Terra si trova.

Tutte le stelle che vediamo sparse nel cielo o nella fascia della Via Lattea, tutti gli ammassi e le nebulose che abbiamo incontrato e altri tantissimi che non vedremo mai, stelle doppie e variabili, novae e supernovae, gas e polveri, materia e radiazione in cui siamo immersi, tutto quello che abbiamo conosciuto fino a ora, forma questa specie di immensa città astrale che comprende anche il nostro sistema solare. Là dentro è immerso dunque anche il Sole. Ma se proviamo a cercarlo non riusciamo più a trovarlo. Ormai appare di magnitudine 19; è centosessantamila volte più debole delle stelle appena visibili a occhio nudo e si perde in mezzo a decine di milioni di stelle a esso simili (FIG. 87).

Questa enorme città si chiama Galassia e noi ora possiamo contemplarla in tutta la sua estensione, come in una visione panoramica dall'alto, perché l'ammasso M 13, dove noi ci troviamo, è al di fuori di essa.

Oltre alle due splendide, inconcepibili visioni dell'ammasso globulare e della Galassia, da quel pianeta non vediamo quasi nient'altro. All'infuori di qualche stella dell'ammasso stesso, abbastanza vicina da proiettarsi in direzioni diverse da quella dell'ammasso o della Galassia, il cielo appare completamente privo di stelle. E quando il pianeta percorre le zone intermedie della sua orbita, vediamo sporgere da un lato dell'orizzonte una parte dell'ammasso, dall'altro una parte della Galassia, entrambi separati da una voragine buia e senza stelle: visione che, non avendo l'uguale sulla Terra, ci riesce difficile persino immaginare. È come se due universi si slanciassero nel nulla. Il nulla che sembra dividerli e ingoiarli.

Ma ora torniamo a contemplare la nostra Galassia che sarà il campo della prossima esplorazione. Poi, più tardi, ci avventureremo in quello sterminato spazio vuoto, nel tentativo di scoprire se anche in quel buio si nasconde qualcosa.

VII

La Galassia

STRUTTURA DELLA GALASSIA

Il disco che ci troviamo di fronte e che appare estendersi su tutto il cielo quasi fosse l'intero universo ha, in realtà, un'estensione quasi inconcepibile. Anche questa volta, quindi, per renderci conto delle dimensioni, ricorremo a un modello in scala. Stabiliremo una corrispondenza di 1 cm per ogni 10 000 000 km. Secondo questa scala il Sole avrà un diametro di 1,4 mm (un pallino da fucile), la Terra sarà rappresentata da una microscopica particella di polvere alla distanza di 15 cm e la stella più vicina, Alfa del Centauro, da un altro pallino da fucile a 41 km; tra questi due pallini è il vuoto, dove però, a intervalli più o meno lunghi rispetto a quello iniziale, s'incontrano altri pallini più grandi o più piccoli, raggruppati a due o più, formanti talvolta sciami di alcune centinaia, in cui la distanza reciproca si riduce a pochi chilometri. In questa scala l'intero disco si estende su un diametro di 926 000 km. Un granello di polvere nei pressi di un migliarino, in un disco di diametro superiore al doppio della distanza Terra-Luna: questi sono la Terra e il Sole nella Galassia.

Tornando alle dimensioni reali, il diametro della Galassia è talmente grande che la luce, per percorrerlo da un estremo all'altro, impiega centomila anni. Lo spessore di questo disco è notevolmente inferiore, sui 1700 anni luce, escluse le zone centrali dove presenta un rigonfiamento, detto anche bulbo, il cui spessore raggiunge i 16 000 anni luce.

Il disco, benché contenga la maggior parte della materia, non è l'unico componente della Galassia. Intorno a esso si estende una zona quasi sferica, detta corona o alone, composta dagli ammassi globulari, da una nebbia di stelle sparse non appartenenti agli ammassi e da una piccola percentuale di gas (FIG. 88). Sia le stelle che gli ammassi sono tanto più