

IL PLANETARIO



LO STRUMENTO E LE PRIME LEZIONI

GUIDA PER INSEGNANTI E ANIMATORI

IL PLANETARIO

Lo strumento e le prime lezioni

(Guida per insegnanti e animatori)

ASSOCIAZIONE AMICI DEI PLANETARI

**ASSESSORATO ALLA PUBBLICA ISTRUZIONE
E GIOVENTU' DEL COMUNE DI BRESCIA**

Ringraziamenti

Al prof. Mario Cavedon per aver letto il dattiloscritto e per i numerosi suggerimenti e consigli; alla Direzione dei Civici Musci di Scienze di Brescia, nella persona del direttore Pierfranco Blesio, per aver messo a disposizione il locale nel quale è tuttora operante il miniplanetario Goto EX-3; a Josep M. Oliver, presidente dell'Agrupacion Astronomica de Sabadell, per l'autorizzazione a riprodurre le carte celesti; all'ing. Guido Casadei, presidente dell'Unione Astrofili Bresciani, per l'esame dei testi e per la preziosa collaborazione durante le lezioni con il planetario Starlab; al consiglio direttivo dell'Unione Astrofili Bresciani per aver sostenuto con attenzione e impegno le attività nel settore dei planetari.

Nella foto di copertina alcune apparecchiature per l'insegnamento dell'astronomia presenti nel Laboratorio per la didattica del Museo di Scienze Naturali: da sinistra verso destra un globo celeste, il planetario Goto EX-3, un planetario eliocentrico, il planetario Starlab e alcuni astrolabi

Ideazione e testi: Loris Ramponi

Stampa:
Tipografia Squassina / Brescia

Impaginazione:
D.C.M. / Brescia

Anno 1991

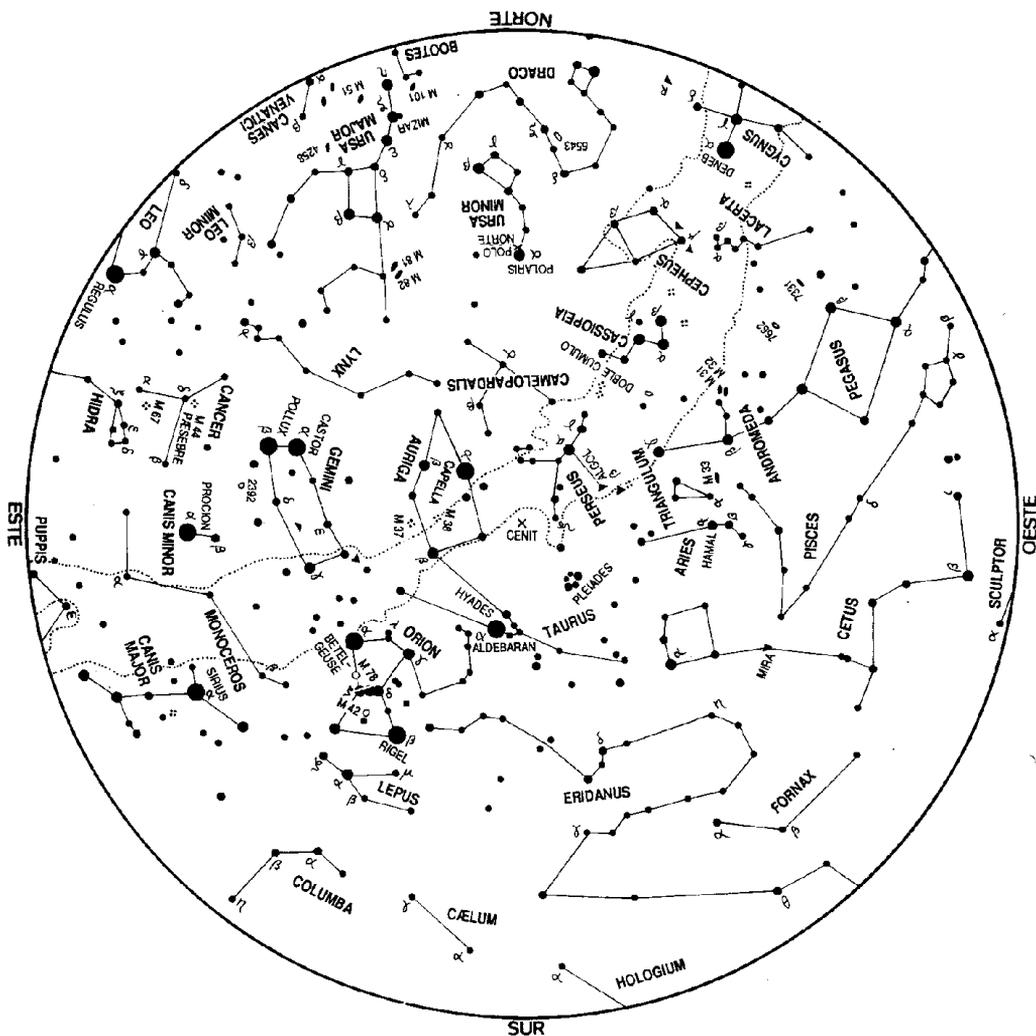
PREMESSA

Negli ultimi anni decine di classi della provincia di Brescia hanno seguito le lezioni di geografia astronomica proposte dall'Unione Astrofili Bresciani sotto la cupola del planetario modello Goto EX-3. Lo strumento, denominato miniplanetario per le sue ridotte dimensioni, ha trovato dal 1987 un'adeguata sede all'interno del Laboratorio per la didattica del Museo di scienze naturali di Brescia. Sotto la cupola di 3 metri un apposito piedistallo sorregge il proiettore delle stelle ed alcuni strumenti didattici ausiliari che non fanno parte della dotazione del planetario Goto. Per ampliare le possibilità offerte da quest'ultimo è stato infatti utilizzato durante queste lezioni anche un planetario eliocentrico da tavolo, un globo celeste ed altri sussidi quali astrolabi, notturnabi, atlanti celesti ed un proiettore di diapositive.

Durante l'anno scolastico le classi del secondo ciclo delle scuole elementari e delle scuole medie inferiori e superiori hanno l'opportunità di prenotare da una ad un massimo di tre lezioni per ciascuna classe, durante le quali vengono trattati gli argomenti illustrati in questa pubblicazione. Tutti gli argomenti qui di seguito descritti si riferiscono pertanto ai programmi svolti sotto la cupola del miniplanetario in questi anni e rappresentano solo una parte dei temi che si possono sviluppare al planetario. La pubblicazione non ha quindi la pretesa di costituire una completa esposizione degli argomenti trattati in un planetario, ma è un resoconto, frutto dell'esperienza di questi anni, dei principali temi che questo strumento può utilmente aiutare a spiegare. È nota infatti la difficoltà di studenti ed alunni nell'apprendimento degli argomenti di geografia astronomica che, grazie all'ausilio del planetario, risultano più evidenti ed interessanti. La pubblicazione è destinata in particolare a coloro che iniziano ad occuparsi dell'uso di un planetario manuale ed anche agli insegnanti interessati a prenotare una lezione di astronomia sotto la cupola del Goto. Gli argomenti illustrati in queste pagine sono comunque gli stessi trattati anche nelle lezioni con i planetari medi e grandi, dove comunque le maggiori possibilità tecniche offrono una più ampia gamma di prestazioni. La descrizione della prima lezione, che propone

gli argomenti adatti a chi lo vede in funzione per la prima volta, è contenuta nei capitoli II-IV. Le pagine seguenti riguardano lezioni di approfondimento, principalmente di interesse scolastico. Fino al sesto capitolo è pertanto descritto il contenuto di un ciclo completo di tre lezioni sui punti principali della geografia astronomica. La precessione degli equinozi, le fasi lunari e i moti dei pianeti (capitolo VII) sono invece aspetti sui quali con i piccoli planetari, come il Goto EX-3, esistono forti limiti strumentali che ne impediscono un adeguato approfondimento. Infine l'ultimo capitolo della pubblicazione suggerisce alcuni temi che possono diventare oggetto delle conversazioni proposte al pubblico generico. L'esperienza con il miniplanetario si è ampliata dal 1989 con la disponibilità di un nuovo strumento, a carattere itinerante, anche in questo caso messo a disposizione dall'U.A.B. Si tratta del planetario modello Starlab con la cupola gonfiabile. Le descrizioni qui riportate si adattano alle possibilità strumentali offerte sia dal Goto EX-3 che dallo Starlab, mentre in alcuni paragrafi, in particolare nel primo capitolo, si fa cenno alle ben più ampie prestazioni dei planetari automatici come quelli in funzione a Milano, Modena, Ravenna e all'estero. In particolare a questi ultimi è dedicata una seconda pubblicazione che è stata redatta a seguito di numerose visite di studio nei planetari di diversi Paesi.

IL CIELO DI GENNAIO



CARTA CELESTE

per il

1 gennaio alle ore 22 T.U.
15 gennaio alle ore 21 T.U.
1 febbraio alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ◌ GALASSIA
- ⋄ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- ◌ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

VISITA AD UN GRANDE PLANETARIO

Un luogo affascinante

Il primo approccio del pubblico con il planetario è un momento quasi magico. Quando una persona entra per la prima volta in un planetario la curiosità, le aspettative e l'attenzione sono ai massimi livelli. Il divulgatore che opera in un planetario non deve quindi lasciarsi sfuggire questa preziosa occasione. È da questo primo contatto tra il pubblico e il cielo stellato del planetario che dipenderanno le eventuali future visite.

Il pubblico adulto potrebbe infatti trovare motivi di interesse nel planetario e tornare in seguito per partecipare ad altre lezioni sotto la cupola. Lo studente, se era già un cultore di astronomia, sarà maggiormente affascinato da questa disciplina, o potrebbe diventarlo, proprio grazie alla nuova visione spettacolare del cielo simulata in un planetario.

La miriade di stelle e la scia della Via Lattea che i cieli offuscati e illuminati della città ci hanno «rubato», sono preziosamente custoditi nel firmamento proiettato sotto la cupola del planetario. È come se quest'ultimo diventasse un parco del cielo, dove si protegge la natura originale, l'aspetto intatto di quel cielo stellato, ormai ovunque contaminato dalla luminosità artificiale.

Il pubblico ha quindi l'impressione di osservare le stelle così come appaiono nel cielo perfettamente buio di un deser-

to o di una elevata montagna, sentendo su di sé tutto il fascino e la grandezza, ma anche il timore e il mistero, che la volta celeste incuteva nell'animo degli antichi osservatori. Ad uno studente questo cielo «finto» propone una visione più chiara di quegli aridi concetti descritti nei programmi scolastici di geografia astronomica, sotto il quale può con sorpresa vedere le coordinate del cielo, come cambia l'aspetto della volta celeste visto da punti di diversa latitudine o come orbitano apparentemente le stelle attorno ai poli celesti. Lo spettatore, dopo un primo contatto con il planetario, potrebbe sentirsi invogliato ad approfondire l'argomento con la lettura di libri e riviste, oppure frequentando un gruppo astrofili o visitando un Osservatorio.

La sala delle stelle

In un planetario piccolo, medio o grande il pubblico entra in una sala circolare, o di altre forme, il cui soffitto è occupato da una cupola. Il diametro di quest'ultima può variare da 3 ad oltre 20 metri; la misura media varia da 8 a 15 metri. L'effetto spettacolare del planetario sarà naturalmente quasi irrisorio in una piccola cupola ad uso didattico, mentre apparirà evidente nei modelli medi e grandi. La cupola può essere costituita da una apposita struttura in materiale metallico

o plastico, la cui base è posta ad un'altezza almeno superiore alla statura delle persone più alte. In alcuni planetari la forma della cupola è visibile anche all'esterno nella copertura dell'edificio. È evidente che quest'ultima struttura architettonica è la più caratteristica per un planetario, quella che attrae anche il passante o comunque chi non si è mai occupato di astronomia. Sotto la cupola la disposizione dei posti a sedere è normalmente a file circolari concentriche al proiettore del planetario, che è posto al centro della sala. I posti a sedere variano da una ventina per i planetari con cupola di 3 metri, a oltre 50 sotto una cupola di 8 metri e superano i 200-300 nei planetari più grandi. Le sedie, fisse o girevoli, sono piuttosto scomode per lo spettatore, il quale deve tenere la testa più o meno piegata verso l'alto. Le poltroncine inclinabili, molto costose, trasformano invece il planetario in un confortevole luogo di spettacolo.

Nei planetari medi e grandi l'operatore e la consolle di comando sono separati dallo strumento che proietta le stelle. La consolle varia in relazione con le caratteristiche dello strumento e le dimensioni della sala. Può pertanto essere un piccolo tavolo ricco di comandi, manopole e potenziometri o una complessa tastiera con una infinità di pulsanti e interruttori nel caso dei proiettori più complessi. La consolle è normalmente ubicata in vicinanza al punto cardinale nord della cupola (il relatore volge le spalle alla stella Polare) e spesso anche l'ingresso principale si trova su questo lato della sala.

Alla base della cupola o alle spalle dell'operatore, o nelle immediate vicinanze della consolle, ed anche attorno allo strumento principale posto al centro della sala, vi sono pochi o numerosissimi proiettori ausiliari. Si tratta di proiettori per diapositive con caricatori circolari, di proiettori per gli effetti speciali del pla-

netario, di videoproiettori o apparecchi cinematografici a grande campo visivo o proiettori per spettacoli con luci laser.

L'uso del termine spettacolo non deve stupire il lettore. Infatti il planetario pur essendo nato come strumento didattico oggi si è trasformato, specie nei grandi planetari stranieri, in una affascinante sala di proiezioni dove si propongono suggestivi abbinamenti tra immagini e suoni. L'uso eccessivamente spettacolare del planetario è comunque certe volte discutibile. Questa tendenza è soprattutto criticata dai sostenitori della divulgazione pura.

In alcuni planetari stranieri il proiettore delle stelle non è ancora visibile nel momento in cui il pubblico entra in sala. È un elevatore, accompagnato da una musica di facile presa sul pubblico, a farlo innalzare all'inizio dello spettacolo al centro della sala, come un grande e misterioso monolito tecnologico.

Un museo nel planetario

La porta della sala proiezioni viene aperta solo pochi minuti prima dell'orario fissato. Infatti nei planetari dove gli spettacoli sono proposti a cadenza molto ravvicinata, anche uno ogni ora, il pubblico dello spettacolo precedente esce da un certo lato della sala e quasi subito dopo entra da un altro lato il pubblico della lezione successiva. In alcuni orari del giorno, e in alcuni giorni della settimana, il pubblico può essere assai numeroso, specialmente durante rappresentazioni di grande successo tra i giovani come quelle con il laserium (spettacolo di luci laser con accompagnamento musicale).

Nei planetari che dispongono di spazi espositivi, l'attesa prima dell'ingresso

nella sala proiezioni può essere utilmente occupata con la visita di mostre permanenti contenenti colorati pannelli luminosi, apparecchiature interattive, tastiere di computer da interrogare, videoproiezioni a ciclo continuo, modelli dei corpi celesti o di astronavi e tante fotografie di grande formato. In alcuni planetari esiste un punto vendita, dove si possono trovare libri, riviste, poster e gadget astronomici. Alcuni planetari sono anche dei veri e propri musei astronomici, per le ampie dimensioni degli spazi espositivi, o per la loro ubicazione all'interno di moderni musei scientifici. L'esposizione propone nella maggior parte dei casi una sequenza di immagini e le descrizioni dei corpi celesti del sistema solare. Non manca naturalmente una carta del cielo stellato, a volte trasformata in un astrolabio da parete. Lo strumento indica quali sono le stelle visibili sopra l'orizzonte della località dov'è ubicato il planetario.

Nei planetari si possono trovare anche curiosi strumenti come la riproduzione del pendolo di Foucault, il Geochron, che mostra l'illuminazione della superficie terrestre nel corso delle stagioni e l'ora dei vari fusi, od altri strumenti originali ideati dallo staff tecnico del planetario. L'esposizione in certi casi continua anche all'esterno dell'edificio con i quadranti solari o dei veri e propri parchi astronomici, contenenti strumenti e pannelli didattici esposti all'aperto.

In attesa del buio

Siamo ancora nella sala a luci accese in attesa dell'inizio dello spettacolo. In questi momenti vengono proposte delle musiche di sottofondo opportunamente scelte. Nel frattempo sulla cupola si proiettano delle diapositive contenenti

messaggi per il pubblico, ad esempio su cosa non si deve fare in un planetario. In queste strutture non si entra solitamente a spettacolo già iniziato, perchè aprendo una porta filtra della luce in sala che disturba notevolmente gli occhi degli spettatori adattati all'ambiente buio. Pertanto alzarsi per uscire prima della fine dello spettacolo o per andare alla toilette sono operazioni vivamente sconsigliate. Allo stesso modo è vietato consumare cibi e bevande o scattare fotografie usando il flash, strumento tra l'altro inutile e soltanto fastidioso per il pubblico presente in sala.

Questi messaggi possono anche fornire consigli sui posti migliori della sala, nei quali lo strumento, posto al centro del locale, copre il meno possibile la visuale dello spettatore. In alcuni planetari questi messaggi vengono proiettati alternando a vignette umoristiche di interesse astronomico.

Entra in scena il relatore

Quando il pubblico inizia ad entrare nella sala del planetario, il relatore, spesso, non è ancora al suo posto davanti alla consolle di comando. Alla porta di ingresso ci accoglie pertanto il personale di servizio che controlla i biglietti precedentemente acquistati alla cassa. Nei planetari dove vengono proposti spettacoli registrati o dove si fa molto uso di effetti speciali, l'operatore o il tecnico — a volte si tratta di due o più persone — stanno già provando le apparecchiature mentre il pubblico entra in sala. La consolle si può presentare come un semplice tavolino pieno di interruttori o come un piccolo palco chiuso su tutti i lati o come una lunga tastiera di qualche metro nei pla-

netari più complessi assistiti nelle operazioni automatiche da un computer. Quasi sempre la lezione vera e propria è preceduta da una breve presentazione del conferenziere se l'esposizione è in diretta, o del tecnico se lo spettacolo è completamente automatico. Purtroppo, quando manca anche questa presentazione, lo spettatore ascolta soltanto il commento sonoro registrato su nastro magnetico insieme alle musiche, mentre un tecnico controlla sulla consolle dello strumento le varie fasi dello spettacolo. In Italia si fanno quasi esclusivamente lezioni in diretta. Queste hanno il vantaggio di permettere una interazione verbale tra pubblico e relatore, la cui efficacia è commisurata con le doti oratorie e la preparazione del conferenziere. Nel caso di un auditorio di studenti, la lezione in diretta consente al relatore di adattare il discorso alla fascia d'età dei presenti, e il contenuto della lezione alla loro attenzione. Quando, ad esempio, si presenta in sala un gruppo di studenti particolarmente rumoroso e irrequieto, il relatore ha almeno l'opportunità di cambiare l'argomento della sua esposizione scegliendo temi più semplici o più attraenti.

Non c'è dubbio quindi che, al di là delle suggestioni create dagli effetti speciali, uno spettacolo completamente automatico trasforma la lezione al planetario in una proiezione simile a quella di un cinematografo. La soluzione intermedia offre i maggiori vantaggi. Un buon oratore che sa anche opportunamente inserire nella lezione gli effetti speciali, può unire ai vantaggi della diretta la spettacolarità degli strumenti impiegati. Gli spettacoli registrati sono invece molto indicati nei planetari dei grandi musei, dove si propongono lezioni a frequenza oraria nel corso di tutta la giornata e dove il pubblico è per lo più costituito dai visitatori del museo stesso. Le lezioni registrate so-

no molto utili in quelle località dove si parlano più lingue, perchè è quindi possibile proporre lezioni nei vari idiomi (come accade al Planetario di Lucerna).

L'inserimento di parti automatiche in uno spettacolo in diretta è un altro ottimo impiego degli spettacoli registrati. Anche nei piccoli planetari gli argomenti più ripetitivi, oppure le descrizioni mitologiche delle costellazioni, possono essere sostituite da un nastro registrato che consente tra l'altro all'operatore delle brevi pause soprattutto nelle mattinate con numerose lezioni prenotate.

Si spengono le luci

Siamo giunti al vero e proprio momento magico di un planetario. Chi assiste per la prima volta ad una lezione in un planetario rimarrà profondamente colpito dai momenti nei quali si attenuano le luci per lasciare il posto alla volta celeste proiettata, con estremo realismo, dallo strumento posto al centro della sala. Nei piccoli planetari questo momento va opportunamente calibrato. Allo scopo di facilitare la visione anche delle stelle più deboli proiettate dallo strumento, è consigliabile abituare gradualmente lo spettatore all'oscurità.

Con i piccoli strumenti non vengono proiettate tutte le stelle visibili ad occhio nudo, che sono circa scimila, ma comunque diverse centinaia. Affinchè siano ben visibili, senza eccedere nell'alimentazione della lampada che illumina il proiettore delle stelle, bisogna lasciare il tempo alle pupille degli spettatori di adattarsi all'oscurità. Pertanto manovrando i potenziometri che alimentano le luci dei crepuscoli o quelle di posizione dello strumento, diminuiranno progressivamente l'illuminazione della sala. Se invece disponiamo

di un proiettore delle stelle con potenziometro, si può alimentare al massimo la lampada e portarla gradualmente su intensità più basse dopo i primi 5-10 minuti di lezione al buio. Nei planetari medi e grandi, dove gli strumenti impiegati hanno ben altre potenzialità, questo passaggio dal planetario a luci accese al buio può essere anche quasi immediato, ma sempre intervallato dalla fase del crepuscolo. È comunque consigliabile non consumare nell'arco di brevi istanti l'apparizione delle stelle, il momento più affascinante di tutta la lezione, ma ritardarla un poco lasciando più tempo alla fase dei crepuscoli, argomento del quale si può parlare per qualche minuto.

Prima di spegnere le luci che simulano il giorno si può descrivere il moto apparente del Sole sulla volta celeste, allo scopo di mostrare la traiettoria descritta dall'astro diurno. Quando il Sole del planetario scende sotto l'orizzonte le luci iniziano ad attenuarsi e il cielo di ponente si colora di rosso. In queste fasi, che precedono il massimo oscuramento, l'attenzione dello spettatore è colpita dalla sagoma dell'orizzonte che riproduce quello realmente esistente all'esterno del planetario. Nei planetari moderni l'orizzonte non è fisso, ma riprodotto da speciali proiettori posti lungo la base della cupola con i quali si possono simulare orizzonti di tutti i tipi: il profilo di un ambiente urbano, l'orizzonte di una pianura, quello di un deserto, un paesaggio lunare o quello di un lontano pianeta.

Al termine dei crepuscoli compaiono tutte le stelle. Dapprima appaiono le più splendenti e in seguito anche le più deboli, fino al fiavole chiarore diffuso dalla Via Lattea. La volta celeste, grazie agli automatismi di cui è dotato il proiettore delle stelle, ci appare in movimento. Questo movimento fa ruotare il proiettore delle stelle e il supporto che contiene i

proiettori del Sole, della Luna e dei cinque pianeti visibili ad occhio nudo. Questa rotazione dello strumento simula sia il movimento apparente del Sole sulla volta celeste che il moto delle stelle. Se il movimento è infatti rapido — questa rotazione è a velocità regolabile — ricomparirà presto il Sole, ma questa volta in compagnia delle stelle. Questa visione immaginaria è quella che appare agli astronauti a bordo delle loro navicelle spaziali. Lassù, in assenza di atmosfera, la luce del Sole non può diffondersi ed impedirci di vedere, contemporaneamente all'astro diurno, le stelle e i pianeti.

Proiettori ed effetti speciali

Il proiettore delle stelle è caratterizzato nei modelli tradizionali di tipo meccanico da una sfera o due semisfere, unite ad un'intelaiatura di forma cilindrica che contiene i proiettori dei cinque pianeti visibili ad occhio nudo, del Sole e della Luna. Questa è l'attrezzatura di base, con la quale si possono mostrare il moto apparente della volta celeste, i cambiamenti dell'aspetto del cielo dovuti alla latitudine e alla precessione, e il moto annuale. La Luna, oltre al suo moto orbitale, mostra anche le fasi. Nei modelli più semplici ci sono soltanto il movimento diurno e quello in latitudine. L'attrezzatura fin qui descritta è quella solitamente rappresentata dal proiettore principale del planetario.

A questi strumenti si unisce la freccia luminosa, un semplice segnalatore manuale che consente all'operatore di indicare i singoli corpi celesti proiettando sulla cupola una freccia, spesso colorata di rosso o di verde. È chiaro che il suo utilizzo sotto la cupola, indispensabile ed as-

sai efficace, frantuma nell'immaginazione dello spettatore l'illusione di trovarsi sotto una vera volta stellata. È pertanto opportuno introdurre la freccia luminosa almeno qualche minuto dopo aver mostrato il cielo del planetario. Grazie alla freccia luminosa in un planetario è così possibile indicare i singoli corpi celesti ed aiutare il pubblico nell'identificazione delle costellazioni, delle stelle e dei pianeti. Ad occhio nudo sotto il cielo reale non si può indicare con la stessa precisione le singole stelle.

A questo punto abbiamo fatto conoscenza con gli strumenti principali del planetario ai quali si aggiungono i proiettori ausiliari che rappresentano, ad esempio, le meteore, una cometa o un satellite artificiale. Alcuni di questi proiettori sono essenziali per l'insegnamento dell'astronomia e fanno parte della dotazione di base dello strumento: il proiettore delle coordinate celesti, che rappresenta anche il percorso apparente del Sole tra le costellazioni (eclittica), e poi ancora il proiettore del meridiano, dei poli celesti e del cerchio di precessione. Vi è infine una innumerevole serie di proiettori supplementari con i quali sarà possibile, ad esempio, simulare un'eclisse di Sole, i movimenti dei satelliti Medicei attorno a Giove, o quello di Saturno visto da una delle sue lune, oppure i moti dei pianeti attorno al Sole, ed altri ancora in relazione con i diversi fenomeni celesti.

Sulla cupola non vediamo soltanto stelle e pianeti, ma anche tantissime immagini mostrate da due o più diaproiettori a caricatori circolari che, opportunamente sistemati sotto la base della cupola, attorno al proiettore delle stelle o vicino alla consolle di comando, rappresentano una utilissima estensione visiva delle possibilità ottiche della dotazione di base. A questi proiettori di diapositive si possono unire le immagini in movimen-

to di videoproiettori, di videodischi a lettura laser e di proiettori emisferici a grande campo visivo (sistemi Omnimax e Cinema 360). Questi ultimi sono quasi sempre ubicati nei planetari a cupola inclinata, dove lo spettatore è quindi comodamente seduto su poltroncine tutte rivolte nella stessa direzione. Questi spettacolari strumenti audiovisivi sono descritti più approfonditamente nella pubblicazione «Il cielo in una stanza».

Siamo così giunti ai planetari dell'ultima generazione dove il classico proiettore meccanico delle stelle con due emisferi è sostituito da un complesso apparato dall'aspetto simile a un robot. I proiettori delle stelle, dei pianeti, del Sole e della Luna sono tutti separati tra di loro e disposti sullo stesso piano. La sfera delle stelle ha un'aspetto più misterioso e si può muovere in ogni direzione.

In questi planetari moderni i movimenti sono pilotati da un computer. Non vi sono pertanto limiti nell'uso di tali apparecchiature.

In modelli ancora più recenti il proiettore delle stelle non è più la sfera con tante finestre ottiche o singoli fori dai quali escono le luci delle stelle, ma un avveniristico videoproiettore che consente un uso assai versatile del planetario. Purtroppo in questi costosi e complicati planetari, specialmente durante le rappresentazioni per il pubblico generico, il cielo si trasforma in un affascinante, ma spesso casuale, roteare di stelle senza alcun significato reale.

INTRODUZIONE AL CIELO DEL PLANETARIO

Iniziamo la lezione

Nel capitolo precedente abbiamo illustrato le strutture e gli strumenti dei planetari. Dovendo ora affrontare gli argomenti di geografia astronomica, quelli che si insegnano sotto la cupola di un planetario, è necessario ribadire che la nostra esposizione si riferisce all'uso di strumenti di tipo manuale, posti sotto cupole di 3 o 4 metri di diametro. Tralasciamo pertanto tutti gli aspetti relativi alla spettacolarità del planetario e agli effetti speciali, e limitiamo il discorso ai temi fondamentali che si trattano in ogni planetario, piccolo o grande che sia.

Anche in un piccolo planetario l'inizio della lezione è per il pubblico un momento di grande interesse. La curiosità di sapere che cosa si vede sotto quella minicupola contagia tutti, dai bambini agli adulti. Proprio perchè abbiamo a disposizione uno strumento molto semplice, con poche possibilità spettacolari e spesso privo di dotazioni supplementari, è preferibile ritardare almeno di una decina di minuti la proiezione del cielo stellato, l'unica vera sorpresa di un piccolo planetario. Posticipando l'accensione del proiettore delle stelle si soddisfa anche un'altra esigenza, quella di abituare gli occhi degli spettatori alla visione «notturna».

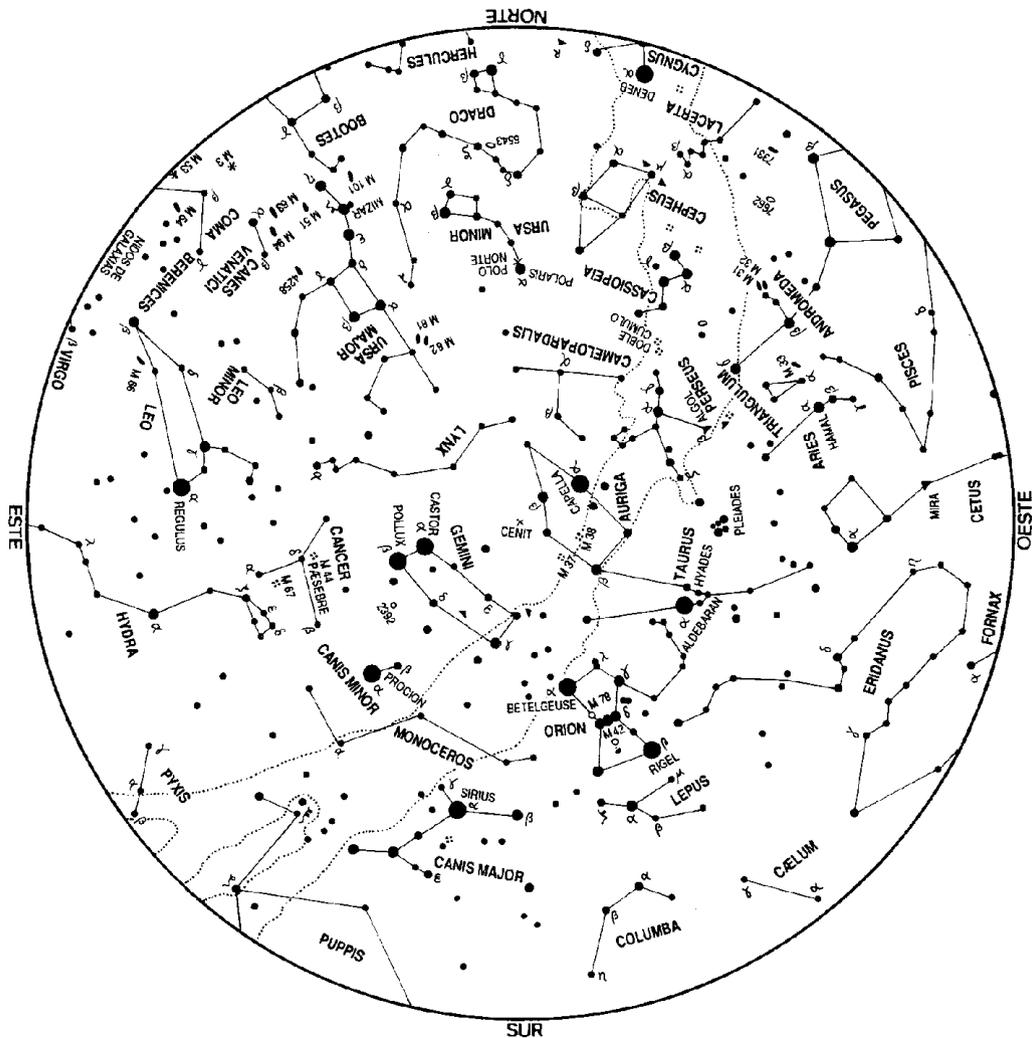
Passiamo pertanto gradualmente dall'ambiente illuminato a quello completamente buio. All'inizio si usano le luci, regolabili col potenziometro, che simulano

i crepuscoli. Con la cupola a luci accese, che gradualmente si attenuano, si può già utilmente impiegare la freccia luminosa o una freccia laser, se la prima ha una luce troppo debole. Per prima cosa vengono descritti i punti di riferimento sulla volta celeste: il cerchio dell'orizzonte, le posizioni dei punti cardinali — specificando se la loro disposizione corrisponde o meno con la realtà esterna — e lo zenit, il punto sulla nostra verticale.

Entra in scena il Sole

A questo punto nei planetari automatici si può mostrare con l'apposito proiettore l'arco diurno descritto dal Sole sulla volta celeste. Nei piccoli planetari non potendo mostrare il Sole separatamente dalle stelle è preferibile ricorrere alla freccia luminosa. Con questa si mostrano i punti estremi dell'orizzonte orientale e di quello occidentale nei quali il Sole sorge e tramonta nel corso delle varie epoche dell'anno, ricordando che il Sole sorge sempre a oriente, cioè a est (e tramonta a occidente, cioè a ovest), ma due volte soltanto nell'arco dell'anno (equinozi) nel punto cardinale est (e nel punto cardinale ovest tramonta). Sempre con la freccia si indica un possibile arco del Sole, ad esempio quello massimo descritto dall'astro diurno al solstizio estivo e quello minore coincidente con il primo giorno del-

IL CIELO DI FEBBRAIO



CARTA CELESTE

per il

1 febbraio alle ore 22 T.U.
 15 febbraio alle ore 21 T.U.
 1 marzo alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ⊕ AMMASSO APERTO
- ★ AMMASSO GLOBULARE
- ☁ NEBULOSA DIFFUSA
- ☾ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

l'inverno astronomico. Naturalmente questo discorso ci conduce ad un rapido accenno sulla conseguente diversa durata del giorno in questi due momenti dell'anno. Bisogna evitare che questi argomenti possano prolungarsi nel tempo con approfondimenti e chiarimenti, altrimenti si rischia di esporre una introduzione troppo lunga che ritarda eccessivamente la proiezione del cielo stellato. È bene ribadire che questi sono i momenti di massima attenzione nel pubblico, forse gli argomenti che vengono proposti ora sono quelli che rimarranno più impressi nella memoria del pubblico. Insistiamo allora soprattutto sugli argomenti fondamentali, come quelli della cosiddetta «astronomia del quotidiano», degli eventi celesti di tutti i giorni.

Durante una lezione con una classe elementare o media può essere divertente tentare di ingannare gli studenti, per cercare un possibile colloquio e per accertarsi che siano attenti, mostrando con la freccia luminosa delle errate traiettorie apparenti del Sole. Ad esempio, partendo da est, alzarsi in verticale di una quarantina di gradi, o poco meno, e poi deviare a destra ad angolo retto correndo paralleli al cerchio dell'orizzonte e appena sopra il punto ovest piegare ancora di 90° , ma verso il basso, simulando cioè il tramonto. A questo punto chiediamo agli studenti se ciò che è stato mostrato corrisponde alla realtà e spesso la risposta è affermativa. Si scoprono così le lacune dell'esperienza osservativa dei ragazzi, anche quando si parla di fenomeni celesti quotidiani. Ad esempio, per molti ragazzi il Sole è al mezzogiorno quando è sopra le nostre teste e quindi non proietta alcuna ombra! Bisognerebbe proporre alle scolaresche una gita all'equatore o ai tropici per chiarire queste conoscenze mnemoniche apprese sul sussidiario. Torniamo alla nostra errata simulazione del moto del

Sole. Basta ripetere la traiettoria errata prima descritta per suscitare rapidamente in qualcuno dei presenti delle perplessità. A quel punto si mostra correttamente l'arco diurno apparente descritto dal Sole sulla volta celeste. Poniamo ora ai ragazzi il seguente quesito: quando è mezzogiorno? Le loro risposte saranno le più diverse. A parte quella del Sole allo zenit, noteremo un certo imbarazzo tra gli studenti delle scuole dell'obbligo di fronte a domande che riguardano fenomeni familiari, che però non sono mai stati sufficientemente approfonditi nella loro natura. Non è difficile mostrare ai ragazzi la risposta esatta mediante l'uso della freccia luminosa. Il punto mediano dell'arco diurno coincide con la massima altezza del Sole in un certo giorno dell'anno, questa si chiama culminazione. Possiamo però anche dire semplicemente che siamo al mezzogiorno (locale vero) quando l'astro diurno è sopra il punto cardinale sud (ci limitiamo per il momento a considerare quanto avviene a nord dell'equatore).

Dopo aver fornito queste due risposte proviamo a chiedere ai ragazzi come si può empiricamente stabilire questo istante della giornata, per esempio se ci troviamo in un'isola deserta (qualche spiritoso proporrà di utilizzare il metodo dell'appetito!). Ecco che senza l'uso di orologi o bussole basta osservare il progressivo accorciarsi dell'ombra di un oggetto posto verticalmente nel terreno. L'ombra più corta di una giornata corrisponderà con la massima altezza del Sole. Possiamo rapidamente aggiungere, senza eccessivi approfondimenti, che sempre a mezzogiorno l'ombra più lunga in un anno coincide con il solstizio invernale e viceversa quella più corta dell'anno con il solstizio estivo. L'ombra proiettata dall'oggetto rappresenta quindi la linea meridiana (asse nord-sud).

I crepuscoli

L'esposizione di tutti gli argomenti trattati nei paragrafi precedenti deve essere ben calibrata con i tempi che ci siamo fissati. A questo proposito è utile disporre di un orologio con display luminoso, non troppo intenso altrimenti ci darebbe fastidio al buio. Se si evitano eccessivi approfondimenti, questa introduzione al planetario richiede al massimo una quindicina di minuti nelle esposizioni più lunghe. È giunto il momento di soddisfare la curiosità del pubblico prima che l'attesa si trasformi in noia. Dopo aver lavorato per tutta l'introduzione con una debole illuminazione della cupola, procediamo verso la completa oscurità passando attraverso i crepuscoli.

Con la freccia luminosa scendiamo sotto l'orizzonte di ponente simulando il tramonto del Sole. Quando il Sole è sceso sotto l'orizzonte inizia il crepuscolo civile. Raggiunti i 6 gradi sotto l'orizzonte ha inizio il crepuscolo nautico. Qualche istante prima avremo già acceso il proiettore delle stelle stando attenti che le stelle non compaiano di colpo alla vista del pubblico, ma gradualmente con le luci che vanno lentamente attenuandosi.

Durante il crepuscolo nautico il Sole si trova tra 6 e 12 gradi sotto l'orizzonte ed è ancora visibile il cerchio dell'orizzonte, sul quale i naviganti misurano l'altezza degli astri per determinare la loro posizione in mare. A questo punto le luci che simulano il crepuscolo si spengono completamente e appare in tutta la sua bellezza il cielo stellato del planetario. Il Sole si trova 18 gradi sotto l'orizzonte e ha termine il crepuscolo astronomico. È notte fonda, i nostri occhi, ben adattati all'oscurità, possono percepire anche le stelle più deboli. In realtà mentre sotto il cielo reale si possono ammirare migliaia di stelle, in un piccolo planetario queste pos-

sono variare da 500 a 3000 in relazione con il modello impiegato.

Lo splendore degli astri

La curiosità del pubblico è finalmente appagata. Se i tempi e le modalità di queste fasi preliminari della lezione sono stati rispettati, quando compare il cielo stellato si udiranno le esclamazioni di meraviglia dei presenti. A questo punto abbiamo ancora quindici o venti minuti da impiegare utilmente essendo certi di avere un pubblico attento e curioso di vedere che cosa accade ora sotto la volta stellata, prima che qualcuno si abbandoni all'effetto soporifero del buio e dell'aria stagnante che si crea sotto la cupola. Per i ragazzi si tratta anche di una prova della loro capacità di seguire una lezione al buio (già in precedenza avremo ricordato agli studenti che durante la lezione è difficile prendere appunti!).

L'argomento da esaminare in questa fase preliminare è quello della luminosità degli astri. A tutti i presenti appare evidente che vi sono in cielo stelle molto più luminose di altre e un elevato numero di corpi celesti appena visibili ad occhio nudo. Dopo aver considerato questi due estremi della scala di luminosità apparente degli astri introduciamo il termine di magnitudine, cioè l'unità di misura di questo splendore apparente che dipende dalle dimensioni, dalla distanza e dal colore dell'oggetto.

La scala delle magnitudini si esprime con un numero che decresce con l'aumentare dello splendore apparente. La magnitudine limite per l'occhio umano è 6. Le stelle più luminose hanno uno splendore apparente di 2 o 1 magnitudine fino a zero per le più brillanti. Alcune, soltan-

to quattro, hanno magnitudine negativa. Possiamo quindi dire a questo punto qual è la magnitudine limite del proiettore delle stelle che stiamo impiegando. Questa scala delle magnitudini la possiamo estendere per contrasto agli oggetti più luminosi, come un pianeta, ad esempio, o addirittura alla Luna e al Sole. In questo modo abbiamo l'opportunità di mostrare anche i diversi tipi di corpi celesti che lo strumento proietta. Se vogliamo invece ritardare la sorpresa, ci conviene citare semplicemente il Sole, la cui magnitudine è pari a -27 , senza proiettarlo.

La volta celeste in movimento

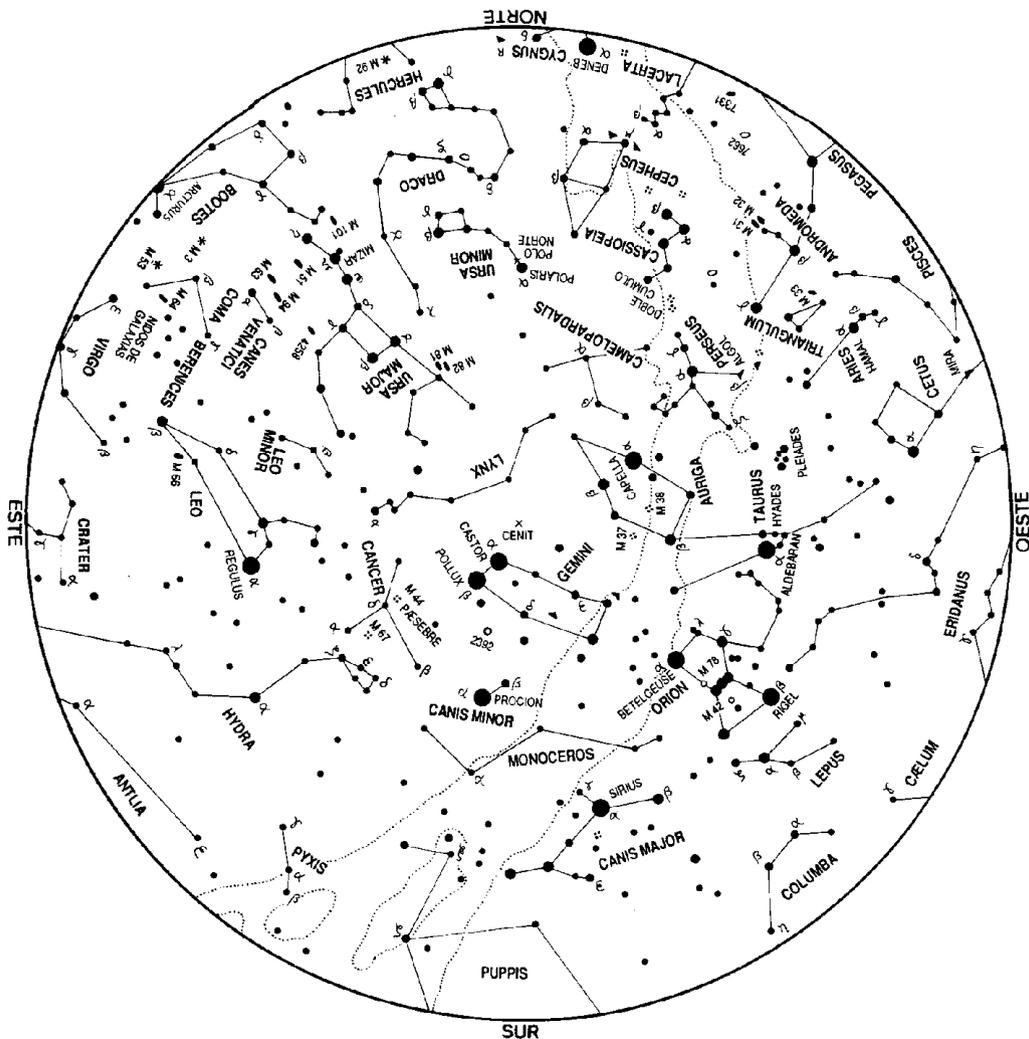
L'itinerario qui descritto è puramente indicativo. A scelta dell'operatore, o in accordo con l'insegnante nel caso di una lezione scolastica, può essere adattato ad un certo programma che prevede anche un ciclo di lezioni al planetario. Possiamo allora, ad esempio, far precedere all'argomento dello splendore degli astri quello del movimento della volta celeste, l'uni-

co automatismo sicuramente presente anche in un piccolo planetario. Il fatto di trattare in questo momento il moto apparente delle stelle ci permette di distribuire proficuamente nella lezione tutti quei semplici effetti di cui dispone lo strumento impiegato.

Dopo aver messo in movimento la volta celeste, senza dirlo verbalmente, chiediamo ai presenti che cosa sta accadendo. Apparirà subito evidente la rotazione della volta celeste se proponiamo al pubblico di osservare gli astri che sorgono sopra i punti dell'orizzonte orientale e che scendono sotto il lato opposto. Questa volta preavvisando il pubblico, onde evitare fastidiosi giramenti di testa, interrompiamo il movimento automatico per mostrare manualmente la rotazione della volta celeste.

Questa operazione ci consente di velocizzare il movimento, stando attenti a non esagerare, evidenziando in tal modo in quale direzione si trova il centro di questa rotazione. Attorno a questo centro del movimento apparente della volta celeste tutte le stelle descrivono dei cerchi concentrici sempre più grandi via via che ce ne allontaniamo.

IL CIELO DI MARZO



CARTA CELESTE

per il

1 marzo alle ore 22 T.U.
15 marzo alle ore 21 T.U.
1 aprile alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✧ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- ◊ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

LA ROTAZIONE DEL CIELO STELLATO

Ecco la Polare!

La freccia luminosa è uno strumento essenziale sotto la cupola del planetario. Senza la freccia non è possibile indicare i corpi celesti di cui si sta parlando ed aiutare lo spettatore ad orientarsi tra tutti questi punti di luce. Dopo averla mostrata per la prima volta ai presenti, proiettandone l'immagine verso lo zenit dove tutti possono ben vederla, la utilizziamo per indicare la stella Polare. Ricordando che l'importanza di questa stella è dovuta alla sua casuale posizione in cielo, molto vicina al polo celeste nord, si fa notare che il suo splendore non è particolarmente cospicuo, specie se lo confrontiamo con quello delle stelle più brillanti (la stella Polare ha magnitudine 2.02, ma è in una zona dove le altre stelle sono più deboli).

Se tracciamo una verticale tra la stella Polare e l'orizzonte sottostante identifichiamo, con una buona precisione, la direzione del nord geografico. Infatti questa stella si trova attualmente a circa un grado dal polo celeste nord, uno dei punti di intersezione tra l'asse di rotazione della Terra e la volta celeste. Se la Polare coincidesse con questo punto sarebbe praticamente immobile, pertanto non parteciperebbe al moto di rotazione apparente della volta celeste. Poiché, invece, vi è una distanza, seppure piccola, tra la Polare e il polo celeste nord, la stella descri-

ve una piccola circonferenza durante una rotazione siderea (23h 56m 4s), quasi impercettibile ad occhio nudo.

La Polare è una delle stelle della costellazione dell'Orsa Minore, nota anche col nome di «Carro minore». Le altre stelle che compongono la caratteristica figura della costellazione sono molto deboli, tranne un paio. Spesso nel cielo urbano, inquinato dallo smog e rischiarato dalle luci artificiali, queste stelle meno luminose risultano inosservabili ad occhio nudo. Non molto lontane da queste stelle ci sono quelle dell'Orsa Maggiore (o «Carro maggiore»), molto più splendenti e, come ricorda il nome della costellazione, distribuite su un'area celeste molto più ampia di quella occupata dalle sette stelle della «minore». Indicando queste costellazioni con la freccia luminosa si può descrivere come le immaginavano gli antichi, segnalando le tre stelle della coda, le quattro che rappresentano parte del corpo dell'animale e quelle meno splendenti utilizzate negli antichi atlanti celesti per indicare la testa e le zampe.

Nci planetari, anche i più semplici, sono disponibili dei proiettori supplementari (o dei cilindri nel planetario Starlab) che mostrano le figure delle costellazioni immaginate dagli antichi. In questo momento della lezione è più proficuo impiegare gli strumenti ausiliari che mostrano una alla volta queste figure, così da poter proiettare solo le sagome delle due co-

stellazioni di cui stiamo parlando. Bisogna infatti tener presente la necessità di seguire un certo filo del discorso, specie nelle lezioni scolastiche. Mostrando tutte le costellazioni nascerebbe spontanea la richiesta di informazioni sulle altre costellazioni, un argomento poco tecnico e molto discorsivo che invece è preferibile riservare alla parte finale della lezione, quando ormai l'attenzione del pubblico è ai minimi livelli.

A questo punto possiamo indicare il classico metodo osservativo per localizzare in cielo la Polare, un'operazione utile anche per orientarsi. È opportuno, quando si presenta l'occasione, ricordare l'utilità pratica di certe osservazioni celesti (orientamento, navigazione astronomica, computo del tempo ecc.). Pertanto si può suscitare la curiosità dei ragazzi, ad esempio, facendo loro immaginare di trovarsi in un deserto, dove quindi per orientarci abbiamo a disposizione solo le stelle. Il metodo più semplice per localizzare in cielo la Polare è quello di tracciare una retta tra le due stelle del lato minore del rettangolo dell'Orsa Maggiore opposto alla coda. A cinque volte la distanza che separa queste due stelle, seguendo la retta così descritta, si trova la stella Polare. Poiché l'Orsa Maggiore, nelle varie epoche dell'anno, occupa diverse posizioni attorno alla «minore», dovremo ricordarci di seguire il segmento nella direzione opposta alle zampe dell'animale.

Le due stelle dell'Orsa Maggiore, cioè l'alfa (Dubhe) e la beta (Merak), rappresentano quindi una sorta di lancetta che indica in un qualsiasi momento dell'anno la posizione della Polare. Possiamo comunque localizzare questa stella sopra l'orizzonte settentrionale in un punto di altezza pari alla nostra latitudine. Ecco, allora, che alla latitudine di 45 gradi nord la Polare occupa proprio la posizione me-

diana tra il punto cardinale nord e lo zenit.

Per evidenziare la posizione della Polare quale indicatore del polo celeste nord è sufficiente far ruotare manualmente la sfera delle stelle come abbiamo fatto in precedenza. Le stelle descrivono così dei cerchi concentrici al polo celeste nord e, con un po' più di approssimazione, attorno alla Polare. Questi cerchi hanno per raggio la distanza angolare tra la Polare e la stella presa in considerazione. Il senso di rotazione è naturalmente antiorario.

Stelle circumpolari

Con il movimento prima descritto appare evidente che alcune stelle sono visibili per una intera rotazione, ovvero non scendono mai al di sotto dell'orizzonte. Sono le stelle circumpolari. Per una determinata latitudine le stelle circumpolari sono quelle comprese nel cerchio che ha per raggio la distanza angolare tra la Polare e l'orizzonte verso nord, ovvero tale distanza è pari alla latitudine. A latitudini intermedie e in quelle più settentrionali l'Orsa Maggiore è una costellazione circumpolare. Stelle che si trovano ad una distanza superiore scendono sotto l'orizzonte per un periodo di tempo che aumenta con la distanza delle stesse dalla Polare. Si tratta delle stelle sorgenti e tramontanti. Infine sopra l'orizzonte non sorgono mai le stelle che definiamo circumpolari non visibili, comprese in un cerchio che ha per centro il polo celeste sud e che ha un raggio uguale a quello delle stelle circumpolari. Anche il Sole, oltre il circolo polare artico o antartico, diventa in certe epoche una stella circumpolare.

IL MOTO DI LATITUDINE DEL CIELO STELLATO

Verso il polo nord

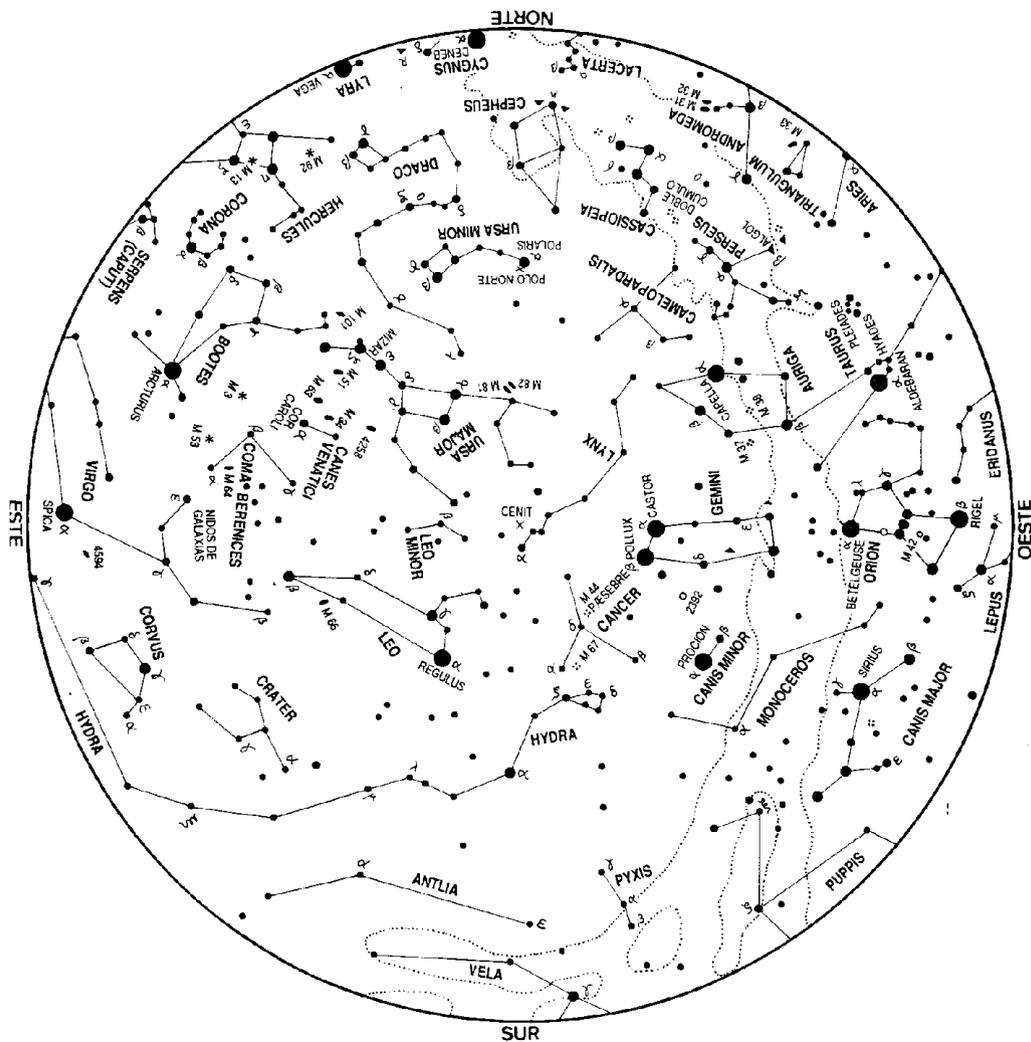
Il planetario è uno strumento che può simulare viaggi nel tempo, mostrandoci come appare il cielo di questa sera, quello che si vedrà in una sera tra dieci o cent'anni o quello che osservavano gli antichi in una remota data del passato. Ma con questo strumento possiamo simulare anche viaggi nello spazio. Manovrando automaticamente o manualmente la sfera delle stelle è possibile modificarne l'inclinazione per proiettare l'aspetto del cielo così come appare in un qualsiasi punto della superficie terrestre (nei planetari dell'ultima generazione questa possibilità viene estesa anche a punti di osservazione extraterrestri). Inizia allora il viaggio, dopo aver dato qualche consiglio ai ragazzi sugli indumenti pesanti da mettere in valigia, visto che ci spostiamo al Nord! Nell'oltre mezzo secolo di attività del planetario di Milano si racconta che durante una lezione in cui si proponeva questo «viaggio» uno spettatore si presentò con la valigia! Tenendo la freccia luminosa puntata in direzione della Polare e raddrizzando l'asse di rotazione del proiettore delle stelle, il pubblico può notare che la stella Polare si alza sopra l'orizzonte di un'altezza pari alla latitudine. In mancanza del meridiano graduato sul quale è possibile fare la lettura diretta della distanza angolare tra Polare e orizzonte, il relatore può, ad esempio, elencare

le nazioni via via più settentrionali che si attraversano in questo viaggio immaginario. In alcuni planetari uno speciale proiettore mostra una carta geografica che scorre sotto gli occhi del pubblico, simulando il tracciamento di una rotta verso nord o verso sud a seconda dei casi. Nei piccoli planetari l'indicazione accurata della latitudine può essere fatta leggendo l'apposito goniometro posto sull'asse equatoriale del proiettore delle stelle. Poiché l'operazione ha luogo al buio, abbiamo bisogno per la lettura della scala graduata di una pila, la cui luminosità deve essere schermata con una velina rossa. Quando la freccia indica i 90 gradi di latitudine nord, oppure più semplicemente quando la Polare è sulla nostra verticale, siamo giunti al termine della prima parte del nostro viaggio. Eccoci al polo nord.

La Polare allo zenit

Facendo ruotare rapidamente la volta celeste appare evidente che il centro di questo movimento è sopra la verticale dell'osservatore. Chiediamo ai presenti, specialmente durante una lezione con le scuole dell'obbligo, se si nota qualcosa di particolare nel moto della sfera celeste al polo nord. Non dovrebbe sfuggire infatti, anche ai più distratti, che nessuna stel-

IL CIELO DI APRILE



CARTA CELESTE

per il

1 aprile alle ore 22 T.U.

15 aprile alle ore 21 T.U.

1 maggio alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ☼ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

la scende sotto l'orizzonte e nessuna sorge. Al polo nord (più correttamente ai poli) tutte le stelle di un emisfero sono infatti circumpolari, offrendo pertanto uno spettacolo monotono del cielo per tutto l'anno (o meglio per quei mesi in cui ai poli c'è la notte). Così anche quando il Sole compare sopra l'orizzonte diventa una stella circumpolare e questo avviene, sempre ai poli, esattamente per sei mesi, tra l'equinozio di primavera e quello di autunno al nord e viceversa al sud. Agli equinozi vediamo il Sole che si muove appena sopra l'orizzonte (la rifrazione atmosferica lo «solleva»), mentre ai solstizi (in giugno per il polo nord, in dicembre per quello sud) raggiunge la massima altezza sopra l'orizzonte, costante per circa 24 ore. Ai poli infatti non si parla di culminazione per le stelle, il Sole, la Luna o i pianeti, dato che tutti i corpi celesti si muovono su delle orbite circolari apparenti parallele al cerchio dell'orizzonte. Ricordando che il raggio del cerchio che contiene le stelle circumpolari è pari alla latitudine, cioè in questo caso 90 gradi, è chiaro che ai poli tale cerchio contiene tutto un emisfero celeste. Il cerchio che contiene le stelle circumpolari va invece riducendosi scendendo verso l'equatore, dove si annulla del tutto.

In una lezione introduttiva la spiegazione su quanto avviene al poli dal punto di vista della rotazione della sfera celeste può fermarsi a questo punto, mentre in una lezione più approfondita si può mostrare con il proiettore delle stelle fino a che latitudine si osserva il «Sole di mezzanotte» (cioè fino ai circoli polari) e che il periodo di visibilità in un anno del Sole per tutte le 24 ore va riducendosi passando da un polo al circolo polare più vicino. Possiamo mostrare il fenomeno del «Sole di mezzanotte», ad esempio sul circolo polare artico, nel giorno del solstizio estivo. Poniamo allora il Sole sopra il

punto cardinale sud (mezzogiorno) e spostiamolo verso occidente simulando il moto diurno. Dodici ore dopo il Sole si trova vicino al punto cardinale nord continuando ad avvicinarsi all'orizzonte come se stesse per tramontare. Invece a mezzanotte sfiora l'orizzonte e poi nelle ore seguenti comincia a risalire. A latitudini molto settentrionali abbiamo un altro caratteristico fenomeno, quello delle «notti bianche», come quelle di Leningrado, ricordate nella letteratura classica sovietica. A latitudini molto settentrionali il Sole non scende mai a sufficienza sotto l'orizzonte per lasciare spazio alla notte e anche attorno alla mezzanotte, nei periodi in cui il Sole è molto alto sull'equatore celeste, si può leggere il giornale con la luce naturale del cielo. I crepuscoli sono allora così lunghi che occupano tutto il periodo in cui il Sole è appena sotto l'orizzonte. A questo proposito anticipiamo che è interessante mostrare come nelle zone tropicali ed equatoriali il Sole scende quasi in verticale sotto l'orizzonte, allontanandosi pertanto molto più rapidamente e come conseguenza avremo dei crepuscoli di breve durata. Ai ragazzi basta ricordare che nel deserto sahariano, come ci mostrano alcune pellicole cinematografiche, le tribù nomadi scelgono il sito dove accamparsi per la notte appena il Sole è vicino al tramonto, visto che le tenebre arrivano molto in fretta.

Dal polo all'equatore

Dopo essere scesi con la Polare di nuovo alla latitudine del nostro punto di osservazione, proponiamo ai presenti un viaggio verso l'equatore. Analogamente a quanto descritto nei due paragrafi precedenti descriviamo le località che possiamo immaginare di attraversare in questo

viaggio verso sud toccando necessariamente luoghi familiari come le estreme propaggini meridionali dell'Italia insulare, dove la Polare scende a 36.5 gradi di altezza, e poi, attraverso il Sahara, fino al tropico del Cancro e, infine, all'equatore. La freccia luminosa indica la Polare appena visibile, per rifrazione, sopra l'orizzonte. In realtà è difficilmente osservabile trovandosi proprio sull'orizzonte e risultando pertanto facilmente coperta da qualsiasi ostacolo naturale e non che occulta la visuale dell'osservatore verso nord. Inoltre la Polare, per effetto del moto diurno, scende sotto l'orizzonte di un grado. Facendo ruotare rapidamente la volta celeste appaiono evidenti i due punti, che sfiorano l'orizzonte, attorno ai quali si muovono tutte le stelle, il polo celeste nord, indicato anche dalla Polare, e quello opposto a sud, non indicato da alcuna stella visibile ad occhio nudo. All'equatore si nota che tutte le stelle sono sorgenti e tramontanti e che pertanto non ci sono stelle circumpolari, ed entrambi gli emisferi celesti sono visibili. Quindi all'equatore in condizioni di cielo limpido, si possono osservare tutte le scimila stelle visibili ad occhio nudo. Abbiamo già anticipato l'argomento della breve durata dei crepuscoli e possiamo eventualmente aggiungere anche quello del Sole che raggiunge lo zenit a mezzogiorno nei giorni degli equinozi, mentre si presenta a nord o a sud dello zenit negli altri giorni dell'anno. È però preferibile rinviare questa spiegazione alla lezione su equinozi e solstizi, dato che richiede tutta una serie di approfondimenti che in questo momento appesantirebbero il discorso.

Il cielo australe

Completiamo il nostro viaggio sulla Terra mostrando il cielo australe e cioè

come cambia l'aspetto del cielo se scendiamo a sud dell'equatore. La Polare scompare e il polo celeste sud, indicato con la freccia luminosa, si alza sull'orizzonte in relazione con la latitudine. Quando il polo celeste meridionale si trova sulla nostra verticale abbiamo raggiunto il polo sud e tutte le stelle ci appaiono circumpolari come avevamo già visto al polo nord. Con il polo celeste in questa posizione ben individuabile, mostriamo come ci si orienta a sud dell'equatore, e cioè che le due stelle del lato maggiore della costellazione della Croce del Sud puntano in direzione del polo celeste meridionale. Visto che stiamo mostrando un cielo in gran parte sconosciuto, indichiamo almeno gli astri più splendidi e caratteristici dell'emisfero australe. Facciamo allora notare che, ad esempio, lo Scorpione appare capovolto rispetto a come lo si osserva a nord dell'equatore e che di conseguenza anche la spada di Orione punta verso l'alto e non verso il basso come avviene nel nostro cielo. Tornando verso l'equatore cerchiamo di colpire ulteriormente l'attenzione dello spettatore, probabilmente ormai messa a dura prova dopo tre quarti d'ora circa di lezione al planetario, mostrando il Sole che culmina a mezzogiorno sopra il punto cardinale nord e non a sud come avviene nell'emisfero settentrionale. Nell'emisfero australe il cielo ruota infatti in senso contrario a quello boreale, da destra a sinistra (con riferimento al Sole).

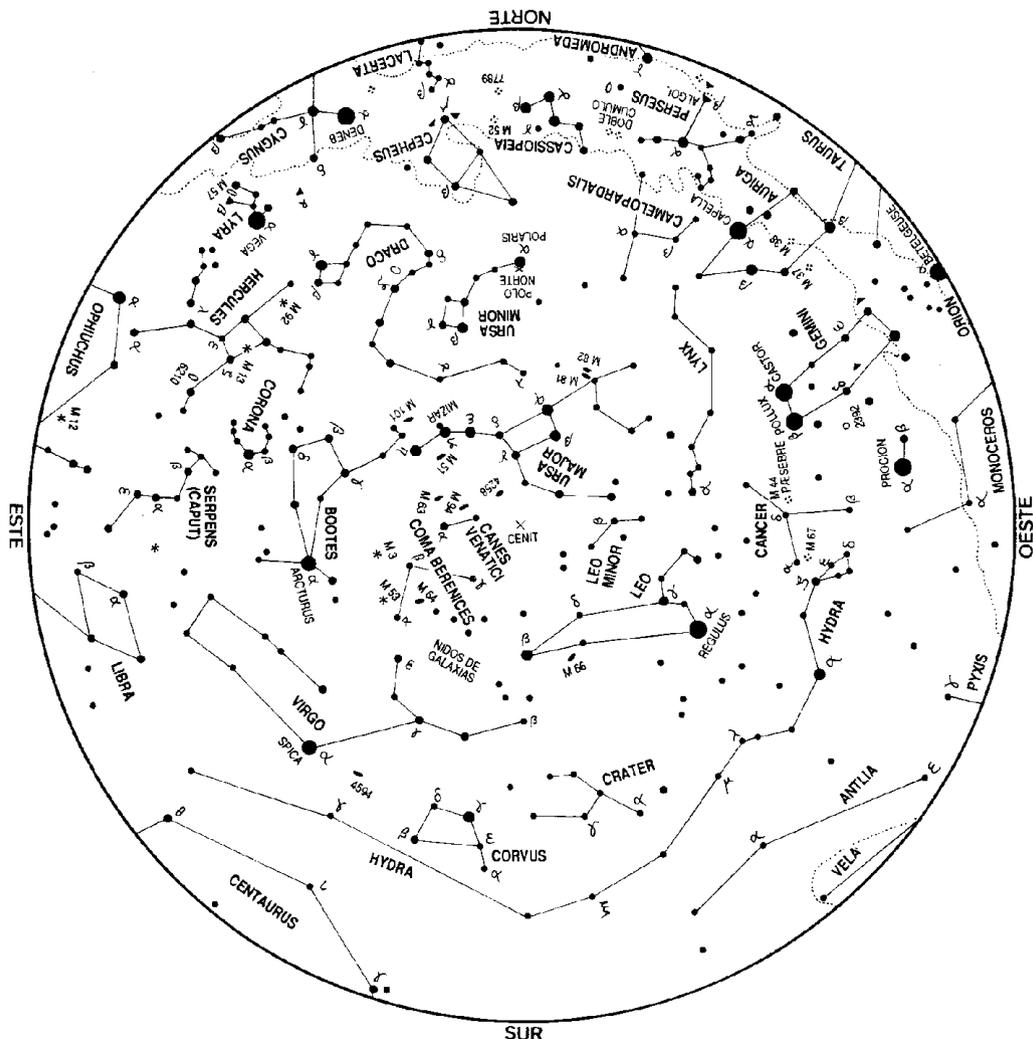
Stagioni e costellazioni

Tutti gli argomenti finora esposti dovrebbero essere contenuti in un'ora di lezione. Se abbiamo ancora qualche minuto a disposizione completiamo la conversazione con una breve descrizione delle

costellazioni visibili la sera stessa. Partendo dall'Orsa Maggiore, o da un'altra configurazione celeste caratteristica del periodo, mostriamo alcuni allineamenti tra le stelle utili per orientarsi tra questa miriade di punti luminosi. La descrizione del-

le costellazioni è molto sommaria, per non rischiare di protrarre eccessivamente la durata della lezione. Qualche accenno alle mitologie e alle leggende delle costellazioni di cui si parla rende più discorsiva la conclusione.

IL CIELO DI MAGGIO



CARTA CELESTE

per il

1 maggio alle ore 22 T.U.
15 maggio alle ore 21 T.U.
1 giugno alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ◇ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- ◌ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

LE COORDINATE DEGLI ASTR

Il meridiano celeste

Nella prima lezione sono stati descritti i punti principali di riferimento sulla volta celeste (punti cardinali, zenit, cerchio dell'orizzonte, poli celesti) ai quali ora aggiungiamo il meridiano. Immaginiamo di rappresentare sulla volta celeste un cerchio passante per il punto cardinale nord e sud attraverso il polo celeste nord e lo zenit, che continua sotto l'orizzonte attraverso il nadir (punto opposto allo zenit) e il polo celeste sud. Ad eccezione dei poli, dove abbiamo già visto che l'altezza di un corpo celeste sopra l'orizzonte è costante, quando una stella o un pianeta si trovano sul meridiano raggiungono la loro massima altezza sull'orizzonte (culminazione). Per il Sole ciò avviene nell'istante del mezzogiorno locale vero. Le stelle nel loro movimento apparente descrivono degli archi di cerchio (quelle occidue) o dei cerchi (quelle circumpolari). Questi archi o questi cerchi sono paralleli all'equatore celeste. Con gli appositi dispositivi del planetario mostriamo, se è possibile separatamente, il cerchio del meridiano e poi l'equatore celeste. Si nota che una stella nel suo moto apparente si mantiene sempre alla stessa distanza sopra o sotto l'equatore celeste. Quando la stella è sul meridiano raggiunge la massima altezza sopra l'orizzonte. Se però si tratta di una stella circumpolare dobbiamo distinguere tra la culminazio-

ne superiore (passaggio più vicino allo zenit dell'osservatore) e quella inferiore (passaggio più lontano dallo zenit) alle nostre latitudini. È evidente che le stelle circumpolari raggiungono la massima altezza sull'orizzonte solo quando sono in culminazione superiore. Il Sole è invece in culminazione superiore a mezzogiorno, mentre è in culminazione inferiore a mezzanotte.

Le coordinate altazimutali

Quando si cerca ad occhio nudo una costellazione o un corpo celeste sono molto utili le coordinate altazimutali (altezza e azimut), ovvero le distanze angolari di un oggetto riferite all'orizzonte. Si può così stabilire che nell'istante di un determinato giorno la stella Sirio, ad esempio, è visibile sopra il punto cardinale sud a 20 gradi di altezza. La prima coordinata è l'azimut, che si misura in senso orario lungo l'orizzonte da un punto di riferimento specificato (generalmente il nord) verso l'intersezione con il cerchio massimo perpendicolare all'orizzonte e passante per lo zenit. La stella Sirio, nel caso prima citato, ha pertanto azimut 180° e altezza 20° . Una stella che passa allo zenit ha altezza 90° e questa misura si riduce a zero quando la stella è sull'orizzonte. Un azimut di 270° indica il punto cardinale

ovest e un azimut di 135° indica il punto sull'orizzonte intermedio tra l'est e il sud. Queste coordinate risultano molto semplici da spiegare al planetario, anche se non si dispone dei cerchi graduati per l'azimut e l'altezza e bisogna accontentarsi dell'indicazione approssimata di queste misure con la freccia luminosa. È molto utile, anche nei piccoli planetari, un dispositivo luminoso o fosforescente che indichi la posizione dei punti cardinali sull'orizzonte. Sotto la cupola del planetario possiamo anche fare delle verifiche per essere certi che gli studenti siano in grado di stabilire le coordinate altazimutali di un oggetto celeste.

Il sistema orario

Abbiamo già introdotto termini come meridiano ed equatore celeste rispetto ai quali si misurano le coordinate del sistema orario. Queste coordinate sono l'angolo orario e la declinazione. Quando una stella passa sul meridiano è in culminazione e il suo angolo orario è pari a zero. Per effetto della rotazione terrestre, e del conseguente movimento apparente della volta celeste, la stella si sposta verso ovest e un ora dopo si trova sul meridiano posto a 15 gradi ovest rispetto a quello preso come riferimento. L'angolo orario dell'astro è allora di 15 gradi, oppure 1h, dato che vengono impiegati entrambi questi sistemi di misura. Quando la stella è in culminazione inferiore l'angolo orario è di 180° (o 12h). Pertanto l'angolo orario si misura da 0° a 360° , oppure da 0h a 24h, in senso orario nel nostro emisfero e in senso antiorario nell'emisfero australe. Mostrando questi movimenti e portandoci pertanto nell'altro emisfero, possiamo far notare come cambia il senso di rotazione apparente della

volta celeste. Sempre a proposito del sistema orario è necessario chiarire che una stella impiega 23h 56m 4s (giorno sidereo) per tornare al meridiano superiore, mentre i pianeti, la Luna o il Sole impiegano dei tempi diversi. L'altra coordinata del sistema orario è la declinazione, misurata in gradi rispetto all'equatore celeste. Una stella che si trova sull'equatore ha declinazione 0° , mentre un'altra posta ad una distanza sferica di 20° sopra l'equatore celeste ha declinazione 20° N (nord). Naturalmente la declinazione di una stella posta sotto l'equatore celeste è seguita dalla lettera S (sud). E comunque preferibile, per evitare inutili confusioni, introdurre fin d'ora l'uso del segno positivo (che di solito si omette) per le declinazioni settentrionali, e quello negativo per le declinazioni australi, così come adottato nel sistema delle coordinate equatoriali di cui ci occupiamo nel paragrafo seguente. Anche per questa coordinata consideriamo fissa la declinazione delle stelle — abbiamo già visto che una stella si muove su un arco di cerchio parallelo all'equatore — mentre per i pianeti, il Sole e la Luna le rispettive declinazioni variano continuamente. Con il proiettore dell'equatore celeste possiamo spiegare come si misura la declinazione di un astro e come questa misura angolare si mantiene praticamente costante, con le eccezioni prima descritte. Numerosi sono gli argomenti (misura del tempo, navigazione astronomica, storia degli strumenti impiegati nello studio dell'astronomia di posizione ecc.) che si possono sviluppare partendo dal contenuto di questi due ultimi paragrafi.

Il sistema equatoriale

Prima dell'inizio di una lezione sulle coordinate celesti è utile mostrare agli

studenti un globo o un atlante celeste sui quali si misurano con facilità le coordinate equatoriali. Conoscendo le coordinate celesti di un pianeta spieghiamo ai presenti come rintracciarlo in una carta celeste. Al termine di questa introduzione sull'impiego del sistema equatoriale, ripetiamo l'operazione sotto la cupola del planetario. Le coordinate equatoriali sono la ascensione retta e la declinazione e non è certamente azzardato, per facilitarne la comprensione, paragonarle alle coordinate geografiche. Questo confronto è ancora più intuitivo utilizzando un globo celeste all'inizio della lezione. L'ascensione retta è paragonabile alla longitudine geografica e la declinazione, che è già stata esaminata nel paragrafo precedente, alla latitudine. Quello che si potrebbe definire come il meridiano di Greenwich delle stelle è il meridiano celeste passante per il punto gamma, detto anche primo punto d'Ariete, che coincide con la posizione occupata dal Sole all'equinozio di primavera. È ora necessario proiettare anche il cerchio dell'eclittica, che rappresenta la traiettoria apparente del Sole tra le stelle dovuta al movimento di rivoluzione della Terra attorno all'astro diurno. Si mostrano allora i due punti di intersezione tra l'equatore celeste e l'eclittica, cioè i punti equinoziali, uno dei quali è quello occupato dal Sole all'inizio della primavera astronomica. È a partire da questo punto che viene misurata l'ascensione retta di un astro. Si misura in senso antiorario (nell'emisfero nord) lungo l'equatore celeste ed è l'angolo compreso fra il punto gamma e il meridiano celeste passante per l'astro. L'ascensione retta si misura in gradi (da 0° a 360°) o in ore (da 0h a 24h).

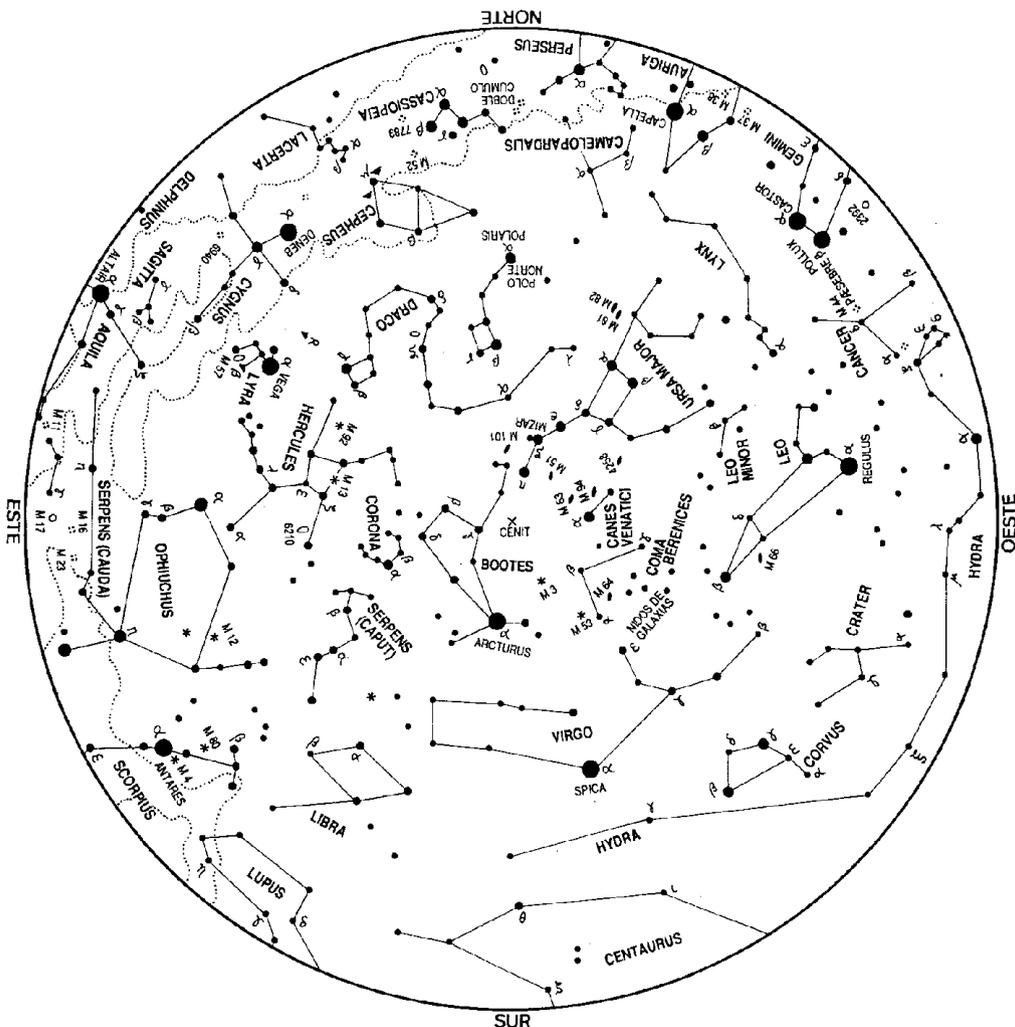
La declinazione, invece, è come abbiamo già visto la distanza angolare di un corpo celeste dall'equatore celeste. Le coordinate equatoriali del Sole all'equinozio di primavera sono pertanto ascensio-

ne retta 0h (abbreviata in A.R. nelle pubblicazioni astronomiche chiamate effemeridi, annuari o almanacchi celesti) e declinazione 0° . Le coordinate equatoriali del Sole diventano rispettivamente al solstizio estivo A.R. 6h e DECL. + $23^\circ 27'$, all'equinozio d'autunno A.R. 12h e DECL. 0° , al solstizio invernale A.R. 18h e DECL. $-23^\circ 27'$. Nel corso del tempo le coordinate equatoriali delle stelle variano, anche se molto lentamente, a causa della precessione degli equinozi (si veda il capitolo VII). Negli atlanti celesti è indicato a quale equinozio si riferiscono le coordinate equatoriali. Gli atlanti celesti vengono infatti aggiornati ogni mezzo secolo.

Il sistema eclittico

Il sistema eclittico ha come punti di riferimento il percorso apparente descritto dal Sole tra le stelle (eclittica) ed è indicato dalle coordinate di longitudine e di latitudine eclittica. La prima si misura lungo l'eclittica in senso antiorario (nell'emisfero nord), ed è l'angolo compreso fra l'equinozio di primavera e il meridiano d'eclittica passante per l'astro. La latitudine eclittica è la distanza angolare dell'astro misurata a partire dall'eclittica verso i poli della stessa. La longitudine eclittica è misurata da 0° a 360° , mentre la latitudine eclittica si misura da 0° a 90° nord o sud. Utilizzando queste coordinate in un planetario eliocentrico da tavolo, si può, ad esempio, indicare le posizioni dei pianeti lungo le loro orbite rispetto al Sole.

IL CIELO DI GIUGNO



CARTA CELESTE

per il

1 giugno alle ore 22 T.U.

15 giugno alle ore 21 T.U.

1 luglio alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✳ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- ☁ NEBULOSA DIFFUSA
- ☾ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

GLI ASTRY E LE STAGIONI

Equinozi e solstizi

Con un ciclo di tre lezioni si possono trattare tutti i principali argomenti di geografia astronomica. L'ultima lezione, quella descritta in questo capitolo, è quella più ricca di aspetti tecnici, quella che mette più a dura prova l'attenzione e l'interesse degli studenti, ma anche quella dove il planetario rivela tutte le sue potenzialità nell'insegnamento dell'astronomia di posizione. Nelle lezioni precedenti sono già stati mostrati il cerchio del meridiano e quello dell'equatore celeste. Se il planetario che abbiamo utilizzato dispone di un unico interruttore per tutti i cerchi avremo già mostrato anche l'eclittica. Il paragrafo dedicato alle coordinate equatoriali lo richiede in ogni caso. Passiamo pertanto alla descrizione del percorso del Sole tra le stelle e delle epoche astronomiche principali dell'anno (equinozi e solstizi).

Il cammino del Sole

Sullo sfondo del Sole, per effetto del movimento di rivoluzione della Terra, l'aspetto del cielo stellato cambia in continuazione. Si ha l'impressione che il Sole si sposti verso sinistra (nell'emisfero settentrionale) percorrendo una traiettoria ben precisa tra le stelle. Questo cammino

apparente del Sole tra le stelle si chiama eclittica. La fascia del cielo che invece si estende circa 8° a nord e 8° a sud dell'eclittica è quella dello Zodiaco. In questa fascia del cielo stellato si muovono anche i pianeti e la Luna. La notorietà delle costellazioni zodiacali, tra le 88 complessivamente presenti in cielo, è dovuta alla presenza del Sole, della Luna e dei pianeti. Un semplice esempio che può aiutare i ragazzi a capire questo discorso dello «sfondo» del Sole — specialmente quando non si dispone di un proiettore eliocentrico o di un planetario eliocentrico da tavolo — è di paragonare quanto avviene in cielo per l'osservatore terrestre a quello che accade sul palcoscenico. Lo spettatore dalla sua poltrona vede un attore che si sposta sul palcoscenico. Ora l'attore ha sullo sfondo, ad esempio, una porta, poi spostandosi eccolo davanti ad una finestra e via dicendo. Paragonando tutto ciò a quanto avviene in cielo si può dire che lo spettatore rappresenta il punto di osservazione terrestre, gli attori sono ad esempio i pianeti e la scenografia è la fascia dello Zodiaco. Naturalmente per fare un confronto corretto bisogna aggiungere che il nostro spettatore si trova seduto su una poltrona in movimento! Comunque in una visione geocentrica si può immaginare l'osservatore apparentemente fermo.

Nella realtà il Sole non è visibile sullo sfondo delle stelle, perchè quando l'a-

stro diurno è nel cielo la sua luce viene diffusa dall'atmosfera. Le stelle, molto più lontane e pertanto meno splendenti, scompaiono dalla nostra vista. Solo tra le luci dei crepuscoli, mattutini e serali, è possibile, come facevano gli antichi, scorgere qualche stella luminosa nel punto dell'orizzonte dove sta sorgendo il Sole o dove l'astro è appena tramontato.

In un planetario si ha pertanto una visione immaginaria del cielo, dal punto di vista terrestre, ma reale per un astronauta. Trovandosi su un'astronave nello spazio è infatti possibile vedere l'intensa luce del Sole tra quella delle stelle. Non c'è comunque bisogno di andare tanto lontano per vedere qual è la posizione occupata dal Sole nello Zodiaco. Ogni atlante celeste indica, infatti, il percorso dell'eclittica tra le stelle e riporta le epoche dell'anno relative alle posizioni del Sole lungo questo suo apparente cammino celeste. Per spiegare come si può giungere ad un risultato del genere basta mostrare il Sole nel momento della culminazione superiore (mezzogiorno) e far notare con il planetario che dodici ore dopo in quella posizione (cioè a mezzanotte) avremo le stelle che si trovano a 180° di longitudine eclittica dal Sole, cioè dalla parte opposta dell'astro diurno.

Il Sole si sposta sull'eclittica di circa un grado al giorno e in un anno ha quindi percorso tutto questo cammino. Poiché l'eclittica comprende diverse costellazioni è possibile utilizzare l'ingresso del Sole nelle configurazioni celesti della fascia zodiacale per costruire un calendario. I segni dello Zodiaco sono infatti dodici aree in cui è divisa questa fascia di cielo stellato, ognuna ampia 30° . L'ingresso del Sole nei diversi segni indica quindi una certa epoca dell'anno.

Per effetto della precessione degli equinozi il Sole però, pur muovendosi sempre fra le stesse stelle, anticipa nel cor-

so dei secoli il suo ingresso nelle costellazioni zodiacali. Infatti oltre duemila anni fa all'inizio della primavera il Sole era nella costellazione dell'Ariete, mentre oggi nella stessa epoca dell'anno si trova tra le stelle dei Pesci e nel futuro entrerà nella stessa epoca dell'anno tra quelle dell'Acquario. Bisogna pertanto distinguere tra segni e costellazioni zodiacali; esiste infatti uno sfasamento tra i segni zodiacali e le posizioni che realmente il Sole occupa oggi nella fascia dello Zodiaco (costellazioni zodiacali).

Le stagioni simili

Tra gli alunni del 2° ciclo delle scuole elementari e tra gli studenti delle scuole medie inferiori la familiarità con termini quali equinozi e solstizi non è sempre a un buon livello. Per aiutarli a memorizzare questi termini si può verificare se per la maggioranza dei presenti risulta immediata e corretta la risposta al quesito: quali sono le due stagioni simili? È evidente che esistono maggiori somiglianze tra primavera e autunno. Introduciamo allora il termine equinozio per indicare l'inizio, da un punto di vista astronomico, di queste stagioni. Per aiutarli ulteriormente spieghiamo il significato di questo termine (equinozio = identica durata del giorno e della notte). I solstizi (invernale ed estivo) sono invece caratterizzati da un'estrema diversità nel clima e nella durata del giorno e della notte. Dopo aver introdotto queste semplici considerazioni iniziamo la lezione vera e propria.

I punti di intersezione tra l'equatore celeste e l'eclittica rappresentano gli equinozi, cioè le posizioni occupate dal Sole all'inizio della primavera e dell'autunno astronomico. Per distinguere tra di loro

i due equinozi bisogna ricordare qual è il senso del movimento apparente del Sole sull'eclittica, cioè verso sinistra nell'emisfero settentrionale. È importante far notare che questo movimento avviene nel senso opposto alla rotazione apparente della volta celeste. Il Sole pertanto partecipa al movimento apparente della volta celeste verso ponente insieme a tutti i corpi in essa contenuti (stelle, pianeti, ecc.), ma l'astro diurno, giorno dopo giorno, si sposta lentamente anche tra le stelle dello Zodiaco verso oriente.

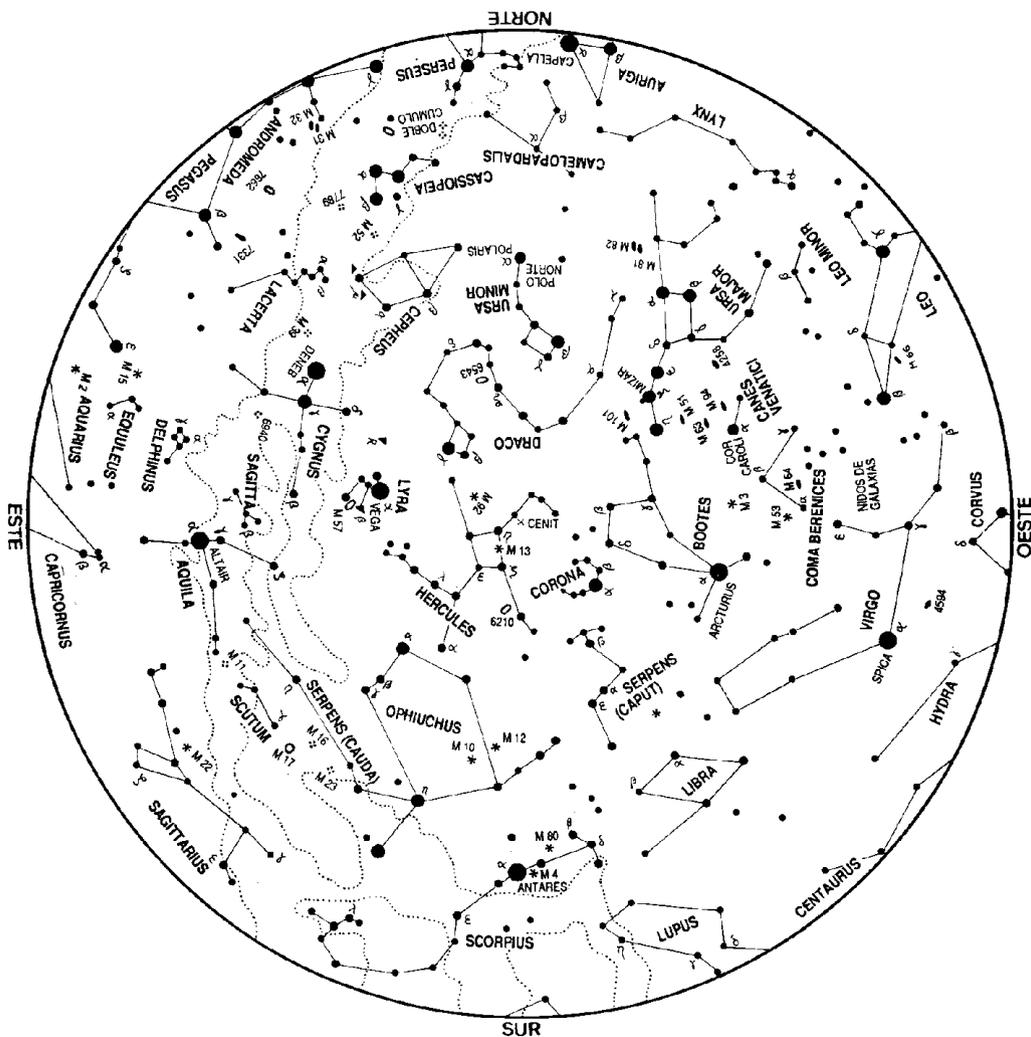
Dopo aver mostrato la differenza tra questi due movimenti apparenti del Sole, il primo dovuto alla rotazione terrestre e il secondo alla rivoluzione, si spiega come distinguere un equinozio dall'altro. In queste due epoche dell'anno il Sole si trova sull'equatore celeste; aumenta la sua distanza a nord se inizia la primavera e viceversa aumenta la sua distanza a sud in autunno. Ricordando qual è il senso del movimento apparente annuale del Sole è semplice distinguere tra di loro i due equinozi. Indicandoli con la freccia luminosa o ponendo in questi punti il Sole, si può chiedere agli studenti di che equinozio si tratta, verificando in tal modo se questo argomento risulta chiaro ai presenti. Durante queste esercitazioni può nascere una certa confusione tra l'eclittica e l'equatore celeste (se non sono differenziati nel colore o nel tratto). I due cerchi possono essere confusi tra di loro con il risultato che le risposte ai nostri quesiti saranno errate. Pertanto conviene far notare che l'equatore celeste descrive quattro angoli retti con il meridiano e unisce i punti cardinali est e ovest.

Le stagioni diverse

I maggiori contrasti stagionali si hanno tra l'inverno e l'estate, il cui inizio, da

un punto di vista astronomico, è rappresentato dai solstizi. Questo termine si spiega ricordando che il Sole «fa stazione», cioè si ferma. Infatti osservando il Sole sul meridiano a mezzogiorno, si nota che sale avvicinandosi all'epoca del solstizio estivo e scende in corrispondenza di quello invernale. Ma nei giorni immediatamente precedenti o seguenti queste due epoche dell'anno lo spostamento del Sole rispetto al meridiano è minimo. Pertanto il guadagno o la perdita in declinazione vanno gradualmente annullandosi in prossimità dei solstizi. La massima distanza a nord dell'equatore celeste è raggiunta dal Sole al solstizio estivo, mentre è alla massima distanza a sud dell'equatore al solstizio invernale. Come conseguenza avremo che la massima altezza sull'orizzonte è raggiunta al mezzogiorno del solstizio estivo e la minima altezza (nel momento della culminazione) al mezzodì del solstizio seguente. Per conoscere l'altezza sull'orizzonte del Sole in queste epoche dell'anno (a mezzogiorno) basta sommare algebricamente alla colatitudine ($90^\circ - \text{latitudine}$) la declinazione del Sole. Pertanto alla latitudine 45° il Sole raggiunge ai solstizi la massima altezza di $68^\circ 27'$ e la minima altezza di $21^\circ 33'$. Al tropico del Cancro il Sole si trova al solstizio estivo a 90° di altezza, cioè allo zenit, sulla verticale dell'osservatore. La stessa posizione è raggiunta dal Sole al mezzodì del solstizio invernale al tropico del Capricorno. Finalmente possiamo dimostrare ai ragazzi che il Sole allo zenit è visibile in uno dei due tropici ai solstizi e all'equatore agli equinozi, e in giorni diversi nella fascia dei tropici, visto che, condizionati dai rigidi concetti appresi sui libri di testo, si sente spesso dalle loro risposte che il Sole a mezzogiorno è sopra le nostre teste! Utilizzando il movimento in latitudine del planetario viene quindi rappresentata l'altezza del Sole in queste epoche dell'anno

IL CIELO DI LUGLIO



CARTA CELESTE

per il

1 luglio alle ore 22 T.U.

15 luglio alle ore 21 T.U.

1 agosto alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✦ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

a diverse latitudini. Possiamo fare ora delle esercitazioni ponendo il Sole o la freccia luminosa, che simula la posizione dell'astro diurno, in vari punti dell'eclittica, e chiedere ai ragazzi qual è la stagione alla quale il Sole si sta avvicinando. Dopo essersi accertati che l'argomento sia stato ben assimilato, possiamo trarre in inganno i presenti ponendo il Sole in vari punti dell'equatore celeste anzichè dell'eclittica, nell'attesa che qualcuno si accorga dell'errore.

Brevi cenni di archeoastronomia

Le stagioni da un punto di vista astronomico non si differenziano soltanto per le diverse posizioni occupate dal Sole lungo l'eclittica, ma anche per la diversa durata del dì e della notte. Per eliminare dalla mente dei ragazzi un'altro concetto impreciso, quello che il Sole sorge sempre nel punto cardinale est e tramonta (sempre) nel punto cardinale ovest, si possono mostrare i diversi punti dell'orizzonte sui quali il Sole sorge e tramonta nel corso dell'anno. Bisogna ricordare che per risalire al punto dell'orizzonte dove un astro sorge o tramonta si deve tracciare un cerchio parallelo all'equatore e passante per la stella. I punti di intersezione di questo cerchio con l'orizzonte sono rispettivamente il punto in cui sorge (a oriente) e in cui tramonta (a occidente) un astro.

Ponendo il Sole nei quattro punti principali dell'eclittica facciamo notare che l'astro sorge verso nord al solstizio estivo (e altrettanto accade al tramonto, ma ovviamente verso nord-ovest), molto spostato a sud al solstizio invernale ed esattamente ad est (e tramonta quindi a ovest) nei due giorni dell'equinozi. Appa-

re evidente che l'arco diurno descritto dal Sole è molto ampio durante la stagione estiva (raggiunge il massimo al solstizio estivo), pertanto il Sole rimane molto tempo sull'orizzonte e come conseguenza avremo un maggior numero di ore di luce. Viceversa al solstizio invernale avremo un arco diurno molto piccolo e quindi meno ore di luce. L'ampiezza di questi archi e la durata del dì dipendono anche dalla latitudine.

Questi movimenti a livello dell'orizzonte si traducono in posizioni continuamente variabili dei punti di levata e di tramonto del Sole. Il Sole pare spostarsi giorno dopo giorno, nel suo punto di levata, verso nord avvicinandosi all'estate, tra nord ed est avvicinandosi all'equinozio di autunno, tra est e sud verso il solstizio invernale e poi torna indietro tra sud ed est avvicinandosi all'equinozio di primavera e così di seguito. La stessa cosa accade verso ponente al tramonto.

Questi movimenti sono evidenti con il planetario. Chiediamo pertanto agli studenti a quale stagione si sta avvicinando il Sole, dopo aver indicato con la freccia luminosa i punti nei quali l'astro diurno sorge o tramonta. L'esercitazione può proseguire per qualche minuto fino a quando il numero delle risposte esatte è soddisfacente.

Questo metodo ci consente di introdurre qualche semplice considerazione sull'archeoastronomia. Infatti gli antichi Osservatori astronomici, come lo erano alcuni monumenti megalitici o le piramidi del centro America o altre costruzioni e allineamenti in pietra, erano orientati con quei punti dell'orizzonte dove il Sole sorgeva e tramontava nelle epoche principali dell'anno. In questo modo il sacerdote astronomo, osservando i punti di levata e tramonto del Sole, poteva compilare un calendario indispensabile per gli usi religiosi, civili e agricoli.

Si possono trattare diversi argomenti della cosiddetta «astronomia orizzontale» con l'ausilio del planetario, che consentono di recuperare in queste lezioni teoriche aspetti di interesse pratico e storico.

L'archeoastronomia, la navigazione astronomica e l'orientamento sono argomenti interessanti per le rappresentazioni destinate al pubblico, al quale non pos-

siamo proporre la tradizionale lezione di impostazione scolastica. Sostanzialmente gli argomenti trattati con il planetario — se si esclude l'uso del proiettore di diapositive o di altri strumenti audiovisivi — sono quasi sempre i medesimi, ma si possono presentare in maniere diverse, approfondendone uno in particolare, e utilizzando titoli di richiamo.

I LIMITI DEI PLANETARI MANUALI

La precessione degli equinozi

L'asse di rotazione del nostro pianeta descrive una superficie conica (in realtà è un doppio cono, ma qui ci si limita a considerare l'emisfero nord) con vertice nel centro della Terra ed asse perpendicolare al piano dell'eclittica. Questo fenomeno, chiamato precessione degli equinozi, è dovuto all'attrazione della Luna e del Sole sul rigonfiamento equatoriale della Terra. L'intersezione dell'asse del cono con la sfera celeste è il polo dell'eclittica. Per effetto di questo movimento conico dell'asse terrestre il polo celeste nord descrive un cerchio parallelo all'eclittica e con centro nel polo dell'eclittica. Questa lenta rotazione dell'asse terrestre attorno all'asse dell'eclittica si compie in circa 25.800 anni.

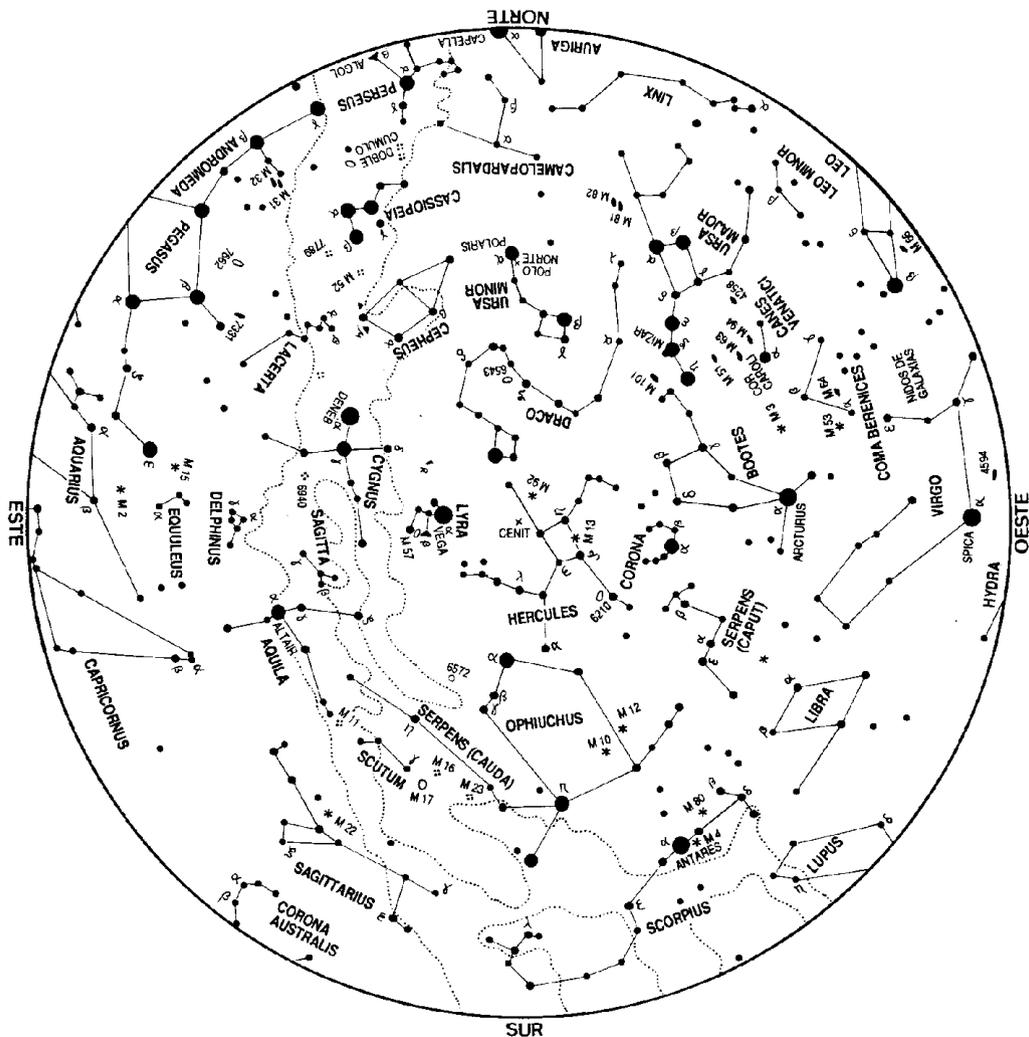
Il piano equatoriale, che è perpendicolare all'asse polare, si sposta per effetto di questa lenta rotazione dell'asse terrestre e come conseguenza si spostano anche gli equinozi. Si parla di precessione degli equinozi perchè il punto gamma (equinozio di primavera) si sposta in senso contrario al Sole, e nel corso dei secoli l'astro diurno giunge sempre prima nella stessa epoca dell'anno in una determinata costellazione. Il punto gamma infatti si sposta di circa 50,26 secondi d'arco ogni anno e nel corso di circa 258 secoli avrà attraversato tutti i punti dell'eclitti-

ca. Ciò significa in pratica che se attualmente il Sole si trova all'inizio della primavera tra le stelle dei Pesci — e come abbiamo già detto era nell'Ariete all'equinozio primaverile di oltre duemila anni fa — nel futuro si troverà nell'Acquario e poi in tutte le costellazioni zodiacali nell'arco dei prossimi 25.800 anni. Il moto di precessione, a causa della sua lentezza, è praticamente impercettibile. Gli atlanti celesti, dato che le coordinate celesti equatoriali continuano a variare a causa della precessione, vengono aggiornati ogni mezzo secolo.

In un planetario questo lentissimo movimento viene rappresentato con uno speciale automatismo della sfera che proietta le stelle, purtroppo assente nei planetari Goto EX-3 e Starlab.

Grazie a questa simulazione si vede come si spostano nell'emisfero settentrionale e in quello meridionale i poli celesti e quali stelle nel corso dei secoli si troveranno vicine a questi due punti di riferimento della volta celeste. In questo modo si conosce, ad esempio, qual era la stella polare per i Vichinghi e come sarà invece splendente la stella polare tra 12.000 anni (sarà infatti Vega, l'alfa della Lira). Anche nel cielo del sud in futuro ci sarà una stella ad indicare il polo celeste australe. Nei piccoli planetari, in mancanza di questo movimento, è possibile a volte mostrare i cerchi di precessione (usando il cilindro delle coordinate con lo Starlab),

IL CIELO DI AGOSTO



CARTA CELESTE

per il

1 agosto alle ore 22 T.U.

15 agosto alle ore 21 T.U.

1 settembre alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✦ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

cioè quelli descritti dai poli celesti. Se manca anche questo riferimento, possiamo indicare con la freccia luminosa gli astri che diventeranno le stelle polari del futuro o che lo erano nel passato.

Le fasi della Luna

Per rappresentare sotto la cupola del planetario le fasi lunari, è bene disporre del movimento automatico che mostra in sequenza le fasi del nostro satellite. Infatti nei dispositivi manuali dei piccoli planetari questo movimento risulta didatticamente poco efficace e piuttosto scadente da un punto di vista estetico. In ogni caso, manovrando opportunamente il proiettore del Sole e quello della Luna, si rappresentano le diverse distanze angolari tra i due corpi celesti nel corso delle fasi lunari. Quando la Luna è in congiunzione con il Sole siamo nella fase di Luna nuova. Se il piano dell'eclittica coincide con quello dell'orbita lunare si avrebbe un'eclisse di Sole ad ogni novilunio. In realtà i due astri appaiono in cielo leggermente sfasati, visto che l'orbita della Luna è di poco inclinata sull'eclittica. In seguito i due corpi celesti si spostano tra le stelle da ponente verso oriente, ma con velocità angolari diverse.

Il Sole si sposta infatti tra le stelle di circa 1 grado al giorno, mentre il nostro satellite impiega 27 giorni e 7 ore per coprire l'intera orbita e quindi si muove in media di 13,2 gradi ogni giorno. Facendo la differenza tra le velocità angolari giornaliere dei due astri, si ottengono i circa 12,2 gradi giornalieri che si accumulano giorno dopo giorno e che separano angularmente l'astro diurno dalla Luna nel corso delle sue fasi. La distanza angolare tra i due astri è pertanto di 90° al primo e all'ultimo quarto, quando si dice che

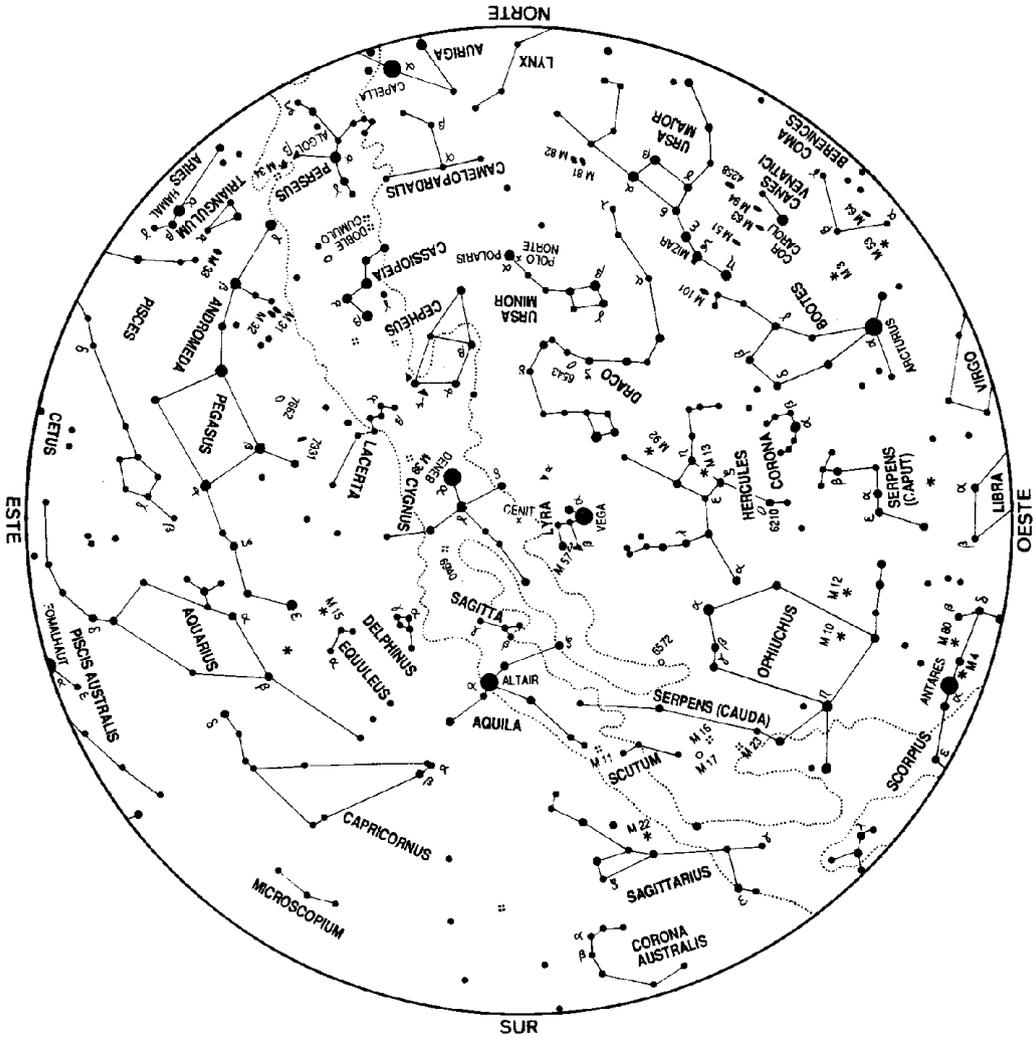
la Luna e il Sole sono anche in quadratura. Quando la Luna è piena dista 180° dal Sole. Dopo 29 giorni e mezzo dal novilunio la Luna si trova di nuovo nella posizione di partenza del mese lunare, cioè in congiunzione con il Sole.

Durante le fasi cambiano anche i tempi del sorgere e del tramontare della Luna, che si possono facilmente spiegare al planetario. Infatti al primo quarto, ad esempio, la Luna sorge quando il Sole è al mezzogiorno. Durante la fase di Luna piena il nostro satellite sorge al tramonto del Sole e viceversa tramonta quando il Sole sorge. All'ultimo quarto la Luna è in meridiano quando il Sole sorge.

Appare intuitivo sotto la cupola del planetario immaginare, anche se ad esempio non possiamo mostrare le fasi, qual è il lato della Luna illuminato osservando in che direzione si trova il Sole. In ogni caso un celebre detto («gobba a ponente Luna crescente, gobba a levante Luna calante») ci aiuta in questa operazione. Anche le fasi appena seguenti o precedenti il novilunio risultano molto interessanti al planetario. Infatti nella realtà è molto difficile vedere l'esile falce della Luna in queste epoche del mese lunare, quando la distanza angolare Sole-Luna è minima. Con il planetario si può inoltre mostrare che la Luna piena è, ad esempio, bassa d'estate e alta nella stagione invernale, rispetto all'orizzonte, perchè occupa nello Zodiaco la parte opposta al Sole.

Un utile strumento didattico da abbinare ai piccoli planetari è l'elioplanetario, ad esempio il modello Baader. Con questo strumento ausiliario è possibile mostrare da un punto di vista eliocentrico, quindi esterno al nostro sistema di osservazione (la Terra), in quale posizione si trova la Luna durante le sue fasi rispetto al nostro pianeta e al Sole. Questo strumento è adatto anche per la trattazione

IL CIELO DI SETTEMBRE



CARTA CELESTE

per il

1 settembre alle ore 22 T.U.

15 settembre ore 21 T.U.

1 ottobre alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✳ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- ◊ NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

degli argomenti del paragrafo seguente, per il cui svolgimento i planetari manuali offrono ben poche possibilità.

Configurazioni planetarie

Nei piccoli planetari manuali i pianeti sono rappresentati attraverso degli specchietti che, opportunamente orientati, riflettono la luce del proiettore principale delle stelle nella zona di cielo in cui si trovano. In questo modo, conoscendo le coordinate di un astro o, più semplicemente, la sua posizione rispetto alle stelle, è possibile proiettare la luce di un pianeta dove realmente lo si può osservare la stessa sera.

Nei planetari vengono rappresentati i cinque pianeti visibili ad occhio nudo cioè Mercurio, Venere, Marte, Giove e Saturno. Solitamente ognuno è caratterizzato dalla forma o dal colore proiettato dallo specchietto corrispondente. La loro funzione nei piccoli planetari manuali si riduce quindi ad una semplice indicazione della posizione nella quale li possiamo osservare. Nei planetari automatici invece il posizionamento è meccanico e si possono così rappresentare i moti dei pianeti.

In un piccolo planetario si può solo raccontare allo spettatore che pianeti come Mercurio e Venere cambiano rapidamente la loro posizione tra le stelle, vista la vicinanza al Sole (3a legge di Keplero), mentre Saturno è il più lento tra quelli visibili ad occhio nudo. In un planetario automatico si possono raffigurare i nodi descritti sulla volta celeste dai pianeti, durante le loro orbite, per effetto del moto diretto e di quello retrogrado. Abbinando ad un piccolo planetario un elioplanetario si possono colmare alcune lacune dei planetari manuali.

I momenti migliori per osservare i pianeti interni (Mercurio e Venere) sono quelli di massima elongazione ovest (mattutina) ed est (vespertina), cioè quando la loro distanza angolare dal Sole raggiunge i valori massimi. Quando un pianeta, come abbiamo già visto per la Luna, è sullo stesso meridiano del Sole si dice che è in congiunzione, inferiore se il pianeta si trova tra il Sole e la Terra, superiore nel caso opposto. Naturalmente i pianeti esterni (da Marte a Plutone) si possono trovare solo in congiunzione superiore. Quando i pianeti sono in congiunzione risultano invisibili per la loro vicinanza prospettica al Sole. I pianeti esterni sono in quadratura quando la loro distanza angolare dal Sole è di 90° e in opposizione quando si trovano, rispetto alla Terra, dalla parte opposta al Sole, cioè a 180° di distanza angolare dall'astro diurno. È questo il momento migliore per osservare i pianeti esterni. Un pianeta in opposizione è sul meridiano a mezzanotte ed è pertanto visibile per tutta la notte. È infatti nei periodi di opposizione che si concentrano le osservazioni telescopiche dei pianeti.

Breve descrizione dei pianeti visibili ad occhio nudo

Celebri astronomi si sono rammaricati di non aver mai visto Mercurio. Infatti il pianeta più vicino al Sole non si allontana da esso più di 28° ed è pertanto assai più difficile poterlo scorgere tra le luci del crepuscolo serale o di quello mattutino. Inoltre anche nei momenti di massima distanza angolare dal Sole la sua visibilità dipende dalla posizione rispetto all'orizzonte. Potrebbe infatti essere alla massima distanza angolare dal Sole, ma trovarsi appena pochi gradi sopra l'oriz-

zonte. È chiaro quindi che per osservarlo bisogna scegliere un orizzonte privo di ostacoli naturali o artificiali. In un planetario invece, potendo osservare i pianeti anche nei momenti di massima vicinanza al Sole, non esistono simili difficoltà. Lo splendore apparente di Mercurio varia da -2 magnitudini a 6 magnitudini circa. L'orbita di Mercurio è piuttosto eccentrica; al perielio infatti Mercurio si trova a 45,9 milioni di chilometri dal Sole, mentre all'afelio è a 69,7 milioni di Km. Il piano orbitale è inclinato di circa 7° sull'eclittica e il suo periodo di rivoluzione siderale è di 87,97 giorni. Quello di rotazione è invece di 58,65 giorni circa, pari cioè ai $2/3$ del periodo di tempo in cui percorre la sua orbita attorno al Sole. Venere è l'astro più splendente del cielo. Raggiunge infatti la magnitudine $-4,5$ e questa luminosità lo rende ben visibile anche tra le luci dei crepuscoli, dove la sua luce spesso risalta tra i cieli rossastri dell'alba e del tramonto. Trovandosi ad una distanza maggiore dal Sole rispetto a Mercurio, Venere è visibile prima dell'alba o dopo il tramonto anche per 3 o 4 ore (distanza angolare massima dal Sole 48°). Il pianeta percorre la sua orbita quasi circolare in 224,7 giorni. L'orbita è inclinata sull'eclittica di circa $3^\circ,39$. La sua distanza media dal Sole è di 108,2 milioni di chilometri. Il periodo di rotazione è più lungo di quello di rivoluzione: 243 giorni. La rotazione è inoltre retrograda, cioè avviene nel senso contrario a quello degli altri pianeti, ovvero non avviene nello stesso senso della rivoluzione.

Marte ha una magnitudine che varia tra -3 e $1,6$. È caratteristico il suo colore rosso-arancione, ben visibile anche ad occhio nudo. I momenti migliori per osservarlo sono quelli delle «grandi opposizioni», che si verificano ogni 15-17 anni circa. In queste occasioni il pianeta è contemporaneamente in opposizione con il perielio e raggiunge anche il massimo splendore. La sua orbita, abbastanza eccentrica, varia da 206,7 a 249,1 milioni di chilometri ed è inclinata di soli $1^\circ,9$ rispetto all'eclittica. Il periodo di rivoluzione siderale è di 686,98 giorni, mentre quello di rotazione è di 24 ore e 37 minuti.

Giove è il pianeta più grande del sistema solare. Ad occhio nudo può apparire come un oggetto di $-2,5$ magnitudini. Il periodo di rivoluzione siderale del pianeta è di 11,86 anni e l'orbita è inclinata di $1^\circ,30$ sul piano dell'eclittica. Si trova ad una distanza media dal Sole di 778,3 milioni di chilometri. La rotazione su sé stesso avviene in sole 9h 50m. È noto che i suoi quattro principali satelliti (Io, Europa, Ganimede e Callisto) sono visibili anche attraverso un binocolo.

Saturno ha uno splendore di circa $+0,5$ magnitudini. Si trova ad una distanza media dal Sole di 1,427 miliardi di chilometri. Il periodo di rivoluzione siderale è di 29,46 anni e l'orbita è inclinata di $2^\circ,49$ sul piano dell'eclittica. La rotazione attorno all'asse avviene in 10h 14m circa. È celebre per i suoi numerosi anelli ben visibili anche con un piccolo cannocchiale.

ITINERARI TEMATICI

La scelta degli argomenti

Gli argomenti che si possono trattare in un planetario sono innumerevoli, ma c'è anche il rischio di ripetersi. Con i piccoli planetari manuali l'elenco degli argomenti pare ristretto a pochi titoli, alcuni dei quali sono molto tecnici o di interesse prettamente scolastico. Al pubblico adulto non possiamo certo proporre lezioni di geografia astronomica, ma scegliere tra questi argomenti quelli più curiosi ed attraenti, utilizzando anche dei titoli di richiamo. Il nostro obiettivo può essere quello di insegnare i fenomeni dell'astronomia del quotidiano, o spiegare la natura di eventi celesti che si verificano a latitudini diverse dalla nostra.

I titoli delle lezioni al planetario sono spesso ripetitivi. L'uso di proiezioni di diapositive, videofilmati o di effetti speciali amplia la gamma dei temi di astronomia sferica tipicamente adatti a questi strumenti. Infatti un planetario è quasi inutile per spiegare argomenti di astrofisica, anche se è molto più suggestiva una conferenza sotto la spettacolare scenografia del cielo stellato. L'abbinamento tra il planetario e il proiettore di diapositive amplia notevolmente gli argomenti che possono essere oggetto di conversazioni pubbliche sotto la cupola di un planetario. Anche sotto la cupola del planetario Starlab è possibile abbinare la proiezio-

ne di diapositive (il modello Goto EX-3 è meno adatto perchè la visione dell'immagine è disturbata dall'intelaiatura metallica che sorregge la cupola internamente). Nel caso dello Starlab un proiettore appoggiato al pavimento, vicino al cilindro delle stelle, con uno specchio inclinato davanti all'obiettivo, proietta sulla cupola l'immagine delle diapositive con un notevole ampliamento delle possibilità strumentali di questo laboratorio itinerante per l'insegnamento dell'astronomia.

Allo stesso modo poichè sotto questi piccoli planetari si lavora con un pubblico ridotto, compreso fra le 20 e le 30 persone, possiamo utilizzare nel corso della lezione anche degli strumenti accessori come planetari eliocentrici da tavolo, globi celesti e astrolabi. Si possono anche proporre delle esercitazioni pratiche, ad esempio, fornendo ai presenti, a turno, la freccia luminosa per indicare la posizione di stelle o pianeti o per svolgere le stesse operazioni mostrate in precedenza dal relatore. Questo contatto diretto tra l'operatore e il pubblico è praticabile solo nei planetari di ridotte dimensioni ed è uno dei vantaggi dei piccoli strumenti. Sotto un piccolo planetario si possono anche facilmente istruire gli insegnanti sull'uso pratico del planetario.

Completiamo questo paragrafo con una sintetica descrizione dei temi classici che sono oggetto di conferenze nei planetari, suggerendo anche dei titoli di richiamo per il pubblico.

Orientarsi tra le stelle.

Il capitolo dell'orientamento è quello che interessa maggiormente chi si avvicina per la prima volta all'astronomia. La capacità di riconoscere le costellazioni, le stelle principali ed altri corpi celesti rappresenta il primo obiettivo per chi inizia ad occuparsi della scienza del cielo: «Primi passi tra le stelle», «Come trovare la Polare», «Le costellazioni della primavera» (o di un'altra stagione), «Costellazioni e mitologia», «Favole celesti», «Orientarsi tra le stelle» e tanti altri sono alcuni dei titoli e delle numerose versioni delle lezioni che riguardano questo primo capitolo.

Stelle polari del passato e del futuro. La Polare rientra sempre nel capitolo dedicato all'orientamento, ma è anche il punto di partenza per tanti altri argomenti. Spiegando l'importanza di questa stella non si può non fare cenno al fenomeno della precessione degli equinozi e quindi alle stelle che sono state o che torneranno ad essere nei prossimi millenni le stelle che indicheranno il polo celeste nord o sud. Se il planetario dispone del moto di precessione si può mostrare qual era la stella polare al tempo dei Fenici o di quello dei Vichinghi o come cambia l'aspetto del cielo a causa di questo fenomeno, come ci testimonia anche l'esame di testi antichi come quello della Divina Commedia. Ecco allora diversi titoli per lezioni che trattano quasi lo stesso argomento: «L'importanza della Polare», «Un orologio che scandisce i millenni», «Stelle polari del passato e del futuro», «La polare del 14.000 d.C.» e «La precessione degli equinozi».

Il Sole di mezzanotte. Il tema del viaggio è uno dei più affascinanti del planetario. Questa simulazione, che ci consente di rappresentare fenomeni invi-

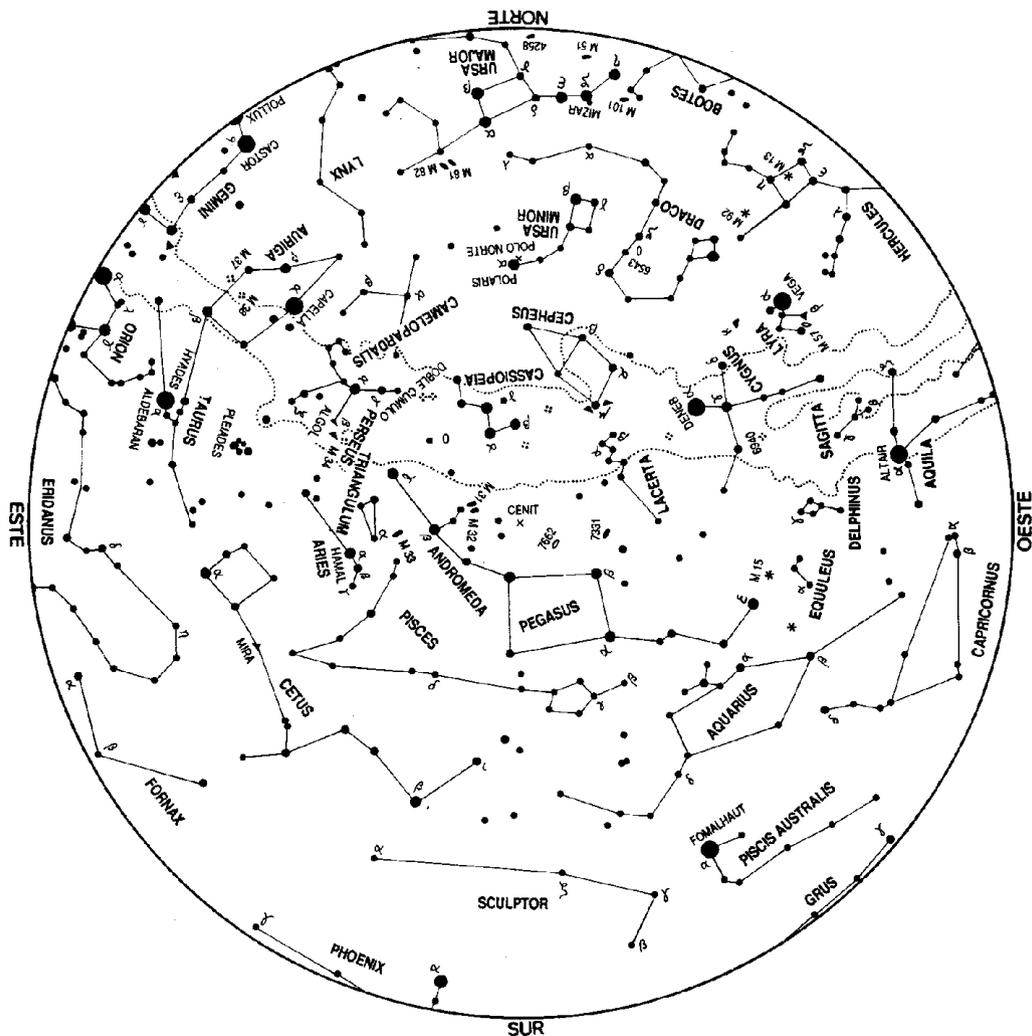
sibili alla nostra latitudine o come cambia l'aspetto del cielo in diversi punti della Terra, ci offre gli argomenti di maggior richiamo: «Viaggio al polo nord», «Dai poli all'equatore», «Il Sole di mezzanotte», «Il Sole allo zenit», «Le notti bianche», «Il paese delle ombre lunghe» ecc.

Stagioni astronomiche. È un argomento molto tecnico, ma possiamo tentare di ridurlo agli aspetti principali, cioè la spiegazione di che cosa è un solstizio o un equinozio o l'eclittica. Ecco allora «Il cammino del Sole», «Lo Zodiaco», «Le stagioni astronomiche» e tutto il capitolo sulle osservazioni degli antichi relative ai punti dell'orizzonte sui quali sorge e tramonta il Sole nelle epoche fondamentali dell'anno: «L'archeoastronomia», «L'astronomia orizzontale», «Allineamenti astronomici», «Le piramidi e il calendario» ecc.

La navigazione astronomica. Ecco un altro capitolo di grande interesse e che presenta notevoli aspetti applicativi. Qui abbiamo l'imbarazzo della scelta tra i tanti titoli e le altrettante numerose versioni possibili: «Orientarsi con il sestante», «Astronomia nautica», «Antiche rotte celesti», «Il triangolo astronomico», «Sulle rotte dei Polinesiani» ecc..

Viaggiare nel tempo. In questo capitolo rientrano argomenti che abbiamo già preso in considerazione e ai quali si aggiunge la classica «Stella di Betlemme», ovvero le ipotesi sull'evento celeste associato alla nascita di Cristo citato nei testi biblici. Per viaggiare nel tempo c'è però bisogno di un planetario che disponga del movimento annuale, altrimenti i pianeti, la Luna e il Sole vanno posizionati a mano con risultati molto modesti dal punto di vista visivo.

IL CIELO DI NOVEMBRE



CARTA CELESTE

per il

1 novembre alle ore 22 T.U.

15 novembre ore 21 T.U.

1 dicembre alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

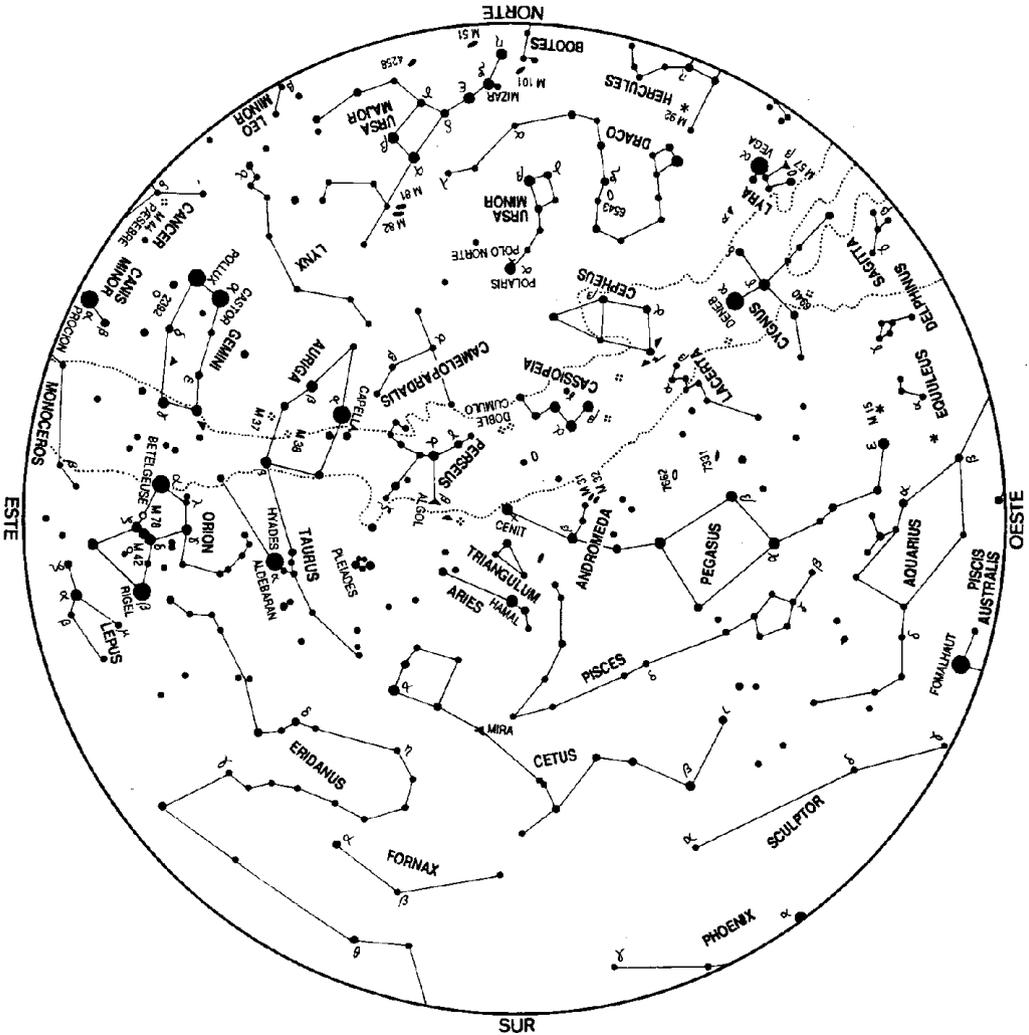
MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- ☉ GALASSIA
- ✦ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

IL CIELO DI DICEMBRE



CARTA CELESTE

per il

1 dicembre alle ore 22 T.U.

15 dicembre ore 21 T.U.

1 gennaio alle ore 20 T.U.

LATITUDINE +40°

SEGNI

MAGNITUDINI

- PRIMA
- SECONDA
- TERZA
- QUARTA

- ▲ STELLA VARIABILE
- GALASSIA
- ❖ AMMASSO APERTO
- * AMMASSO GLOBULARE
- NEBULOSA DIFFUSA
- NEBULOSA PLANETARIA
- ⋯ CONFINI VIA LATTEA

Fonte: Agrupacion Astronomica de Sabadell

- Aiello, S., *Introduzione alle stelle*, Firenze, Sansoni, 1979.
- Bianucci, P., *Stella per stella*, Firenze, Giunti, 1985.
- Bianucci, P., *La Luna*, Firenze, Giunti, 1988.
- Boehm, C.A., *Le chiavi del cosmo*, Padova, Muzzio, 1989.
- Bourge, P., Lacroix, J., *Il cielo a occhio nudo e col binocolo*, Bologna, Zanichelli, 1985.
- Braccesi, A., *Esplorando l'universo*, Bologna, Zanichelli, 1988.
- Briggs, G., Taylor, F., *Atlante Cambridge dei pianeti*, Bologna, Zanichelli, 1989.
- Brown, P. L., *Il libro delle stelle*, Milano, Mursia, 1971.
- Cavedon, M., *Astronomia*, Milano, Mondadori, 1980.
- Cavedon, M., Cavedon, G., *Galaxias*, Milano, Rizzoli, 1983.
- Cecchini, G., *Il cielo*, Torino, Utet, 1969.
- Corbellini, G., *Guida all'orientamento*, Bologna, Zanichelli, 1985.
- Favero, G., *Guida all'osservazione del cielo*, Milano, Mondadori, 1984.
- Favero, G., *L'evoluzione del sistema solare*, Roma, Curcio, 1986.
- Fulchignoni, M., *La planetologia*, Roma, Newton Compton, 1978.
- Gabici, F., *Didattica con il planetario*, La Nuova Italia, Firenze, 1990.
- Herrmann, J., *Atlante di astronomia*, Milano, Mondadori, 1975.
- Hoyle, F., *L'astronomia*, Firenze, Sansoni, 1963.
- Maffei, P., *Al di là della Luna*, Milano, Mondadori, 1973.
- Maffei, P., *I mostri del cielo*, Milano, Mondadori, 1976.
- Maffei, P., *L'universo nel tempo*, Milano, Mondadori, 1976.
- Maffei, P., *La cometa di Halley*, Milano, Mondadori, 1988.
- Proverbio, E., *Enciclopedia dell'universo*, Milano, Teti, 1982.
- Regge, T., *Cronache dell'universo*, Torino, Boringhieri, 1981.
- Rigutti, M., *Cento miliardi di stelle*, Firenze, Giunti, 1978.
- Romano, G., *Evoluzione delle stelle*, Treviso, Canova, 1977.
- Romano, G., *Introduzione all'astronomia*, Padova, Muzzio, 1985.
- Rosino, L., *Lezioni di astronomia*, Padova, Cedam, 1979.
- Schroeder, W., *Astronomia pratica*, Milano, Longanesi, 1967.

ALMANACCHI

- Almanacco di astronomia, a cura di R. Bizzotto, Unione Astrofili Italiani.
- Almanacco astronomico, a cura di P.L. Battistini, Planetario di Ravenna - Edizioni Essegi.
- Almanacco astronomico, a cura di S. De Meis e J. Meeus. Hoepli.
- Annuario della Specola Cidnea, Comune di Brescia - Unione Astrofili Bresciani.
- Diario di astronomia nautica, a cura di R.C. Grillo, Comune di Brescia - Unione Astrofili Bresciani.
- Effemeridi astronomiche, a cura di S. Filippini e W. Marinello, Unione Astrofili Bresciani.

INDICE

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Premessa..... | pag. 3 |
| CAPITOLO I: VISITA AD UN GRANDE PLANETARIO..... | pag. 7 |
| Un luogo affascinante; La sala delle stelle; Un museo nel planetario; In attesa del buio; Entra in scena il relatore; Si spengono le luci; Proiettori ed effetti speciali. | |
| CAPITOLO II: INTRODUZIONE AL CIELO DEL PLANETARIO..... | pag. 13 |
| Iniziamo la lezione; Entra in scena il Sole; I crepuscoli; Lo splendore degli astri; La volta celeste in movimento. | |
| CAPITOLO III: LA ROTAZIONE DEL CIELO STELLATO..... | pag. 19 |
| Ecco la Polare!; Stelle circumpolari. | |
| CAPITOLO IV: IL MOTO DI LATITUDINE DEL CIELO STELLATO..... | pag. 21 |
| Verso il polo nord; La Polare allo zenit; Dal polo all'equatore; Il cielo australe; Stagioni e costellazioni. | |
| CAPITOLO V: LE COORDINATE DEGLI ASTRIL..... | pag. 27 |
| Il meridiano celeste; Le coordinate altazimutali; Il sistema orario; Il sistema equatoriale; Il sistema eclittico. | |
| CAPITOLO VI: GLI ASTRIL E LE STAGIONI..... | pag. 31 |
| Equinozi e solstizi; Il cammino del Sole; Le stagioni simili; Le stagioni diverse; Brevi cenni di archeoastronomia. | |
| CAPITOLO VII: I LIMITI DEI PLANETARI MANUALI..... | pag. 37 |
| La precessione degli equinozi; Le fasi della Luna; Configurazioni planetarie; Breve descrizione dei pianeti visibili ad occhio nudo. | |
| CAPITOLO VIII: ITINERARI TEMATICI..... | pag. 43 |
| La scelta degli argomenti. | |
| BIBLIOGRAFIA..... | pag. 48 |

Associazione Amici dei Planetari

c/o Civici Musei di Scienze
via Ozanam 4, 25128 Brescia - tel. 030/2983686
(ogni giovedì dell'anno scolastico, ore 15-17)

Attività:

Far conoscere i planetari e promuoverne la diffusione; raccogliere e divulgare le informazioni sulle attività dei planetari italiani; Organizzare meeting, corsi, convegni, mostre, visite di studio e redarre delle pubblicazioni inerenti l'insegnamento e la divulgazione dell'astronomia con i planetari; favorire lo scambio di informazioni tra i planetari italiani e quelli esteri.

Iniziative periodiche:

Meeting annuale dei planetari italiani (ogni sabato di metà ottobre); Giornata nazionale dei planetari italiani (nella domenica precedente o seguente l'equinozio di primavera).'
