## Alla ricerca della Grande Orsa

Diversi studiosi hanno sostenuto che la costellazione più nota, forse l'unica conosciuta da quasi tutti, l'Orsa Maggiore, risalirebbe addittura al Paleolitico superiore, fra i 10 000 e i 40 000 anni fa. Fra i primi a parlarne è stato l'etnologo Stansbury Hagar, nel 1900, seguito, fra gli altri, dall'antropologo William Gibbon nel 1964 e dall'astronomo Owen Gingerich nel 1984. Sembra infatti che le stelle principali della costellazione siano identificate come un orso da vari popoli in Eurasia e Nordamerica, e questa identificazione è così diffusa che sembra impossibile sia stata portata nel Nuovo Mondo dagli Europei durante gli anni delle scoperte geografiche. Anche perché in Nordamerica si conoscono versioni diverse del mito collegato e nessuna di queste somiglia a quelle che potrebbero aver trasmesso gli Europei nel Cinquecento. Inoltre esse presentano notevoli differenze nei dettagli e, secondo gli antropologi, un'origine recente e da un singolo ceppo, oppure dall'insegnamento europeo, farebbe riscontrare similarità maggiori. Fra l'altro, sembra che i colonizzatori abbiano verificato dovunque che queste leggende esistevano già prima del loro arrivo ed è opinione comune, presso le popolazioni amerindie, che il mito della Grande Orsa si tramandi da tempi antichissimi. Ha preso piede quindi l'idea che queste leggende abbiano seguito la migrazione dei gruppi umani che, provenienti dalla tundra siberiana, hanno attraversato lo stretto di Bering che era emerso durante l'ultima glaciazione, quella di Würm, e popolato il Nordamerica a partire da circa 17 000 anni fa.

Tuttavia, ad un esame più approfondito, c'è di che essere perplessi. Innanzitutto, come abbiamo visto, il profilo dell'Orsa comprende non meno di una ventina di stelle, e non solo le sette più brillanti, che corrispondono al popolare Grande Carro. E su queste c'è una grande varietà di identificazioni. Tutto sommato sembra di capire che solo Cinesi, Yakut, Zuni, Greci, tribù del New Mexico, Kutenai della famiglia degli Algonchini, vedessero un orso nel profilo intero delle sette stelle, con le quattro del Carro a formare il corpo dell'orso e le tre del Timone la coda. Per Irochesi, Cherokee, Eschimesi, Fox, Algonchini della costa atlantica solo le quattro stelle del Carro costituivano l'orso, mentre le tre del Timone di solito erano viste come i cacciatori, gli inseguitori, dell'animale. Arabi beduini ed Ebrei vedevano nelle sette stelle una bara di funerale col suo seguito, gli Estoni un bue, i Piedi Neri sette ragazze, gli Ostyak un'alce femmina gravida, i Vogul e i Seneca un alce maschio, gli Ungheresi una renna, i Samoiedi un cervo, i Salish Lilloet un alce seguito da un cacciatore col suo cane, gli Assiri un verro, gli Alsea tre cacciatori e un alce, gli Ojibways e alcune tribù algonchine un martin pescatore, i Paiute una pecora di montagna, gli Aztechi uno scorpione, i Berberi un cammello, i Teleuti un cavallo, i Koriak sia un daino che una renna che un orso, i Kamchadal un daino, i Chuckchee sei frombolieri con la fionda, i Baschi addirittura due buoi con due ladri con tre inseguitori, figlio e figlia dei proprietari dei buoi, col loro cane. Inoltre diversi popoli, sia americani che europei, vi vedevano già anticamente il classico mestolone, altri, soprattutto in area eschimese, percepivano un orso non nel Grande Carro, ma nelle Pleiadi o in Orione e infine, in molti altri casi, l'identificazione con un orso è quanto mai generica e non è chiaro a quali stelle o costellazioni si riferisca. Sembra perciò che si possa ritenere che la tesi della grande antichità di questa costellazione debba essere dimostrata da prove più convincenti e circostanziali.

## Sulle tracce del vuoto meridionale

Già il celebre astronomo francese Camille Flammarion, nel 1873, aveva individuato la possibilità di investigare il periodo e la località in cui furono inventate le costellazioni, con un metodo molto semplice e anche intuitivo. Infatti nella distribuzione delle costellazioni antiche rimane priva di figure una zona pressappoco circolare, centrata intorno al polo sud celeste, il cui limite coincide, almeno in prima approssimazione, con l'orizzonte degli ideatori delle costellazioni. L'astronomo inglese Richard Proctor, famoso fra l'altro per aver prodotto una delle prime mappe marziane, nel 1886 affermò che la latitudine dei creatori del nostro cielo era compresa fra i 35° e i 39° N e che, tenendo conto della precessione, il centro dello spazio vuoto di costellazioni corrispondeva ad un'epoca compresa fra il 2000 e il 2400 a.C., con preferenza per il secolo compreso fra il 2100 e il 2200.

Un altro astronomo inglese, Edward Walter Maunder, famoso fra l'altro per i suoi studi sulle macchie solari, nel 1909 si soffermò in un suo libro sullo stesso argomento. Secondo Maunder la latitudine degli inventori celesti era compresa fra i 36° e i 40° N e l'epoca corrispondente risaliva al 2700 a.C. circa. Maunder sosteneva che i calcoli da fare erano semplici, e forse per questo non riportò il metodo quantitativo usato. Tuttavia non è chiaro, per esempio, se facesse riferimento all'opera di Arato o al catalogo di Tolomeo, o a entrambi. Svolse invece delle considerazioni qualitative che, per quanto suggestive e interessanti, prestano il fianco a molte critiche. Per esempio scrisse che la costellazione del Dragone, che all'epoca era la sola costellazione circumpolare, oltre all'Orsa Maggiore, univa assieme il polo nord dell'eclittica e il polo nord celeste, essendo rispetto ai due simmetrico, quasi "incoronando i cieli". Che l'Idra si trovava esattamente sull'equatore celeste, occupandone quasi un terzo, 105° di ascensione retta. Che la costellazione del Serpente contrassegnava l'intersezione fra equatore celeste e coluro equinoziale: l'animale era rappresentato mentre "si contorceva per qualche spazio lungo l'equatore celeste e poi si divincolava verso l'alto, lungo il coluro, raggiungendo lo zenit con la testa". Nella parte bassa del coluro si trovava lo Scorpione, la cui testa era tenuta giù dal piede di Ofiuco, "colui che tiene il Serpente", proprio nell'intersezione fra coluro, equatore ed eclittica. Per qualche ragione, sosteneva Maunder, equatore, coluro, zenit e poli erano tutti contrassegnati da queste forme serpentine. Inoltre l'origine delle costellazioni zodiacali, per Maunder, era da fissare intorno al 3000 a.C. Infatti in quest'epoca il Sole all'equinozio di primavera si trovava nella costellazione del Toro, vicino alla brillante stella Aldebaran, al solstizio estivo si trovava nel Leone, vicino alla luminosa Regolo, all'equinozio autunnale nello Scorpione, accanto alla splendente Antares, al solstizio invernale vicino alla scintillante Fomalhaut, nel Pesce Australe. Queste quattro stelle sono state denominate, fin dai tempi più remoti, le "Stelle reali", probabilmente proprio per la vicinanza a questi punti fondamentali per l'astronomia è per la società civile.

Una prima critica che può essere mossa a queste ricostruzioni è ovviamente che si tratti di semplici coincidenze; chiunque potrebbe trovare delle connessioni di questo tipo prendendo in considerazione altri aspetti curiosi. Non si capisce poi che significato potesse avere la presenza di tutto questo intreccio di spire nel firmamento. Inoltre il lavoro di Maunder mancava di un qualsiasi approccio statistico, che potesse rivelare la probabilità di trovare, ed entro quali limiti posizionali, degli aspetti simili a quelli citati. Infine, si può vedere facilmente, anche con un semplice software pla-

netario, che nel 2700 a.C. il Drago non era proprio in posizione simmetrica rispetto ai due poli (essendo piuttosto spostato verso il polo dell'eclittica), che l'Idra è rimasta sull'equatore celeste per un periodo piuttosto lungo, almeno dal 5000 fino al 2500 a.C., e che nel 3000 a.C. la distanza tra Fomalhaut e la posizione solstiziale del Sole era notevole, 20°, un po' troppo per essere considerata significativa.

Nel 1923 l'astronomo irlandese Andrew Claude de la Cherois Crommelin cercò di migliorare l'attribuzione dei suoi colleghi e in un suo articolo tracciò una mappa che mostrava un profilo del "vuoto" meridionale corrispondente al 2460 a.C. Questo profilo appariva equidistante dalle parti inferiori delle costellazioni del Centauro e del Mostro Marino, che egli assunse come punti di riferimento. Tuttavia risulta incomprensibile come mai egli non prendesse in considerazione anche altre costellazioni al limite della parte vuota, come Altare, Argo, Eridano, il Pesce e la Corona australi. Se lo avesse fatto, il profilo gli sarebbe risultato diverso. Anche perché il Mostro Marino è un limite soltanto apparente, in quanto a sud di esso vi sono solo stelle debolissime, e quindi Tolomeo non ne ha catalogate. Nella sfera di Crommelin risulta invisibile la parte inferiore dell'Eridano, e Crommelin curiosamente lo giustificò affermando che altrimenti, per renderla visibile, avrebbe dovuto scegliere un'epoca più vicina a noi. Così, pare di capire che in quel periodo, soprattutto grazie ai numerosi ritrovamenti di documenti astronomici in area mesopotamica, fosse abbastanza scontato che il nostro cielo non potesse avere origini che antichissime. Crommelin ritenne che la latitudine degli inventori delle costellazioni dovesse essere a sud di 36°, perché altrimenti non sarebbe stata visibile la stella Canopo, e sembrò orientarsi a privilegiare la posizione di Babilonia (32°32' N). Tuttavia è immediato notare che se avesse optato per un'epoca più recente il problema non si sarebbe posto. Inoltre la cronologia attuale colloca, come abbiamo visto, la fondazione di Babilonia non prima del XIX sec. a.C.

In un lavoro del 1936 la moglie di Maunder (il marito morì nel 1928), la matematica e astronoma irlandese Annie Scott Dill Russell, fornì diversi dettagli a conforto della loro tesi, commentando vari passi di Arato. Cominciando dai vv. 26-27, 45-48 e 61-62, nei quali si parla della posizione in cielo delle Orse e del Drago. Secondo la Russell, questi passi risultavano coerenti solo per una latitudine dell'osservatore compresa fra i 37° e i 39°. Solo da qui, infatti, le tre costellazioni risultavano interamente circumpolari. Tuttavia, a parte il fatto che Arato non dice che anche il Drago è circumpolare, ma che solo le due Orse, per dirla con Omero, non prendevano parte "ai lavacri d'Oceano", questo valore di latitudine non può che costituire solo un limite inferiore, perché, ovviamente, in tutta la fascia a nord di questa posizione le tre costellazioni non tramontavano mai.

Poi considerò i vv. 305-310 e 649-651 nei quali si fa riferimento alle posizioni in cielo di Orione, Cefeo e Orsa Minore in rapporto al sorgere dello Scorpione, e al fatto che Cefeo è solo per metà circumpolare. La Russell sostenne che quanto descritto da Arato poteva avvenire solo ad una latitudine compresa fra 37° e 39° e ad un'epoca fra il 2700 e il 3000 a.C. Tuttavia, l'indicazione relativa all'Orsa Minore è talmente generica che è davvero di poca utilità; quella relativa ad Orione è così imprecisa che può andare bene per qualsiasi epoca, ed è valida, come noto, anche al giorno d'oggi, e per altre latitudini; quanto a Cefeo, alla latitudine citata, la prima indicazione ("tramonta dalla mano al fianco") è valida per il 1500 a.C. e la seconda ("le parti vicino alla testa immerge nell'Oceano") per il 1000 all'incirca.

Poi la Russell prendeva in esame i vv. 231-232, dove si fa riferimento alla posizione dell'Ariete sull'equatore celeste. Secondo lei Hamal, la stella più brillante di Ariete, si trovava sull'equatore fra il 2700 e il 3000 a.C. In verità la verifica moderna fornisce la data del 2355 a.C., e se prendiamo la parte centrale della costellazione arriviamo al 2000 a.C. Tuttavia è evidente che in questo caso l'indicazione di Arato è molto approssimativa, per non dire imprecisa, perché l'Ariete e gli altri due gruppi stellari citati nei versi, le Chele e la cintura di Orione, non sono stati e non saranno mai esattamente sull'equatore celeste nella stessa epoca: la linea che congiunge Zubeneschamali e Zubenelgenubi, le punte delle Chele (l'attuale Bilancia) dello Scorpione, era centrata sull'equatore celeste verso il 625 a.C, mentre la parte centrale della Cintura d'Orione, come abbiamo visto (v. p. 122), non lo ha raggiunto e non lo raggiungerà mai nell'attuale ciclo precessionale.

Ma il pezzo forte dell'articolo della Russell era il calcolo delle levate delle costellazioni zodiacali descritte da Arato (vv. 559-732). La scienziata irlandese trovò ancora una volta una corrispondenza non con l'epoca di Arato ed Eudosso, ma con una data attorno al 2900 ± 100 a.C. e con una latitudine compresa fra i 37° e i 38°. Le verifiche fatte con *Starry Night* mostrano però un andamento molto più complicato. Per la maggior parte delle costellazioni zodiacali non si riesce, considerando l'insieme delle levate e dei tramonti descritti, a trovare un'epoca comune, nel senso che i fenomeni avvengono in date anche molto diverse le une dalle altre. Solo per cinque costellazioni, e solo considerando la maggior parte dei fenomeni citati, non tutti, si riesce a trovare due epoche abbastanza congruenti: per Cancro, Pesci e Gemelli il 1000 a.C., per Aquario e Toro il 500 a.C. Inoltre le corrispondenze sono molto larghe, per qualche centinaio di anni in più o in meno.

Infine, essa provò anche a identificare le strade attraverso le quali i creatori antichi delle costellazioni le tramandarono alla cultura greca. Lo fece citando il passo (vv. 515-524) in cui Arato posiziona l'equatore celeste in Ariete, nella cintura di Orione, e nelle costellazioni dell'Idra, Cratere, Corvo, Chele, Pegaso e tangente all'Aquila. Secondo lei la posizione era corretta sia per il 2900 a.C. sia per l'epoca di Arato, ma raggiungeva la massima congruenza per il 700-800 a.C. Inoltre prese in esame i vv. 402-407 sulle posizioni dell'Altare e Arturo interpretati da Ipparco come se i due avessero la stessa declinazione, negativa nel primo caso, positiva nel secondo. E secondo la Russell succedeva solo fra il 1600 e il 1900 a.C. che le declinazioni medie delle due stelle centrali dell'Altare, β e ζ, e di Arturo, fossero uguali e opposte. Allora queste due date dovevano essere significative: nel 1900 a.C. gli Indoeuropei invasero le terre degli Hittiti e gli invasori avevano una lingua simile a quelle greca e latina. Inoltre, intorno al 700-800 a.C. vennero combattute le guerre dei sovrani assiri Sargon e Sennacherib che videro nelle stesse terre hittite, nella loro parte occidentale, l'incontro-scontro con la civiltà greca. Infine, addirittura, la Russell si spinse a suggerire anche una longitudine per gli inventori, un'isola dell'Egeo, una delle Cicladi settentrionali o delle Sporadi perché, affermò, questa longitudine era l'unica che poteva essere sottoposta a verifica. Confesso che questo punto ci è a tutt'oggi oscuro. Come pure, del resto, perché le nozioni sulle costellazioni siano potute passare da un'isola greca all'Anatolia e poi da qui di nuovo fare ritorno in Grecia. Tanto più che gli Hittiti, secondo le vedute moderne, provenivano da ovest o da nord ovest, non certo da est. E comunque, ancora una volta, il punto debole è nell'astronomia. Anche tralasciando la cintura di Orione, per i motivi già detti in precedenza, non c'è nessuna epoca in cui le costellazioni citate sono attraversate contemporaneamente dall'equatore. Riguardo al secondo punto, poi, come abbiamo già visto (v. p. 115) Ipparco fraintese completamente il pensiero di Arato: il poeta afferma semplicemente che la costellazione dell'Altare si levava dalla parte opposta a dove tramontava Arturo e mentre quest'ultima seguiva traiettorie altissime e rimaneva visibile per un tempo lunghissimo, l'Altare si vedeva per poche ore, tramontando piuttosto rapidamente.

Nel 1966 un altro astronomo britannico, Michael William Ovenden, dell'Università di Glasgow, pubblicò un altro studio sull'argomento, nel quale affermò che le antiche costellazioni greche erano state inventate verso la metà del terzo millennio a.C. Egli sostenne queste affermazioni utilizzando diversi ragionamenti, anche molto originali. Un primo argomento di Ovenden era costituito dall'orientamento di un particolare insieme di costellazioni che formano una specie di anello, Auriga, Perseo, Ercole e Bovaro, che risultava simmetrico rispetto alla posizione del polo nord celeste alla metà del terzo millennio a.C. Nonostante la mancanza di riferimenti più dettagliati da parte di Ovenden, l'astronomo americano Bradley E. Schaefer, di cui avremo ancora modo di parlare, più recentemente ha voluto verificare questa ipotesi, selezionando innanzitutto il centro geometrico di ogni costellazione, entro un margine di incertezza accettabile da uno a cinque gradi. Anziché essere uguali, o perlomeno simili, le distanze polari dei centri delle quattro costellazioni per il 2500 a.C. sono risultate di 69°, 67°, 44° e 36°. In realtà i centri convergono sufficientemente per il 300 d.C.: 56°, 52°, 56°, 52°. Non solo, ma è facile poi dimostrare che le costellazioni tendono a formare molti altri anelli simili, in tutte le varie epoche che uno può decidere di adottare: per esempio, dice Schaefer, Ovenden avrebbe potuto scegliere un anello formato da Perseo, Auriga, Cancro, Freccia, Gemelli, Ofiuco e Andromeda, che nel 2500 a.C. avevano una dispersione di distanza polare di soli 9°. Poi, Ovenden affermò che le costellazioni non sono tracciate in modo casuale in cielo: per esempio le figure umane tendono ad avere l'asse rivolto in direzione nord sud, ovvero in direzione dei poli di una determinata epoca, mentre altre tendono ad avere una configurazione rettangolare con asse in direzione est ovest, ortogonale al primo. Partendo da quesa ipotesi di lavoro, trovò che l'orientazione era coerente con una posizione dei poli corrispondenti al 2800 ± 300 a.C., dato confortato da un'analisi indipendente di un suo collega, Archie Roy, al quale Ovenden chiese di ripetere le misure, e che trovò un valore di 2900 ± 500 a.C. Tuttavia, per orientare in modo abbastanza accurato le costellazioni, è necessario disporre di un preciso sistema di coordinate celesti, e nessuna civiltà così antica aveva a disposizione questo patrimonio, che fu acquisito solo verso la metà del primo millennio a.C., in Grecia. Anche se Ovenden non fornì alcun particolare sulle costellazioni usate, sul loro singolo orientamento e sulle singole date ricavate per ciascuna costellazione, Schaefer, di nuovo, cercò di replicare il suo esperimento, scegliendo 16 costellazioni fra quelle che possiedono un asse ben definito e che, sottoposte ad una routine precessionale, risultavano orientate in qualche epoca in direzione nord-sud o est-ovest. Ebbene, Schaefer trovò che gli orientamenti risultavano distribuiti a caso in un intervallo che va dal 10 000 a.C. al 6000 d.C.

Ovenden prese in considerazione anche la possibilità di determinare, oltre all'epoca, anche la latitudine degli inventori delle costellazioni, servendosi di alcune inesattezze che Ipparco attribuisce ad Arato-Eudosso. Secondo Ovenden le stelle sotto la

Lepre (oggi appartenenti alla costellazione della Colomba), benché abbastanza luminose, non figurano nel catalogo di Tolomeo. Arato dice che queste stelle si trovano fra il timone della nave Argo e il Mostro Marino, mentre Ipparco dice che si trovano fra Argo e il Fiume (Eridano). Secondo Ovenden queste erano stelle che gli inventori delle costellazioni non potevano vedere e che invece Ipparco, situato ben più a sud, e in condizioni precessionali migliori rispetto a 2500 anni prima, poteva scorgere. Ovenden affermò che per gli antichi il Fiume si gettava direttamente in mare, lungo la zona invisibile, verso il timone di Argo e che Ipparco deviò il corso del Fiume verso ovest, lasciando libera la regione della Colomba. Tuttavia Ipparco osservava da Rodi, a una latitudine di 36°, e non 31°, come erroneamente riportato dall'astronomo inglese. Inoltre le descrizioni di Arato ed Ipparco non sono in contraddizione, la seconda è solo un po' più precisa in termini posizionali. Insomma, non ci sono motivi di ritenere che il percorso di Eridano fosse diverso o che questo occupasse per Arato la regione della Colomba. Fra l'altro, contrariamente a quanto Ovenden riportò, la regione della Colomba nell'*Almagesto* è catalogata, sotto la dizione "stelle non figurate intorno al Cane".

Ovenden considerò anche un gruppo di stelle senza nome, disposte in circolo, che Arato dice trovarsi davanti al Sagittario e sotto i suoi piedi anteriori. Tolomeo lo avrebbe poi catalogato come Corona Australe. Tuttavia, secondo Ovenden Ipparco non poteva scorgerlo ai suoi tempi, ed egli pensò quindi di costruire una corona con l'unico gruppo di stelle di apparenza circolare visibile lì vicino, ovvero quello che sarebbe poi andato a costituire in età moderna il Triangolo Australe. Attribuzione francamente incomprensibile, perché ai tempi di Ipparco, alla sua vera latitudine di 36°, la Corona Australe era ancora facilmente visibile, mentre non lo era per nulla la regione del Triangolo Australe! Ciò che però è grottesco è che, nel disegno preparato per l'articolo che riportava lo studio, per far assomigliare il più possibile il Triangolo Australe ad un profilo circolare, la moglie di Ovenden, autrice del disegno, aggiunse quattro stelle inesistenti! Comunque il risultato di queste elucubrazioni era una latitudine stabilita, per gli inventori, di 38°, anche se assai vaga, come riconobbe l'autore. Ovenden utilizzò poi una serie di posizioni zenitali desunte dalle coppie di levate e tramonti delle costellazioni aratee in contemporanea al sorgere delle varie costellazioni zodiacali, trovando una corrispondenza per un'epoca del  $2600 \pm 800$  a.C. e per una latitudine di 36° N  $\pm$  1,5°. Abbiamo già visto in precedenza, tuttavia, l'aleatorietà di tali determinazioni e l'incongruenza con l'epoca citata. Ovenden riprese pedissequamente anche gli argomenti di Maunder sulle figure serpentine e sul "vuoto" di costellazioni meridionali. Riguardo al secondo punto, poiché la sua analisi era più ambiziosa di quella di Maunder, va anche sottolineato che egli non tenne conto di vari fattori importanti: in primo luogo l'estinzione atmosferica, effetto per il quale la luce delle stelle basse sull'orizzonte, assorbita dalla foschia, s'indebolisce fino a sparire. Questo fatto porta a spostare sistematicamente la latitudine verso nord di circa 2°-4°. In secondo luogo, sicuramente gli inventori non riempirono fino al loro orizzonte il cielo di costellazioni, ma ci devono essere state delle lacune, per costellazioni piccole, per esempio, fra esse e l'orizzonte. Anche questo ha l'effetto di spostare la latitudine calcolata verso nord, ma in misura più rilevante, da 2° a 10°, a seconda delle costellazioni. Infine, Ovenden non fornì alcuna lista di stelle o posizioni stellari utilizzate per definire l'area priva di stelle, né il metodo utilizzato per stabilire il centro dell'area vuota né il suo raggio. Quello che apparentemente Ovenden fece, fu di individuare lo spazio meridionale privo di costellazioni semplicemente sovrapponendo un circolo a una mappa stellare del cielo australe in proiezione polare. Si tratta di un procedimento in generale assai poco preciso, e il tipo di proiezione usata introduce un aumento del raggio dell'area vuota, spostando quindi ancora a nord il valore di latitudine, e delle distorsioni locali diverse a seconda delle direzioni, inficiando così il dato sulle epoche e latitudini ottenute.

Nel 1984 l'astronomo scozzese Archie E. Roy, collega di Ovenden a Glasgow, affrontò ancora Arato partendo da dove era giunto Ovenden. Egli prese in considerazione i 34 luoghi dove il poeta dice che le costellazioni sono intersecate dall'equatore celeste e dai tropici (vv. 480-524). Utilizzando il planetario del Naval College di Glasgow, trovò una corrispondenza piuttosto buona con una sfera celeste datata all'incirca al 2000 a.C., affermando, fra l'altro, che le critiche di Ipparco ad Arato erano dovute proprio al fatto che l'astronomo non riusciva a capacitarsi delle differenze fra la sfera del poeta di Soli, risalente a millenni prima, e il cielo della sua epoca.

Roy suggerì che l'opera originale di Eudosso fosse stata composta a partire da un globo celeste trovato da questi in Egitto e si chiese come mai il globo non fosse stato aggiornato al cielo reale. Propose quindi che le costellazioni fossero state inventate in ambiente mesopotamico prima del 2000 a.C. e che poi queste fossero passate alla civiltà minoica, fiorita già intorno al 2500 a.C. I Minoici, dominatori del mare, ebbero fin dalle origini frequenti rapporti con la Mesopotamia, attraverso la Siria, e organizzarono le costellazioni in un complesso sistema atto alla navigazione e all'orientamento in mare (di cui, come già sottolineato da Ovenden, si trovano ampie tracce in Arato). Man mano che i loro commerci marittimi si svilupparono e le loro rotte si espansero, essi compresero l'importanza di dividere il cielo notturno in gruppi stellari che prendevano il nome da miti e leggende ai fini di insegnare ai marinai a orientarsi lontano dalle coste. Perfezionarono il reticolato di riferimenti e sostituirono gran parte delle figure celesti adattandole alla propria mitologia (in effetti molti dei personaggi rappresentati in cielo hanno rapporti con l'isola di Creta).

Verso il 1500 a.C. la civiltà minoica scomparve improvvisamente in seguito a un immane *tsunami* provocato dall'esplosione vulcanica della vicina isola di Thera, e alla successiva invasione achea che avvenne approfittando del momento in cui l'isola era prostrata. Nessuno era quindi più in grado di aggiornare i globi celesti minoici e fu uno di questi globi, appartenente a un'epoca molto anteriore, che probabilmente finì in Egitto, dove alla fine Eudosso lo trovò.

A questa fantasiosa ricostruzione, ovviamente, si possono opporre tutte le critiche che abbiamo già visto per Ovenden. In più, ci si accorge che, dei 34 riferimenti utilizzati da Roy, cinque sono sbagliati: è utilizzata la Via Lattea, quando invece Arato la usa solo come paragone per indicare la grandezza dell'equatore, sono utilizzati due volte Ariete e Toro, quando l'informazione è la stessa, è utilizzato tre volte il Cancro, ma si tratta di ripetizioni stilistiche di Arato. Poi, anche una rapida verifica svolta con *Starry Night* mostra che, delle 29 corrispondenze residue, se ne verificano solo una decina con i criteri di precisione fissati da Roy, veramente troppo poche per fissare una determinata epoca anche solo come approssimativamente esatta. Evidentemente il planetario usato aveva dei problemi con la precessione!

## Costruendo lo zodiaco

Fra il 1993 e il 1997 Alex A. Gurshtein, dell'Accademia delle Scienze di Mosca, affrontò in una prospettiva piuttosto originale l'origine delle costellazioni zodiacali. Secondo lui, intorno alla metà del sesto millennio a.C., in una regione situata fra Vicino e Medio Oriente, gli antichi osservatori del cielo cominciarono a comprendere e prevedere il moto annuale del Sole fra le costellazioni e a fissare sull'eclittica i quattro punti fondamentali che dovevano contraddistinguere l'inizio delle stagioni. Ai giorni nostri, com'è noto, quando inizia la primavera il Sole si trova nella costellazione dei Pesci, all'inizio dell'estate in quella dei Gemelli, all'inizio dell'autunno nella Vergine, all'inizio dell'inverno nel Sagittario. Tuttavia, per il moto precessionale il Sole, nel corso dei millenni, si trova in costellazioni diverse all'epoca dell'inizio delle varie stagioni, cambiando costellazione mediamente ogni 2140 anni.

Gurshtein chiamò i primi quattro marcatempo "quartetto dei Gemelli" perché circa 7000 anni fa all'equinozio di primavera, che la maggior parte delle antiche culture contrassegnava come inizio dell'anno, il Sole si trovava nei Gemelli. Al solstizio estivo invece esso era nella Vergine, all'equinozio d'autunno nel Sagittario, al solstizio d'inverno nei Pesci. Secondo un simbolismo tipicamente indoeuropeo i simboli erano di tipo dualistico e prevalentemente umani, in accordo con la diffusione di dei antropomorfi tipica di questo periodo. I Gemelli rappresentavano i gemelli celesti figli del dio Sole, i mitici creatori della razza umana, e quindi sembravano certamente adatti a contrassegnare l'inizio dell'anno; la Vergine, simbolo di fertilità, raffigurava la maturità della stagione più calda; il Sagittario era visto nell'atto di scagliare la freccia che, colpendo il Sole, lo faceva precipitare verso le regioni più meridionali, individuate come il regno dell'acqua, ben rappresentato dall'ultimo segno del quartetto, i Pesci.

Il secondo quartetto, quello del Toro, fu inventato verso il 3000 a.C. nel Vicino Oriente, in un contesto culturale che vedeva la diffusione del culto degli animali sacri e degli dei zoomorfi. Per indicare la primavera fu introdotto il Toro, simbolo maschile di fertilità, per l'estate il Leone, simbolo della fierezza e del fulgore della stagione calda, per l'autunno lo Scorpione, che svolgeva funzione analoga a quella del Sagittario, con l'aculeo al posto della freccia, e l'Aquario rappresentava il riferimento al mondo sotterraneo, acquatico.

Le ultime quattro costellazioni, il quartetto dell'Ariete, furono introdotte in Mesopotamia fra la fine del secondo e l'inizio del primo millennio a.C., sotto l'influenza delle culture monoteistiche allora dominanti, portando il totale a più di 12 (le 17 case lunari del *MUL.APIN*, v. p. 30). Più tardi, verso il 500 a.C., il numero fu portato a 12, corrispondente ai mesi dell'anno, ma il simbolismo del terzo quartetto, di tipo allegorico più che astrale-sacrale, fu elaborato nell'ambito della cultura greca, nella quale fra l'altro venne coniato il termine di zodiaco. La primavera fu rappresentata con l'Ariete, sia in omaggio al grande ruolo economico ricoperto dall'allevamento ovino, sia perché questo animale era simbolo di divinità solare in varie culture; l'estate con il Cancro, o Gambero, che ben raffigura il ritornare sui propri passi del Sole dopo aver raggiunto il punto più alto in cielo; la Bilancia indicava in modo appropriato l'uguaglianza fra il giorno e la notte che si ha agli equinozi; il Capricorno, infine, costituiva un'ulteriore allegoria connessa al mondo acquatico, una capra con la coda di pesce.

Fra l'altro Gursthein, forse influenzato dai lavori di Hagar, Gibbon e Gingerich, giunse addirittura a retrodatare di diversi millenni l'invenzione delle altre costellazioni, proponendo che già circa 16 000 anni fa l'uomo del Paleolitico superiore, a una latitudine compresa fra i 25° e i 35° N, avesse inventato il gruppo delle 23 costellazioni principali, esclusa la fascia zodiacale. Queste costellazioni erano suddivise in tre grandi insiemi, comprendenti il mondo superiore dominato dalle creature dell'aria (Pegaso, Dragone, Cigno, Aquila), il mondo intermedio dominato dagli esseri della terra (Vergine, Ercole, Centauro, Ofiuco, Bovaro, Sagittario, Andromeda, Auriga, Perseo, Serpente, Cassiopea, Orione, Cefeo, Gemelli), il mondo inferiore dominato dalle entità acquatiche (Pesci, Idra, Mostro Marino, Fiume, nave Argo). Per l'uomo del Paleolitico il cielo costituiva una metafora dei tre regni in cui tradizionalmente tutti i popoli hanno da sempre diviso il mondo: Cielo, Terra e Inferi. Il primo gruppo era così denominato dal fatto che queste costellazioni raggiungevano, quando culminavano, la massima altezza sull'orizzonte, il secondo dal fatto che raggiungevano un'altezza intermedia alla culminazione, il terzo dal fatto che rimanevano per la gran parte del tempo sotto l'orizzonte, quindi sotto la terra, mentre il simbolismo acquatico risiedeva nel fatto che lambivano per gran parte del tempo il mare. Tale suddivisione si riferisce non all'aspetto attuale del cielo ma quello che doveva avere, a causa della precessione degli equinozi, 16 000 anni fa. Un'eco di questa suddivisione si poteva riscontrare, secondo Gurshtein, nella partizione del cielo effettuata in seguito in Mesopotamia, con la creazione delle tre vie celesti di Ea, Anu ed Enlil (v. pp. 21 e 25). Certo, si tratta di congetture affascinanti e suggestive, ma appoggiate solamente su considerazioni di tipo antropologico, difficilmente verificabili, o falsificabili, C'è assai poco di convincente, sia sul piano della vera e propria indagine storica, sia dal punto di vista scientifico, che possa corroborare queste ipotesi.

E comunque, come abbiamo già visto, è estremamente improbabile che lo zodiaco sia così antico. Esistono simboli che corrispondono a costellazioni familiari come Capricorno, Scorpione, Aquario e Sagittario che appaiono su pietre confinarie (kudurru) che risalgono fra il 1600 e il 1100 (v. fig. 7), ma non sappiamo se effettivamente rappresentino costellazioni o soltanto divinità, che furono trasferite in cielo in un secondo momento. D'altra parte la persistenza dei nomi sumeri per i 17 gruppi sul percorso della Luna precursori delle nostre costellazioni zodiacali nei testi astronomici come il *MUL.APIN* fa pensare che la loro origine possa comunque essere fatta risalire al tardo terzo millennio.

Possiamo in ogni caso ritenere che lo zodiaco fu inventato quasi certamente in ambito mesopotamico, ricavandolo dal sistema delle case lunari, sia per servire come segnatempo notturno, sia per dividere l'anno in 12 mesi. Per fissare meglio nella fascia zodiacale la posizione dei pianeti furono aggiunti altri gruppi come il Presepe, o stelle zodiacali, ma il numero delle costellazioni fu gradualmente ridotto a 12, e questo avvenne intorno al 600 a.C. Infatti nella biblioteca di Sippar (che risale all'epoca di Nabucodonosor II, 605-562 a.C.), nel 1987 fu trovata una tavoletta che riporta le dodici costellazioni zodiacali esattamente corrispondenti a quelle odierne. In Grecia lo zodiaco fu introdotto, secondo Plinio, da Cleostrato di Tenedo,<sup>5</sup> nel quinto secolo, e questa attribuzione è diventata abbastanza tradizionale, anche se non sappiamo quanto sia fondata. La maggior parte dei nomi greci dei segni sono stati presi tali



Fig. 7. Su questo kudurru babilonese proveniente da Sippar e risalente al regno di Nabucodonosor I (1126-1103 a.C.) sono riconoscibili i simboli dello Scorpione e del Sagittario (particolare, © Trustees of the British Museum).

e quali, o leggermente modificati, da Babilonia, e quindi indubitabilmente lo zodiaco greco è di origine babilonese. Per quanto riguarda i nomi, possiamo far notare, come abbiamo già visto (v. p. 23), che il Solco del MUL. APIN è collegato con la stella più luminosa della Vergine, poiché rappresenta la spiga di grano della dea Sala. e che un testo seleucide mostra una vergine con in mano una spiga; che il MUL.APIN chiama la Bilancia anche corno dello scorpione; che le Code della Rondine per i Greci diventano i Pesci (secondo van der Waerden parte della costellazione vicina ad α Psc era già chiamata dai Babilonesi "il nastro dei pesci"). Che anche se Aquario e Sagittario hanno nomi diversi rispetto ai loro precursori Grande e Pabilsag. il loro simbolismo è sicuramente mesopotamico, stando alle antiche rappresentazioni sui cippi confinari, e le

costellazioni sono quasi le stesse. Infine, che il Bracciante verrà sostituito dall'Ariete. Questa derivazione si può forse spiegare ricordando che nel *MUL.APIN* (v. p. 26) il Bracciante rappresenta il dio sumero Dumuzi (il babilonese Tammuz), che veniva spesso raffigurato come un pastore di greggi. Inoltre il termine sumero per Bracciante è LÚ.HUN.GÁ, e probabilmente qualche scriba ha sostituito la particella LÚ, che significa "uomo", con la particella LU, che significa "ariete".

Anche i segni zodiacali, ovvero la suddivisione dell'eclittica in 12 partizioni uguali di 30° ciascuna, sono di origine babilonese. La loro prima comparsa sicura è in un testo planetario del 419 a.C., ma vi sono indizi che la loro costituzione è più antica. Infatti tale suddivisione, con l'introduzione dei gradi di longitudine eclittica, sembra indispensabile per i fini dell'astronomia matematica, come la redazione di tavole delle posizioni planetarie o lunari. Nel 1969 Aaboe e Sachs rinvennero una tavola lunare calcolata per il 475 a.C. e già dal 1922 Neugebauer e Weidner commentarono un diario astronomico risalente al 568 a.C. e contenente osservazioni lunari e planetarie che dovevano servire per fornire le posizioni celesti necessarie per le predizioni astrologiche. In ogni caso i suggerimenti di tipo simbolistico avanzati da Gurĥstein, e condivisi anche da altri autori, sono da tenere in considerazione, soprattutto guardando alla scarsa somiglianza delle costellazioni zodiacali con le figure rappresentate. Solo per Scorpione e Leone e, in misura minore, per Toro e Sagittario, è possibile ravvisare una certa congruenza. Per le altre è inevitabile pensare ad avvenimenti della vita sociale che coincidevano con la presenza del Sole nelle varie costellazioni. I riferimenti più pertinenti, per le ragioni cronologiche dette, sono certamente quelli relativi al terzo quartetto, ma anche gran parte degli altri possono essere accettabili, dando loro una valenza almeno stagionale, se non proprio di preciso marcatempo. Così, anche se il Leone fu inventato

<sup>5.</sup> Secondo Igino Cleostrato avrebbe anche osservato per primo i Capretti dell'Auriga.

più tardi del 3000 a.C. circa, non c'è dubbio che il Sole si trovava nella costellazione, simbolo di vigore e potenza, in un periodo in cui i raggi del Sole manifestavano tutta la loro forza, in luglio. Anzi, altre connessioni simboliche possono essere citate. Così, per esempio, il Sole si trovava nelle costellazioni dell'Ariete e del Toro quando il bestiame ovino e bovino, rispettivamente, erano pronti per l'accoppiamento.

## I lavori più recenti

Fra il 2002 e il 2007 l'astronomo Bradley E. Schaefer, dell'Università del Texas, ha pubblicato quattro articoli piuttosto importanti sull'argomento. Nel primo, dopo aver criticato duramente i contributi di Maunder, Ovenden, Roy e di altri che lui chiama complessivamente i "vuotisti", ha svolto lo stesso tipo di analisi, con metodi però matematici e statistici affidabili. Ovvero, ha cercato, ancora una volta, studiando la struttura e le particolarità del "vuoto" meridionale, di arrivare a definire latitudine ed epoca degli inventori delle costellazioni presentate da Arato nei Fenomeni. Egli ha preso in esame le sei costellazioni maggiormente confinanti col margine meridionale, Altare, Pesce Australe, Corona Australe, Acqua (non più esistente, nell'area dell'attuale Scultore), Centauro, Argo. Anche Mostro Marino, Sagittario, Capricorno, Fiera, Idra, Cane Maggiore sono confinanti, ma per poco spazio o con stelle molto deboli, il che le rende poco significative sotto questo profilo. Ha considerato queste costellazioni una alla volta, perché esse potrebbero essere state inventate in tempi e luoghi separati, e quindi dare risposte diverse. All'interno di ciascuna costellazione ha scelto alcune stelle chiave abbastanza a nord, senza le quali l'integrità della costellazione perderebbe di significato, tenendo anche conto dell'estinzione e della rifrazione atmosferica, e delle possibili lacune fra costellazione e orizzonte. Ha usato poi equazioni precessionali rigorose per calcolare le coordinate di queste stelle chiave per ogni data fra il 3000 a.C. e il presente. Il risultato indica un'epoca media situata intorno all'anno 690<sup>+210</sup> <sub>360</sub> a.C. e una latitudine di 33<sup>+1</sup> <sup>3</sup> N. La convergenza dei valori fa anche pensare che tali costellazioni siano state inventate nello stesso tempo e nello stesso luogo. Secondo Schaefer questi valori sono compatibili solo assumendo Babilonia come luogo di creazione per le sei costellazioni.

Naturalmente però l'epoca e i valori di latitudine possono contemplare anche l'Assiria, anzi è più probabile, vista la decadenza di Babilonia in quel periodo. In teoria la forchetta dei valori di latitudine, 30-34°, sarebbe compatibile anche con la Fenicia e l'Egitto. Per quanto riguarda la prima, abbiamo già avuto modo di ricordare come Arato e Igino celebrassero le capacità marinare dei Fenici. Essi, a differenza degli altri popoli che praticavano esclusivamente il cabotaggio, avevano delle rotte dirette attraverso il Mediterraneo, con le quali arrivarono facilmente fino alla Spagna e poi varcarono le Colonne d'Ercole alla volta della Cornovaglia e delle sue miniere di stagno, probabilmente già prima del 1000 a.C. Probabilmente giunsero anche alle Canarie, a Madera e alle Azzorre. Trafficavano anche con l'Africa, attraverso il Mar Rosso e, verso il 600 a.C., come racconta Erodoto, riuscirono a compiere la più fantastica impresa della navigazione antica, l'intero periplo del continente africano, 2100 anni prima dei Portoghesi. Certamente per navigare in mare aperto dovevano avere una conoscenza non banale del cielo stellato, ai fini di meglio dirigere le loro rotte, ma purtroppo non ne abbiamo prove documentali.

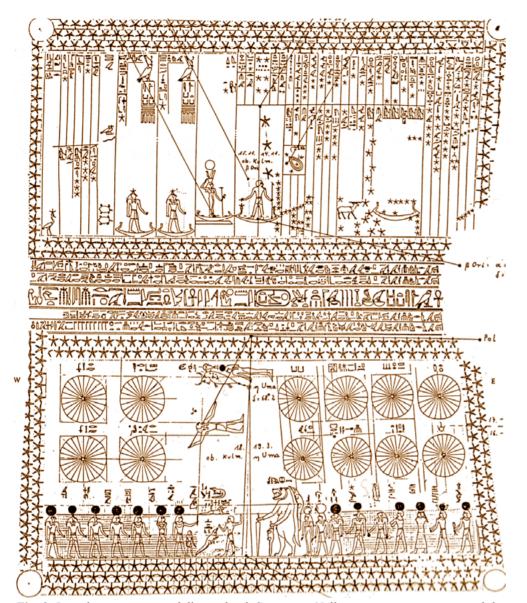
Per quanto riguarda l'Egitto sappiamo che vi esisteva un sistema di costellazioni del tutto diverso dal nostro e di origine antichissima, su cui forse, anche se esula parzialmente dal nostro argomento, vale la pena soffermarsi un momento.

# Una parentesi egiziana

Il cielo egizio era suddiviso in due grandi tronconi, uno di costellazioni settentrionali, che comprendevano un leone, un coccodrillo, un toro (o zampa di toro), un ippopotamo, e uno di costellazioni meridionali. Queste erano rappresentate dai decani, 36 singole stelle o piccoli gruppi di stelle, utilizzati per misurare le ore della notte, posti in una fascia a sud dell'eclittica che nascevano dall'orizzonte orientale, ognuno dei quali indicava una determinata ora per un intervallo di 10 giorni. I decani sono riportati nei cosiddetti orologi stellari diagonali che decoravano una serie di feretri in legno appartenenti alla Nona e Decima Dinastia, durante il Primo Periodo Intermedio (2134-2040 a.C.), e anche in decorazioni di tombe e volte di templi più tarde, incluso il famoso zodiaco di Dendera (v. fig. 10). Durante il Nuovo Regno (1550-1070 a.C.) i decani furono sostituiti e la misura del tempo affidata a stelle che transitavano in meridiano e su altre linee adiacenti, appartenenti sia a piccole che a grandi costellazioni. Raffigurazioni di queste stelle sono state trovate nelle tombe degli ultimi faraoni della dinastia ramessidica (1100 a.C.), da cui il nome di carte stellari o orologi ramessidici. A questo periodo appartengono anche raffigurazioni funerarie di stelle raggruppate in costellazioni, sia meridionali che settentrionali. Fra le meglio conservate vi è quella trovata a Tebe nella tomba di Senenmut (fig. 8), che risale al 1470 a.C. ed è la rappresentazione completa più antica del firmamento egiziano. Ma ottimi esempi si trovano, sempre a Tebe, anche nella tomba di Ramses II (1290-1224) o Ramesseo e, nella Valle dei Re, nella tomba di Seti I (1306-1290, fig. 9) e di Ramses VI (1151-1143). In passato fra queste stelle e costellazioni erano state identificate con certezza soltanto Sopdet (Triangolo) con Sirio, Sah con la parte principale di Orione, Meskhetyu (la Zampa Anteriore del Toro, visibile anche in fig. 10, vicino al centro) con il Grande Carro dell'Orsa Maggiore (talvolta la costellazione era rappresentata da un Toro completo, come nella fig. 9, e in questo caso forse coincideva proprio con l'Orsa Maggiore completa). Curiosamente, un ostacolo all'approfondimento di questa tematica da parte degli studiosi era stata l'autorità, una sorta di *ipse dixit*, dei giudizi dei più grandi storici dell'astronomia egizia, Otto Neugebauer e Richard Parker, poiché essi avevano ritenuto impossibile giungere a un'esatta identificazione delle costellazioni egizie analizzando gli orologi diagonali e le carte stellari ramessidiche. Tuttavia nel 2006 José Lull e Juan Antonio Belmonte sono riusciti a superare brillantemente queste pessimistiche valutazioni, riuscendo a ricostruire l'antico cielo egizio usando due punti di vista diversi e indipendentemente l'uno dall'altro, almeno inizialmente. Solo in un secondo momento, essendo venuti a conoscenza del lavoro l'uno dell'altro, hanno unito i due contributi.

Lull è partito dalla volta celeste della tomba di Senenmut per l'identificazione delle stelle e costellazioni decanali. Prendendo Sirio come punto di partenza, ha condotto i suoi calcoli a intervalli di 10 giorni per selezionare appropriati valori di ascensione retta per differenti stelle o gruppi stellari. Questi calcoli sono stati verificati attraverso l'utilizzo di altri documenti, come lo zodiaco di Esna (200 a.C.) e controllati

Parte II - Capitolo I I creatori del cielo 273



272

Fig. 8. La volta astronomica della tomba di Senenmut. Nella parte superiore sono visibili i decani, in quella inferiore, al centro, il gruppo delle costellazioni settentrionali (da Christian Leitz. "Studien zur Ägyptischen Astronomie", Ägyptologische Abhandlungen 49, 1991, Harrassowitz, Wiesbaden, per gentile concessione dell'editore).

infine attraverso l'utilizzo di moderni software come *The Sky* e *Starry Night*. Per identificare le stelle negli orologi ramessidici Lull ha adoperato due linee di intervento, prendendo Sirio e la stella Alcione, la più luminosa delle Pleiadi, come punti di riferimento. Nel primo prendeva le stelle più rilevanti che passavano in meridiano a intervalli di 15 giorni, rispettivamente alla fine del crepuscolo e a mezzanotte. Con il secondo calcolava i valori medi dell'ora egiziana per ogni intervallo di 15 giorni e



**Fig. 9.** Le costellazioni settentrionali dell'antico Egitto rappresentate nella tomba del faraone Seti I nella Valle dei Re. La banda di stelle che tappezza il bordo inferiore della figura potrebbe rappresentare la Via Lattea.

poi stimava valori appropriati di ascensione retta per le diverse stelle-orario. Il suo risultato finale derivava da una correlazione di queste due procedure e da una visualizzazione della volta celeste sopra Tebe nel 1478 a.C.

Belmonte per visualizzare i decani ha usato il planetario del Museo della Scienza e del Cosmo di Tenerife al fine di selezionare gruppi e singole stelle, prendendo sempre Sirio come punto zero del sistema, nella parte sudorientale dell'orizzonte, che presentavano levate eliache a intervalli di 10 giorni, cercando di simulare così l'utilizzo diretto degli orologi diagonali. Varie latitudini sono state scelte per l'esperimento, da Assuan al Cairo, ed epoche storiche vicine alla fine dell'Antico Regno (2100 a.C.). Una procedura incrociata di controllo è stata applicata, nel momento in cui è stato possibile identificare il decano Miriade con le Pleiadi. Per gli orologi ramessidici, invece, Belmonte si è concentrato solo sulle stelle passanti in meridiano a intervalli di 15 giorni, correlate agli equinozi e ai solstizi, quando la lunghezza delle ore poteva essere fissata con ragionevole accuratezza. Egli ha determinato gli intervalli di ascensione retta relativi alle differenti posizioni di stelle prossime al passaggio in meridiano, all'interno della sequenza tipica degli orologi ramessidici, prendendo le Pleiadi come punto di partenza per calcolare le coordinate stellari per l'anno 1500 a.C.; poi egli ha esteso con cautela la procedura ad altre stelle selezionate a intervalli di 15 giorni.

Le altre costellazioni, specialmente alcune di quelle settentrionali non comprese nei due sistemi di computo delle ore, sono state identificate dagli autori entro gli spazi lasciati vuoti dagli altri gruppi. Qui essi hanno sfruttato la loro conoscenza del cielo per fornire forme e dimensioni appropriate a tutte le loro identificazioni. Alla fine sono state identificate una trentina di costellazioni, che coprono circa il 70% dell'antico cielo degli abitanti del Nilo. Per esempio, c'è un'importante costellazione, nelle raffigurazioni celesti egiziane (visibile in entrambe le figg. 8 e 9), che è frequentemente collegata a Meskhetyu, la nostra Orsa Maggiore, Anu, un dio con la testa di

falco, un'incarnazione di Horus, con una lunga lancia che sta arpionando la figura del toro. Secondo i due autori Anu corrispondeva a una grande costellazione a sud del Grande Carro, comprendente parti dei Cani da caccia, dell'Orsa Maggiore e della Lince, con Cor Caroli come stella più brillante.

Un'altra costellazione egiziana particolarmente rappresentata è quella dell'Ippototamo con un coccodrillo, o una coda di coccodrillo, sulle spalle (figg. 8 e 9). Essa è talvolta chiamata Iside-Djamet ed è la maggior parte delle volte rappresentata con nelle mani uno o due pali da ormeggio sotto forma di uno stiletto o di un piccolo coccodrillo. Poiché solitamente è rappresentata di notevoli dimensioni rispetto alle altre figure, deve essersi trattato di una costellazione di grandi proporzioni. Belmonte e Lull concordano nel porre l'Ippopotamo in una grande area fra il Bifolco e la Lira, con il coccodrillo posto sulla Testa del Serpente. La testa dell'Ippototamo doveva essere localizzata approssimativamente sulla testa del Dragone e i Pali da Ormeggio fra le stelle del Bifolco, comprendendo Arturo.

In diversi documenti astronomici, fra cui delle volte dipinte, c'è una serie di costellazioni, il Gruppo del Leone Divino (fig. 9), che appaiono apparentemente collegate fra loro. Esse comprendono un leone accovacciato (talvolta con una coda di coccodrillo), un coccodrillo di uguale grandezza sotto di esso (chiamato "quello che giace sui suoi piedi", un epiteto abituale del dio Sobek, rappresentato solitamente proprio come un coccodrillo) e, talvolta, un secondo coccodrillo molto più piccolo con una coda ripiegata, chiamato il Predone. Il leone viene chiamato nei documenti "il Leone Divino fra essi" con esplicito riferimento ai due coccodrilli. In alcuni casi, come nella tomba di Seti I (fig. 9) si vede anche un uccello vicino al Leone. Un Leone appare anche nelle carte stellari ramessidiche. Nella volta della tomba di Senenmut un uomo in piedi con le braccia aperte è raffigurato fra i Pali da Ormeggio e il Gruppo del Leone Divino. Apparentemente egli è nell'atto di colpire con una lancia il grande coccodrillo, ma la lancia non è rappresentata. L'immagine appare anche nella volta della tomba di Seti I e anche in altre volte degli ultimi faraoni rammesidici (dov'è anche rappresentata la lancia), ma è assente in molte altre. Ebbene, secondo Lull e Belmonte, il Leone Divino è proprio il nostro Leone, il coccodrillo più grande corrisponde all'Idra e quello più piccolo al nostro Leone Minore.

I due autori concordano anche nell'identificazione della maggior parte dei decani compresi fra Sirio e le Pleiadi: Sah è la Cintura di Orione, la Mascella rappresenta le Iadi con Aldebaran, l'Ovile può essere localizzato nella testa del Mostro Marino. La concordanza è buona anche per l'area della Via Lattea australe, anticamente ben visibile dai cieli egiziani: così, la Stella Brillante rappresenta Hadar, la Stella del Saggio Rigil Kentaurus, i Gemelli e le Due Signore la Croce del Sud. Sempre nella stessa regione, Lull e Belmonte propongono che il Traghetto vada localizzato nella regione della Nave Argo. Il gruppo di decani chiamato complessivamente la Vacca può essere collocato nell'area della Poppa e della parte meridionale del Cane Maggiore. Infine, i due autori identificano il decano la Rossa sulla Prua con Antares, le Due Tartarughe con Procione e Gomeisa, le Mascelle con Cassiopea (da notare l'analogia con Mascella-Iadi, che sottintende la similitudine fra una V e una W), la Stella del Fuoco con Capella, le Molte Stelle con la Chioma di Berenice, il Bel Bambino con Spica, le Due Stelle con Castore e Polluce, il Predecessore delle Due Stelle con Alhena, le Stelle dell'Acqua con il Presepe, l'Uccello con il Triangolo e il Perseo, il Gigante con una regione che va dall'aquila al quadrato di Pegaso.

#### Datando ancora la sfera di Arato

Nel 2004 Schaefer ha ricostruito l'epoca e la latitudine della sfera di Arato analizzando tutti i passi, e non solo alcuni sottoinsiemi come fatto da altri, di interesse posizionale, ben 173, contenuti sia nei *Fenomeni* che nei *Commentari ai Fenomeni* di Ipparco (relativi quindi ad osservazioni di Eudosso), trasformandoli in algoritmi matematici che sono funzione della latitudine e dell'epoca di osservazione. Ha confrontato però anche fra di loro i risultati ricavati dai singoli sottoinsiemi di osservazioni per capire se la tradizione astronomica aratea è una combinazione di storie di origini differenti. Ha utilizzato poi differenti procedure per verificare l'attendibilità dei risultati. Ha indagato anche sull'eventualità che vi siano differenze considerando Arato ed Eudosso separatamente.

Dal lavoro di Schaefer emergerebbe anzitutto che la tradizione astronomica aratea ha un'origine singola, non da diverse tradizioni, entro un intervallo temporale di un secolo o due e di latitudine di un grado o due. L'epoca di osservazione usata per creare questa tradizione sarebbe il  $1130 \pm 80$  a.C. e la latitudine dell'osservazione di  $36^{\circ} \pm$ 0.9°. Questo coinciderebbe piuttosto bene con la civiltà assira, con centri importanti all'epoca come Assur, Ninive, Kalakh, tutti al giusto valore di latitudine. La precisione delle posizioni che si possono desumere è comunque, secondo Schaefer, piuttosto scarsa, ben inferiore a quella che si poteva ottenere anche con la strumentazione dell'epoca. Ciò risulterebbe comprensibile nel caso di Arato, trattandosi di un'opera letteraria, senza pretese di scientificità, meno in quello di Eudosso. Secondo l'astronomo americano, quindi, l'autore di questa tradizione non sarebbe stato un astronomo professionista, ma piuttosto un sacerdote, un pastore, un semplice appassionato. Tuttavia questa seconda analisi di Schaefer presta il fianco a molte perplessità. Abbiamo già detto, riferendoci ai lavori degli astronomi del passato, come i fenomeni descritti da Arato ed Eudosso appaiano corrispondere a date diversissime fra loro e solo raramente si riescano a trovare delle epoche abbastanza vicine. Abbiamo provato anche noi a verificare alcuni dati di Eudosso, limitandoci alle indicazioni date sulle costellazioni che giacciono sui circoli celesti, artico, antartico, tropici, equatore e coluri, e fissando come riferimento una latitudine di 37°. Abbiamo ottenuto, utilizzando 42 dati, un valore non troppo distante da quello di Schaefer,  $820 \pm 150$  a.C., ma i valori sono davvero molto, troppo dispersi: si va dal 2973 a.C. al 1127 d.C.! Insomma, anche da questo pare di capire, come già dicemmo nel commento ad Arato e all'opera di Ipparco, che ci troviamo di fronte a una serie di dati non omogenei, raccolti in modo non chiaro, tramandatici probabilmente in maniera frammentaria, con varie interpolazioni e non pochi errori di trascrizione. Trattare matematicamente questa serie di dati, come fra l'altro ha magistralmente mostrato Dennis W. Duke dell'Università della Florida in un lavoro del 2008, richiederebbe un approccio statistico molto più sofisticato di quello tentato da Schaefer. Nello stesso articolo Duke fa anche giustamente notare come risulta anacronistica una retrodatazione tanto ampia della struttura astronomica soggiacente ai Fenomeni di Eudosso, in quanto è impensabile che prima del 1000 a.C. fosse già stata creata e utilizzata una sfera astronomica come quella citata da Eudosso ed Arato, con tutti i cerchi fondamentali al loro posto. Altri punti deboli dell'analisi di Schaefer sono la notevole differenza della datazione ottenuta rispetto al precedente lavoro sul vuoto meridionale (anche se egli, bontà sua, la considera più che accettabile) visto che si prendono in considerazione diver-